ACADEMIA DE TRAFICO
DE LA GUARDIA CIVIL

INVESTIGACION DE ACCIDENTES DE TRAFICO



MINISTERIO DEL INTERIOR

Dirección Gral. de Tráfico

ACADEMIA DE TRAFICO
DE LA GUARDIA CIVIL

INVESTIGACION DE ACCIDENTES DE TRAFICO

EDITA:
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

NIPO: 128-00-102-5
I.S.B.N.: 84-8475-002-7
Depósito Legal: M. 46529-2000

Fotocomposición e Impresión
Gráficas LORMO, S. A.
C/. Isabel Méndez, 15 - 28038 Madrid

ACADEMIA DE TRAFICO DE LA GUARDIA CIVIL

Dedicatoria:

Este libro es el resultado del cúmulo de conocimientos aportados por nuestros predecesores y otros tantos hombres sencillos dedicados a la hermosa tarea de la investigación de accidentes de tráfico.

LOS AUTORES

INTRODUCCION

El complejo y creciente mundo del automóvil, ha traído consigo la necesidad, no solamente de su regulación y normalización, con objeto de conseguir un tránsito más fluido y un tráfico más seguro, sino también, la actuación policial sobre las prácticas delictivas, que su entorno desarrolla.

Tiene ésta una doble vertiente, la que se desenvuelve alrededor de la delincuencia relacionada con su influencia económica, que genera una tipología específica y que está a cargo principalmente de los Grupos de Información y la de Investigación de Accidentes, que llevan a cabo los equipos de Investigación y Atestados.

A lo largo de los 32 años de existencia, la Academia de Tráfico —hoy denominada Escuela—, ha venido formando a los especialistas, que han merecido el unánime reconocimiento de las Autoridades Judiciales por su labor investigativa y la magnífica redacción de los Atestados por accidentes, poniendo a su disposición los elementos periciales, que han permitido en muchas ocasiones, las aclaraciones suficientes, para disponer de elementos de juicio, cuando aquéllas dictan Sentencia.

Las técnicas de Investigación se plasmaron inicialmente en textos tirados a multicopista y que fueron empleados por los alumnos a modo de «apuntes» que les sirvieran más tarde de pauta de actuación.

Hace algún tiempo, el hoy Coronel Gajate Cortés, tradujo la publicación norteamericana *Los Accidentes de la Circulación* que, con la experiencia adquirida en la Academia y la suya propia, además de referencias a artículos publicados en revistas técnicas, permitieron la publicación del libro *Investigación de Accidentes,* que ha servido de texto hasta el último curso impartido en la Escuela.

La evolución de la técnica, la publicación de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial y la necesidad de actuación de nuestros especialistas en todos los casos, a los que no se ha dispensado de la realización de la práctica jurídica de la redacción del Atestado y que puede ser solicitada

y salir a la luz, en el caso de no existir acuerdo de las partes en un Juicio Civil de Primera Instancia, han llevado a la Dirección de la Escuela, a alentar el trabajo, que ha traído como consecuencia la publicación del libro que hoy presentamos.

Trae como novedades, una mejor sistemática, una clara ampliación del factor humano a la causalidad, dinámica del accidente, introducción del sistema ABS en la modalidad de frenado, observación de indicios en el lugar del accidente, así como su reconstrucción, técnicas de interrogatorio, informe fotográfico y otras varias, que hacen del texto una sensible mejora con respecto a la edición anterior.

Esta publicación no hubiese sido posible sin el decidido apoyo de la Dirección General de Tráfico y en especial de su Director General, el Ilmo. Sr. Don Miguel María Muñoz Medina, a los que desde estas líneas damos las gracias por su eficaz colaboración.

José Enrique ALONSO DEL BARRIO,
General jefe de la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil

PROLOGO

En el transcurso de su dilatada historia, los seres humanos han tenido objetivos especialmente codiciados. Posiblemente una de las metas más buscadas, queridas y deseadas a lo largo del tiempo, haya sido el conseguir el dominio de la velocidad. Esta vieja aspiración, reservada durante milenios únicamente a los seres mitológicos, tuvo un giro definitivo en Alemania en el año 1885, cuando tras muchos intentos anteriores K. Benz realizaba definitivamente con éxito, las primeras experiencias con un vehículo propulsado por un motor de explosión.

Aquel acontecimiento se habría de convertir en poco tiempo, en uno de los hechos más significativos e influyentes de la sociedad del siglo XX. En efecto, dominar la velocidad iba a servir para multiplicar enormemente todas las posibilidades de intercambio comercial, con el consiguiente incremento de la riqueza; a su vez los vehículos iban a posibilitar la difusión de la cultura de manera rápida, contribuyendo así al progreso de las sociedades y de los pueblos; finalmente, la introducción de los vehículos con motor, permitió también el acabar definitivamente con el aislamiento al que tradicionalmente se habían visto sometidos los seres humanos.

Con independencia de su incidencia sobre la vida cultural de nuestra civilización, en el ámbito económico la importancia de los vehículos ha llegado a ser de tal magnitud, que se calcula que más del veinticinco por ciento de las actividades económicas de los países desarrollados, están directa o indirectamente relacionadas con el mundo del motor: construcción de vías; transporte de mercancías y viajeros; extracción, tranformación y venta de carburantes; talleres mecánicos; etc. A su vez, la industria del motor —que produce al año más de cincuenta millones de unidades— es una de las más florecientes y posiblemente una de las que más empleos genera.

En definitiva, la aparición del automóvil ha introducido todo un complejo conjunto de transformaciones sociales y personales, que han supuesto un cambio radical en la vida de los seres humanos contemporáneos, pudiéndose afirmar con propiedad que nuestra civilización es en buena medida lo que es, gracias a la produc-

ción en cadena de vehículos con motor. La vida moderna sería por ello inconcebible sin éstos y su desaparición significaría, sin duda, un serio retroceso para el progreso. El automóvil se ha convertido en algo más que un sistema de transporte; es el símbolo de una nueva forma de vida.

Sin embargo, no es menos cierto que junto con sus evidentes dimensiones positivas, los vehículos con motor han traído consigo una serie de graves problemas a los que es necesario dar solución: los accidentes, la contaminación, el ruido, la falta de espacio, las alteraciones ecológicas, las fuentes de energía, etc.

De entre todos estos peligros adicionales, derivados del uso masivo de los automóviles, son especialmente destacables por su importancia los accidentes de circulación. Los accidentes debidos al tráfico se han convertido, sin duda, en el problema de salud pública más grave y de mayor incremento en los últimos años, con el que han de enfrentarse las modernas sociedades. Según la OMS son cerca de 700.000 las personas que mueren anualmente en el mundo por esta causa y cerca de veinte millones los heridos de mayor o menor consideración.

Este dantesco panorama, muestra que es imprescindible dar todos los pasos necesarios para conocer las causas que originan el accidente y disminuir así el dramático precio en vidas humanas, que año tras año pagan nuestras sociedades, por su motorizada libertad de movimientos. La sociedad ha de movilizar por ello todos sus recursos, en relación con los grandes componentes implicados en la Seguridad Vial: los vehículos, las vías, los conductores y las normas y supervisión policial.

Precisamente, en relación con la supervisión policial, desde principios de siglo hasta la actualidad, numerosas investigaciones y datos han destacado su importancia y definitivo rol en la investigación y evitación de los accidentes. Al mismo tiempo se ha puesto de manifiesto la necesidad de dotar de una sólida formación, preparación y especialización en materia de Seguridad Vial, a los hombres que van a realizar funciones policiales en las carreteras y ciudades, con el fin de que desde una mayor profesionalización, ejercen en las mejores condiciones su importante función social.

Conscientes de esta necesidad y sensibilizados por el complejo mundo de la Seguridad Vial, tres profesionales de la Guardia Civil de Tráfico —los Comandantes Borrell y Algaba y capitán Martínez-Raposo—, continuando la brillante labor iniciada por sus antecesores como profesores de la Academia de Tráfico de la Guardia Civil, han confeccionado este libro con el objeto de utilizarlo como Guión de la Asignatura de Investigación de Accidentes.

El libro se estructura en una serie de capítulos o lecciones, muy bien planificados desde el punto de vista didáctico y que permiten una visión global y completa del accidente de tráfico. A lo largo de sus páginas se plantea el problema del tráfico en el mundo actual y en concreto en nuestro país. Se citan los elementos que intervienen en el accidente y en qué forma lo hacen cada uno de ellos. Se estudia la

evolución del accidente, mediante su desarrollo en el tiempo y en el espacio, así como las clases de accidentes con sus nombres y variantes.

En un amplio e interesante capítulo se especifican las principales fuerzas físicas que intervienen en el movimiento de los vehículos y por tanto en el accidente. Posteriormente se analizan detalladamente los distintos factores del accidente, para culminar con un estudio sobre cálculo de velocidades y reconstrucción de accidentes.

Cada uno de los capítulos del libro abarca, pues, temas extraordinariamente amplios y complejos, que los autores tratan de forma resumida, extrayéndose en cada caso la información más relevante y que más pueda interesar a aquellos a quienes va dirigido.

Su contenido y características hacen de este libro un instrumento imprescindible para la formación de los componentes de los Equipos de Atestados e Informes de la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, dada su actuación diaria en la investigación de los accidentes de tráfico, que ocurren en la mayoría de las vías públicas de España, siendo también de gran utilidad para todos los componentes de la Academia de Tráfico de la Guardia Civil y del Cuerpo de la Guardia Civil en general. Todos ellos, por su misión eminentemente preventiva y de ayuda al ciudadano, necesitan cada vez más, unos conocimientos profundos sobre el fenómeno del tráfico y de cómo paliar sus negativas consecuencias, lo que precisamente les ofrece esta obra, que sin duda será vital para su formación.

No obstante y aunque el libro está especialmente concebido para formar a los alumnos de la Academia de Tráfico de la Guardia Civil, dadas sus características puede ser también un documento de gran interés, para todos aquellos investigadores y profesionales que desarrollen sus actividades en el ámbito de la Seguridad Vial.

En definitiva, se trata de una obra sin precedentes directos en el mundo, muy completa, bien documentada e ilustrada y escrita en un lenguaje asequible para personas no especializadas en materia de Seguridad Vial. Los autores han desarrollado un notable esfuerzo de recopilación, que unido a su propia experiencia y conocimientos, han posibilitado la realización de este extraordinario volumen.

Por todo ello, la aparición es este libro, cuya necesidad era evidente, se puede calificar de verdadero hito, dentro de la historia de la Seguridad Vial de nuestro país, prestigiando a los autores que lo han realizado y en definitiva a la importante labor de formación que viene desarrollando la Academia de Tráfico de la Guardia Civil.

Dr. Luis MONTORO GONZALEZ

Decano de la Facultad de Psicología de Valencia
Director de la Unidad de Psicología y Seguridad Vial
Catedrático de Psicología y Ley Vial

BIBLIOGRAFIA

Academia de Tráfico de la Guardia Civil: Documentos y Estudios.

Academia de Tráfico de la Guardia Civil: Guión de Atestados e Informes Técnicos.

Aparicio Izquierdo, Francisco; Fernández Camino, Jesús; García Gracia, Andrés: Investigación de Accidentes de Tráfico.

Armour, M. (1984): A review of the literature on Police Traffic Law Enforcement. Australian Road Research Board, 14 (1), 17-25.

Balaguer Camphuis, Enrique; Kraemes Heilperno, Carlos; Puente de Lucas, Angel; Sánchez Blanco, Víctor (1984): Elementos de Ingeniería de Tráfico. Universidad Politécnica de Madrid (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).

Baker, J. S. & Fricke, L. B. (1986): Traffic accidents investigation manual. Northwestern: Ed. Northwestern University traffic Institute. (Traducido en Castellano por D.G.T. en 1970).

Brown, J. F. & Obenski, K. S. (1989); forensic Engineering Reconstructions of Accidents. London: T. Charles C., Publisther.

Burbano de Ercilla, S.: Física General.

Dirección General de Tráfico: Revista TRAFICO (Diversos números que se citan).

Dirección General de Tráfico: Anuarios Estadísticos Generales.

Evans, L. y Schwing, R. C. (1984): Human behavior and traffic safety. New York: Plenum Press.

Ewald, F. (1983): Les accidents de la circulations: histoire d'un probléme. París: Documentation Française.

Fleischer, G. A. (1981): Contingency table analysis for road safety studies. N. York: Kluwer Academic Publishers.

Fricke, L.B. (1990): Traffic Accidents Reconstruction. Ed. Northwestern University Traffic Institute.

Grime, G. (1987): Handbook of Road Safety Research. London: Ed. Butterworth-Heinemann.

Revista Guardia Civil: Núm. 543 de junio de 1989.

Homel, R. J. (1988): Policing and punishing the drinking driver. A study of general and specific deterrence. New York; Springer-Verlag.

Kraemer, C.; Sánchez Blanco, V. y Gardeta, J. (1991): Elementos de ingeniería de tráfico. Madrid: Servicio de Publicaciones, Revista de Obras Públicas.

López-Muñiz, Goñi: Accidentes de Tráfico: Problemática e Investigación. Revista de Derecho Jurídico.

Mann: Elementos de Psicología Social.

McGrew, D. R. (1976): Traffic accident investigations and physical evidence. London: T. Charles C. Publisher.

Michelín: Estudios del Centro de Formación Michelín.

Morneau, R. H. (1984): Computer programs for traffic accident investigation. London: T. Charles C. Publisher.

Montoro, L.; Tortosa, F. y Soler, J. (1987-1989): Serie «Psicología y Tráfico» (24 artículos). Revista TRAFICO. Dirección General de Tráfico.

Montoro, L. (Dir.) (1990): Psicología y Seguridad Vial. (Comunicaciones en el II Congreso del Colegio Oficial de Psicólogos). Madrid; Ed. Colegio Oficial de Psicólogos.

M.O.P.U.: Instrucción de Carreteras.

Näatänen, R. y **Summala, H.** (1976): Road user behaviour and traffic accidents. North Holland; Vam Gorcum.

N D C Wall Bristish Telecom Research Labs: Internacional Drive; Roon-44A-NLB Ground Martlesham Heath. IPSWCH IP57RE.

OECD Staff, O. (1988): Road accidents: On-site investigations (Road Transport Research Serv.). París: Ed. Organization for Economic Cooperation & Development.

Rivers, R. W. (1981): Traffic accident investigations book of formula & tables. London: T. Charles C. Publisher.

Rudman, J. (1989): Traffic Engineer. London: National Learning Corporation.

Soler, J. y **Tortosa, F.** (Eds.). (1987): Psicología y Tráfico. Valencia: Ed. Nau llibres.

Tortosa, F.; Montoro, L. y **Carbonell, E.** (1989): Psicología y Seguridad Vial en España; 60 años de historia, Zaragoza: Librería General.

Traffic Institute Norwesten University (1981): Edición 2.ª: Tire Examination Following Accident; The Traffic Institute Northwestern University.

Váldes, A. (1988): Ingeniería de tráfico: Madrid; Editorial Librería Bellisco.

Walker, L. (1983): Traffic Accidents. Washington: ABBE publishers Association of Washington.

Zollman, D. (1985): Physics & Automobile Collisions. London: John Wiley & Sons, Incorp.

INDICE GENERAL

CAPITULO I
EL TRAFICO. PREVENCION. CONCEPTO DEL ACCIDENTE 33

1.1. EL TRAFICO. CONSIDERACIONES PREVIAS 33
1.2. PREVENCION Y RESPONSABILIDADES 34
1.3. ACCIDENTE DE TRAFICO. CONCEPTO. UNIDAD DE TRAFICO. AVERIA 35
1.4. EL CONCEPTO NORMATIVO DE ACCIDENTE DE TRAFICO 37
1.5. EL ACCIDENTE OCASIONADO POR FUERZA MAYOR. CASO FORTUITO 39

CAPITULO II
EVOLUCION DEL ACCIDENTE

— EL ESPACIO Y EL TIEMPO EN EL ACCIDENTE 41

- *Fase de percepción* 41
- *Fase de decisión* 42
  - — Maniobras de evasión simples más frecuentes 43
  - — Complejas 44
  - — Area de maniobra 44
- *Fase de conflicto* 47
  - — Area de conflicto 47
  - — Punto de conflicto 47
  - — Posición final 47

— INVESTIGACION A REALIZAR EN FUNCION DE LAS FASES DEL ACCIDENTE 48
— Ejercicios 48
— Material didáctico 52

CAPITULO III
ELEMENTOS DEL ACCIDENTE 53

— LA VIA.— CIRCUNSTANCIAS SIGNIFICATIVAS 54
— Control de accesos 56
— Intensidad de tráfico 57
— Velocidad 57
— Sección transversal 57
— Trazado en planta y alzado 59
— Intersecciones y enlaces 60
— Estado del pavimento 61
MEDIDAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD 62
— Medidas preventivas 62
— Medidas paliativas 62
— EL VEHICULO.— CIRCUNSTANCIAS SIGNIFICATIVAS 62
• *Seguridad en el automóvil* 63
— Seguridad activa 63
— Seguridad pasiva 63
— EL HOMBRE.— CIRCUNSTANCIAS SIGNIFICATIVAS 64
• *El fallo humano* 66
— Físicas o somáticas 66
— Psíquicas 67
— Falta de conocimientos, experiencia o pericia 67
— GRAFICA DE BLUMENTHAL (EL SISTEMA) 67
— RESUMEN 68

CAPITULO IV
CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRAFICO 69

— DEFINICIONES 70
— CLASIFICACIONES 72
• *Causas mediatas* 72
— Relativas al vehículo 72

— Relativas a la carretera 72
— Relativas a fenómenos atmosféricos 72
— Relativas al conductor o peatón 72
— Relativas a circunstancias ajenas a las anteriores 72

• *Causas inmediatas* 72

— Velocidad u otras infracciones a las Normas de Circulación ... 72
— Deficiencias en la percepción 73
— Errores en la evasión 73
— Condiciones negativas 73
— Otras 73

• *Algunas consideraciones sobre causas mediatas e inmediatas* 73

— Causas mediatas 73
— Causas inmediatas 74

— ALGUNOS TIPOS DE ACCIDENTES POR FALLO HUMANO ... 76

— Accidentes por polarización efectiva 76
— Accidentes por infracción al Código de la Circulación 76
— Accidentes por defecto psico-físico 77
— Accidentes por alcoholismo o toxicomanías 77
— Accidentes por sueño, cansancio, rutina, etc. 77

CAPITULO V
CLASES DE ACCIDENTES DE TRAFICO 81

— POR SU SITUACION 82

• *Urbanos* 82
• *Interurbanos* 82

— POR SUS RESULTADOS 82

• *Mortales* 82
• *Con heridos* 82
• *Con daños materiales* 82

— POR EL NUMERO DE VEHICULOS IMPLICADOS 82

• *Simples* 82
• *Complejos* 82

— POR EL MODO EN QUE SE PRODUCEN 84

• *Choque* 84

• *Colisiones* 84
— Frontales 84
— Embestidas 87
— Reflejas 89
— Por alcance 89
— Por raspado 91
• *Salidas de la vía* 93
• *Atropellos* 94
• *Otros* 94
— CUADRO RESUMEN 95

CAPITULO VI
DINAMICA DEL ACCIDENTE 97

— NOCIONES DE FISICA 97

— PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA DINAMICA 97
• *Principio de inercia* 97
• *Principio de la conservación de la cantidad de movimiento* 98
— Impulso mecánico y cantidad de movimiento 101
• *Principio de acción y reacción* 105

— LA FUERZA DE GRAVEDAD 106
• *Ley de gravitación universal de Newton* 106
• *Campo de gravitación terrestre* 107
• *Baricentro o centro de gravedad* 109
• *Peso de un cuerpo* 110

— ENERGIA CINETICA 113
• Teorema de las fuerzas vivas 113
• *Energía potencial* 114
• *Principio de conservación de la energía* 114
• *Energía potencial de gravitación* 116

— ROZAMIENTO 118
• *Resistencia al deslizamiento* 118
• *Resistencia a la rodadura* 122

— LA FUERZA DE FRICCION: ADHERENCIA Y ROZAMIENTO . 126
• *Dinámica del movimiento circular* 127

— LA FUERZA DEL VIENTO. AERODINAMICA 129

— ENERGIA FRENANTE 131

• *Relación entre la fuerza viva y la energía frenante* 131

— ELASTICIAD 132

• *Histérisis elástica* 132
• *Elasticidad por tracción* 134
• *Comprensibilidad* 134
• *Elasticidad por flexión* 134
• *Elasticidad por deslizamiento o cizalladura* 135
• *Elasticidad por torsión* 135

— EL CHOQUE 135

• *Choque perfectamente elástico* 135
• *Choque oblicuo* 138
• *Choque inelástico* 139
• *Choque no perfectamente elástico* 142

— NOCIONES DE CALCULO VECTORIAL 145

• *Magnitudes escalares y vectoriales* 145
• *Representación gráfica de un vector* 145
• *Suma de vectores* 147
• *Producto de un vector por un escalar. Vector unitario* 150

— EL ESPACIO, EL TIEMPO, LA VELOCIDAD Y LA ACELERACION.— Conceptos y fórmulas que las relacionan 151

• *Velocidad media* 151
• *Cálculo del espacio* 152
• *Aceleración media* 152
• *Cálculo de la velocidad* 153
• *Movimiento rectilíneo y uniforme* 153
• *Ecuación general del movimiento rectilíneo y uniforme* 154
• *Movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado* 154
• *Ecuaciones de la caída de Graves* 156
• *Transformación de velocidades en kilómetros por hora a metros por segundo e inversa* 156

— PRACTICAS A REALIZAR 156

CAPITULO VII
LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES 157

— CONCEPTO 157
— DIFERENCIA ENTRE INFORMAR E INVESTIGAR 157
• *Información del accidente* 157
• *Investigación del accidente* 158
— IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION 158
— QUIEN DEBE REALIZAR LA INVESTIGACION 159
— CUALIDADES DE UN BUEN INVESTIGADOR 161
— Preparación especial 161
— Objetividad 161
— Ser positivo 161
— Adaptabilidad 162
— Comportamiento adecuado 162
— FASES DE LA INVESTIGACION 162
— Recogida de datos 162
— Estudio de los datos 162
— Reconstrucción del accidente 162
— Causas que determinaron el accidente 162

CAPITULO VIII
PREPARACION DEL PERSONAL PARA LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES 163

— NECESIDAD DE LA PREPARACION DEL PERSONAL DEL EQUIPO 163
— CONOCIMIENTO DE LAS NORMAS QUE RIGEN LA INVESTIGACION 163
— INSTRUCCION PRACTICA DEL INVESTIGADOR 165
— CONOCIMIENTOS ESPECIFICOS 165
— MATERIAL 166
• *Elementos de seguridad* 166
• *Comunicaciones y transportes* 166
• *Equipo de investigación* 166
• *Material para anotaciones* 166
• *Conservación del material y equipo* 166

— ARCHIVOS 167
— PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION 167
— MISION GENERAL 167
— SERVICIO DE RETEN 168
— ACTUACION AL ENTERARSE DEL ACCIDENTE 168
— La gravedad del accidente 169
— Volumen de tráfico 169
— La hora del día 169
— Conducción 169
— AL LLEGAR AL LUGAR DEL ACCIDENTE 169
A) Fuego 169
B) Los vehículos que se aproximen 170
— DESPUES DE SALIR DEL LUGAR DEL ACCIDENTE 170
— ACCIDENTES 171

CAPITULO IX
INTERROGATORIO DE CONDUCTORES 173

— LA COMUNICACION 173
• *Factores que inciden en el elemento personal, emisor y receptor del proceso de comunicación* 173
• *Dificultades en el canal* 174
• *Circunstancias en el feed-back que afectan a la comunicación* 174
— EL INTERROGATORIO COMO PARTE DE LA INVESTIGACION 174
— EL PRINCIPIO DE LA OBTENCION DE INFORMACION 174
• *Objetividad* 174
• *Positividad* 176
• *No sugerir las respuestas* 177
• *Evitar las discusiones* 177
• *Adaptabilidad* 177
• *Compruebe las manifestaciones* 177
• *Sea diplomático* 178
• *No aturdir a la gente* 179
— LOS CONDUCTORES COMO FUENTES DE INFORMACION ... 179
• *Localizar a los conductores* 179
• *Problemas personales* 180
• *Racionalización* 181
• *Evasión de la responsabilidad* 181

• *Amnesia retrógrada* 181
• *Falta de observación* 182
• *Cuándo y dónde preguntar* 182
— QUE CLASE DE INFORMACION HAY QUE OBTENER DE LOS CONDUCTORES 183
• *Identificación del conductor* 183
• *Circunstancias del accidente* 183
• *Acción evasiva* 186
• *Plan de viaje* 186
• *Posible contribución del conductor al accidente* 187
— NOCIONES SOBRE INTERROGATORIOS A DELINCUENTES .. 187
• *Número de interrogadores* 188
• *Sala de interrogatorio y colocación de las personas* 188
• *Elección del momento del interrogatorio* 189
— OBTENCION DE INFORMACION DE LOS TESTIGOS 190
• *Localización de los testigos* 190
• *Clases de testigos* 193
• *La edad en el testimonio* 193
— OBTENCION DE INFORMES DE LOS PASAJEROS 195
— *Diferentes métodos para el interrogatorio* 196
— Método directo 196
— Método indirecto 197
— Método emotivo 197
— Método subterfugio 198
— Método exageración 198
— Método comprensivo 198
— Método de culpar a otro 198
— Método repetitivo 198
— Método de desconcertar 198
— Método de amabilidad 199
— Método de la indiferencia 199
— Método de exaltación del interrogado 199

CAPITULO X
LA VIA. ESTRUCTURA. CONDICIONES. TRAZADO 201

10.1. LA VIA. ESTRUCTURA 201
10.2. CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO 204
• *Ejecución* 204
• *Desgaste* 204

- *Surcos* 205
- *Baches* 206
- *Bordillos. Medianas* 206
- *Bordes* 207
- *Arcenes* 208
- *Observación final* 208

10.3. TRAZADO 209

- *Intersecciones* 210
- *Curvas* 212
- *Cambios de rasante* 214
- *Rampas y pendientes* 215
- *Estrechamientos* 215

10.4. ORDENACION DEL TRAFICO. SEÑALIZACION 216

Anexo número uno.— DESCRIPCION DE TERMINOS 220

Anexo número dos.— DESCRIPCION DEL FIRME 222

Anexo número tres.— GUIA PARA EL INVESTIGADOR 223

CAPITULO XI
FACTORES EXTRINSECOS QUE MODIFICAN LA VIA. EL AMBIENTE 227

11.1. CONSIDERACIONES GENERALES 227
11.2. CONDICIONES ATMOSFERICAS 227
11.3. OBSTACULOS 232
11.4. OBSTRUCCIONES VISUALES 233
11.5. DESLUMBRAMIENTO 237
11.6. LOS COLORES Y LA SEGURIDAD 241

CAPITULO XII
EL VEHICULO COMO FACTOR DEL ACCIDENTE 243

— INTRODUCCION 243

— SEGURIDAD ACTIVA Y SEGURIDAD PASIVA 246

- *Elementos y tendencias en la seguridad activa de los vehículos* 247

— Condiciones ergonómicas 249
— Visibilidad 250
— Señalización 251

— Sistema de control de vehículos 252
— Comportamiento dinámico del vehículo 252
— SISTEMA ANTIBLOQUEO DE RUEDAS 253
• *Antecedentes* 254
• *Situación normativa* 256
• *Ventajas del sistema* 257
• *Inconvenientes* 258
• *Comportamiento en accidentes* 258
— DISTANCIAS DE FRENADO 258
— HUELLAS 261
— Fiabilidad de los componentes críticos 263
• *Elementos fundamentales y tendencias en la seguridad pasiva de los vehículos* 263
— Resistencia de la estructura 264
— Retención de los ocupantes 264
— Superficies interiores y vidrios 265
— Evacuación rápida de viajeros en caso de accidente 266
— Otros elementos de seguridad pasiva 266
— RESUMEN 266
— PARTES DEFECTUOSAS O DAÑADAS 267
— VOLUMEN, PESO, FIGURA Y METODO DE CARGA 268
— LAS MANIFESTACIONES 269
— HUELLAS EN EL PAVIMENTO 270
— PARTES DEL VEHICULO QUE SON MAS PROPENSAS A CONTRIBUIR A LOS ACCIDENTES 270
• *Los neumáticos* 270
• *Las ruedas* 270
• *La suspensión* 270
• *La dirección* 271
• *Los frenos* 271
• *El motor* 271
• *La carrocería* 271
• *Los parabrisas* 272
• *Los faros* 272
• *Las luces* 272
• *Las señales luminosas* 272
• *Los limpiaparabrisas* 272
• *Espejos retrovisores* 272
• *Los pasajeros* 272
• *Los cargamentos* 273

— FORMA DE LLEVAR A CABO LA INVESTIGACION 273
• *Fallo del vehículo* 273
• *Defectos persistentes* 274
— CONDICIONES ILEGALES DESCUBIERTAS EN LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES 275

CAPITULO XIII
NEUMATICOS. CONSTITUCION. CARACTERISTICAS. DESGASTE 277

13.1. GENERALIDADES 277
13.2. ESTRUCTURA 278
13.3. MARCAJES 283
13.4. FUNCIONES Y PECULIARIDADES TECNICAS 286
13.5. RECAUCHATADO Y REESTRUCTURADO 292
13.6. DESGASTES 293

CAPITULO XIV
EXAMEN DE NEUMATICOS TRAS EL ACCIDENTE 299

14.1. NIVELES DE INVESTIGACION 299
14.2. REGISTRO DEL EXAMEN TECNICO DEL NEUMATICO ... 302
14.3. DESCRIPCION DE ANORMALIDADES 303
14.4. LO QUE MUESTRAN LAS ANORMALIDADES 312
14.5. OPINIONES 316

CAPITULO XV
EL HOMBRE COMO FACTOR DEL ACCIDENTE 321

— INTRODUCCION 321
— «MANERA DE PROCEDER» O «COMPORTAMIENTO» 323
— FACULTADES NATURALES 324
• *Deficiencias sensoriales y perceptivas* 324
• *Deficiencias mentales y nerviosas* 335
• *Deficiencias físicas (musculares y osteológicas)* 336
— LAS ACTITUDES TECNICAS 338
• *Capacidad* 338
• *Observación* 339

- *Conocimientos de acción evasiva* 339
- *Pericia* 339
- *Conocimientos prácticos* 341

— EL CARACTER 342

- *Aspectos generales* 345
- *Otras consideraciones* 348

CAPITULO XVI
EL HOMBRE COMO FACTOR DEL ACCIDENTE *(Continuación)* .. 253

— TIEMPO DE REACCION 353

- *Clases de reacciones* 353
- *Circunstancias que afectan al tiempo de reacción* 354
- *Pruebas de reacción* 356
- *Tiempo de percepción o diferencias entre puntos de percepción* ... 356

— ATENCION Y DISTRACCIONES 357

- *Atención* 357
- *Las distracciones* 358

— OBTENCION DE PRUEBAS DE LAS ENFERMEDADES 380

— FORMA DE LLEVAR A CABO UN INTERROGATORIO 381

- *Condiciones del conductor y del peatón* 381
- *Claves de reconocimiento* 381
- *Observación* 382
- *Concurrencias de factores* 382
- *Distracciones* 383
- *Preguntas tipo* 383
- *Informe técnico* 384

— *Requisitos legales inherentes al permiso de conducción* 384

- *Consideraciones prácticas* 384

CAPITULO XVII
ESTUDIO DE LOS INDICIOS DE LA VIA 387

— JUSTIFICACION 387

— RESTOS 389

- *Residuos de las partes inferiores de los vehículos* 389
- *Partes o piezas del vehículo* 391

• *Fluidos del vehículo* 392
• *Cargamento líquido* 394
• *Cargamento sólido* 396
• *Materiales de la carretera* 396
• *Sangre y ropas* 398
— DAÑOS A OBJETOS FIJOS 398
— MARCAS DEJADAS POR PARTES METALICAS SOBRE EL PAVIMENTO 400
• *Arañazos* 400
— Tipo de arañazos 400
— Confrontación 401
— Dirección 401
— Duración 402
• *Hendiduras* 402
— Confrontación 403
— Tipos 403
— Duración 404
• *Raspaduras* 404
• *Surcos* 404
— COMPORTAMIENTO DE VEHICULOS 404
• *Colisión* 405
— RECOGIDA, FOTOGRAFIADO, GRABADO, TRASPLANTE Y MEDICION DE LOS INDICIOS DE LA VIA 412

CAPITULO XVIII
INVESTIGACION DE LOS INDICIOS DE LA VIA (II) 419

18.1. COMPORTAMIENTO DE RUEDAS Y VEHICULOS 419
18.2. SEÑALES DE NEUMATICOS 427
• *Clases* 428
18.3. HUELLAS DE FRICCION 433
• *Por aceleración* 434
• *Por deceleración* 434
• *Laterales* 434
18.4. HUELLAS DE FRENADO 436
• *Lo que indican las huellas de deslizamiento* 436
• *Comienzo de las huellas de deslizamiento* 437
• *Final de las huellas de deslizamiento* 438
• *Huellas de deslizamiento superpuestas* 439

- *Irregularidades en las marcas de frenado* 442
- *Duración de las huellas de deslizamiento* 443
- *Protección de las huellas* 444
- *Necesidad de confrontar el vehículo que originó las huellas* ... 444
- *Forma y longitud de las huellas de deslizamiento* 445

CAPITULO XIX
INVESTIGACION DE DAÑOS EN LOS VEHICULOS 449

— DAÑOS Y ESTADO DEL VEHICULO 449
— RECONOCIMIENTO DEL VEHICULO 454
- *Observación inicial* 454
- *Procedimiento preliminar* 454
- *Reconocimiento final* 456
- *Reconocimiento tardío* 456
- *Autoridad para el reconocimiento* 457

— DEDUCCION POR LOS DAÑOS DE COMO OCURRIO EL ACCIDENTE 457
- *Examen de los desperfectos* 457
- *Punto de colisión inicial y dirección de la fuerza* 458
- *Determinación de la violencia del impacto* 458
- Señales en calzada 459

— EXAMEN DE LAS CAUSAS DE LESIONES A LOS PASAJEROS Y DE DAÑOS A LAS MERCANCIAS 461
- *Daños en los interiores causados por los pasajeros o por el flete* .. 461
  — Causas internas de lesiones 461
- *Posibilidad de expulsión de los pasajeros* 461
  — Causas externas de lesiones 461
- *Lesiones a los peatones que tienen lugar como resultado del contacto con el behículo u otro objeto, como otro vehículo, bordillo o poste* 462
  — Atropello de frente 462
  — Atropello de lado 462
  — Atropello por detrás 462
  — El coche le pasa por encima 462

— REGISTRO DE LA INFORMACION SOBRE EL ESTADO DEL VEHICULO 462
- *Notas suplementarias* 463
- *Esquemas* 463
- *Las fotografías* 463
- *Declaraciones* 463

— SIMULACION DE ACCIDENTES 463
• *Mecanismo de dirección* 463
• *Frenos* 464
• *Embrague* 465
• *Neumáticos* 465
• *Pintura y chapa* 467
• *Alumbrado* 468

CAPITULO XX
MEDICIONES Y DIAGRAMAS EN LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES 478

— IMPORTANCIA DE LAS MEDIDAS 478
— QUE ES LO QUE HAY QUE MEDIR 479
— REGISTRO DE IDENTIFICACION DE LAS MEDICIONES 479
• *Formularios especiales* 479
• *Esbozo de la escena* 480
• *Datos complementarios* 481
— MATERIAL 483
— MEDICIONES DE DISTANCIAS 484
• *Precauciones* 484
• *Las marcas de tiza en las fotografías* 484
• *Las distancias inferiores a 3 metros* *485*
• *Mediciones desde 3 metros a la distancia total de la cinta* 485
• *Mediciones más largas que la longitud de la cinta* 486
• *Mediciones en superficies sin pavimentar* 486
• *Mediciones sobre lugares difíciles* 487
• *Mediciones con la rueda* 487
• *Equivocaciones al tomar las medidas* 487
• *Condiciones ambientales* 488
• *Las mediciones ante la Justicia* 489
• *Precisión de las medidas* 489
— MEDICIONES URGENTES 490
• *Urgencia de las mediciones* 490
— Temporales o eventuales 491
— Duraderas 491
• *Procedimiento general* 491
• *Puntos fijos* 492

• *Localización por coordenadas* 493
• *Triangulación* 495
— A dos puntos próximos 497
— Casos complicados 498
— MEDICIONES ADICIONALES 499
— Mediciones a escala 499
— Mediciones necesarias 499
— Desalineaciones 500
— Sencillas 501
— Dobles 501
— Angulos 502
— Angulos y desalineaciones 504
— Radios de curvas 506
— Grado de la curva 506
— Curvas grandes 508
— Método de coordenadas 509
— PENDIENTE E INCLINACION 510
— MEDICIONES DE DESNIVEL CON PLANTILLA 511
— OTRAS FORMAS DE CALCULAR LA PENDIENTE 513
a) Con eclisimetro 513
b) Con la cinta métrica 514
— PERALTE O DECLIVE 514
— ALTURAS O PROFUNDIDADES 514
— REALIZACION COMPLETA DEL CROQUIS 515
— Clases de planos 515
— Ayuda técnica 517
— Planificación 517
— Empleo de la plantilla 518
— Construcción de ángulos 518

CAPITULO XXI
RECOGIDA DE MUESTRAS Y PRUEBAS 521

— INTRODUCCION 521
— LAMPARAS DE VEHICULOS 521
— GRASAS 523
— MATERIAS ORGANICAS 525
— PARTES Y PIEZAS DEL VEHICULO 525
— ROPAS 526

— OTRAS 527
— FORMA DE MANDAR LAS MUESTRAS 527
— ATESTADO, INFORME TECNICO, CROQUIS 527
— LAS FOTOGRAFIAS Y EL INFORME FOTOGRAFICO EN EL ACCIDENTE 528
— LAS FOTOGRAFIAS 528
— NORMAS PARA LA OBTENCION DE LAS FOTOGRAFIAS 530
— TAMAÑO 530
— EL INFORME FOTOGRAFICO 531
— ¿Cuándo se deben hacer las fotografías? 531
— ¿Qué se debe fotografiar? 531
— NOTAS AL PIE DE LAS FOTOGRAFIAS 532
— TIPO DE FOTOGRAFIAS 532
— Panorámicas 532
— Huellas de frenada 533
— Punto de conflicto 533
— Posición del cadáver 533
— Posición final de los vehículos 534
— Desperfectos de los vehículos 534
— MODELO DE INFORME TECNICO 535

CAPITULO XXII
DETERMINACION DE LA VELOCIDAD 565

22.1. LEGISLACION 565
22.2. POSIBILIDAD DE DETERMINACION 566
• *Cálculo de la velocidad* 566
• *Fórmula y cálculo de cada factor* 573
• *Diagramas* 575
• *Problema ejemplo* 576

CAPITULO XXIII
LA RECONSTRUCCION DE ACCIDENTES 579

23.1. CONSIDERACIONES PREVIAS 579
23.2. MODELOS DE RECONSTRUCCION 580
23.3. DATOS. OBJETIVOS Y SUBJETIVOS 581
23.4. ELEMENTOS DE ESTUDIO 581
23.5. SUPUESTOS PRACTICOS 582

CAPITULO I

EL TRAFICO. PREVENCION. CONCEPTO DE ACCIDENTE

1. El tráfico. Consideraciones previas.

— La rueda fue uno de los inventos más revolucionarios en la antigüedad, puesto que inició el «tráfico», es decir, la posibilidad de elevar la disponibilidad de traslado de personas y mercaderías y con ello, de evolucionar la economía y las potestades territoriales.

— Desde las viejas calzadas romanas hasta nuestras modernas autopistas la técnica ha posibilitado innumerables ventajas para la humanidad:

• En primer lugar, la *economía* tiene uno de sus pilares en el tráfico de mercancías. Es sabido, que una región incomunicada difícilmente se halla desarrollada. La paralización del transporte de mercancías podría generar el colapso vital de un país. El consumo depende básicamente del tránsito de bienes. La carretera soporta un 92 % de dicho transporte, en tanto que el ferrocarril sólo absorbe el 8 % restante. Por la red viaria española circulan alrededor de un millón de vehículos de transporte, lo que da una idea del alcance del sostén vial a la economía. La orografía de nuestro país es responsable de esa proporción. De otra parte, casi un millón de personas viven de la industria del automóvil y sus derivados; las empresas del ramo ejercen una notable influencia cerca de las Autoridades para variar los componentes que inciden en el tráfico, (ejem.: matriculación de ciclomotores, utilización de cascos y medidas de seguridad, etc.).

• En segundo lugar, en el tráfico *sociológicamente* considerado, el vehículo es un medio profesional, artículo de primera necesidad y elemento indispensable de trabajo para un gran número de personas. Es difícil imaginar la actividad del ocio del ciudadano medio sin el automóvil: fines de semana, «puentes», vacaciones, etc., implican el movimiento masivo de la población. El tráfico es cultura y elemento de relación.

Pero esas ventajas reseñadas no van solas: existen *servidumbres:*

• Las dimensiones que ha alcanzado el problema del *estacionamiento* en grandes ciudades suponen en la mayoría de ellas que sea el primer asunto a resolver por los respectivos Ayuntamientos.

• La complejidad de la técnica, origina peligros concretos, exigencias que el hombre no es capaz de resolver por sus deficiencias y sobreviene el *accidente* con sus magnitudes y secuelas. Estamos muy lejos de aquella norma del año 1900 que señalaba como límite maximo de velocidad el de 12 Km/h. en las travesías de los pueblos y las cifras luctuosas ahí están: en los países de la C.E.E. cada año perecen 55.000 personas; en Europa en el presente siglo, ha habido más de un millón de muertos por accidente de tráfico. En cambio y en el mismo período, en todo el mundo, fallecieron trescientas mil personas por terremotos y 5.000 por desastres aéreos. Detrás de esas cifras incuestionables, existe un mundo inconmesurable de derivaciones: más de 400.000 millones de pesetas por indemnizaciones en España y 70.000 invalideces anuales dan una mera idea del coste social y sanitario que para un país supone el accidente de tráfico.

Por último, y como tema secundario en nuestro propósito pero inevitablemente conexo, el tráfico ha hecho surgir un especial tipo de *delincuencia,* que no podemos olvidar. Las temeridades, las imprudencias, falsificaciones y sustracciones determinan que más del 50 % de las causas que se siguen en los juzgados lo sean por temas relacionados con el tráfico.

2. Prevención y responsabilidades

Como en todos los ámbitos preventivos, la accidentabilidad, puede paliarse adoptando medidas tendentes a impedir que se repitan las causas que la generan.

Corresponde a todas las Administraciones, desde la estatal hasta la local, pasando por la autonómica, la tarea de impulsar dicha prevención y crear los planes necesarios para disminuir los conflictos. La Administración actúa primariamente sobre los tres elementos del tráfico; educando al peatón, conductor y usuario, exigiéndole unas determinadas aptitudes para autorizar el hecho de conducir, motivando unas virtudes y normativizando su comportamiento mediante las oportunas disposiciones legales; creando las condiciones ergonómicas adecuadas de los medios del tráfico, desde la configuración y empleo de las vías hasta su señalización; regula, también, las condiciones técnicas de los vehículos y sus accesorios así como sus requisitos para circular. Secundariamente, debe disminuir los efectos del accidente una vez acaecido, para ello, crea redes de asistencia rápida y eficaz, impulsa la seguridad pasiva y reforma la vía. A su vez, crea el mecanismo judicial que castiga al culpable.

El Estado vigilante no debe permitir ni siquiera el predicado derecho «a ser

dueño de la propia autolesión». Toda muerte, invalidez o lesión por ligera que sea, origina un costo social que recae sobre el conjunto de los ciudadanos.

Con independencia de otros argumentos, nadie puede sentirse dueño de su propio destino, si con ello incide en la esfera patrimonial de los demás ciudadanos. De ahí la regulación obligatoria del uso del casco y cinturón de seguridad.

La exigencia del comportamiento correcto del conductor se ejerce a través de la policía del tráfico, encomendada generalmente a los Cuerpos de Seguridad, que compatibilizan la función disciplinaria del tráfico con la averiguación de las causas de los accidentes, la instrucción del documento judicial y la redacción estadística. Podríamos, pues, diferenciar los tres cometidos primordiales de nuestra presencia en las carreteras; primero, prevención correctora y ejemplarizante; segundo, instrucción del documento judicial para averiguar la causa del accidente, investigando y determinando las responsabilidades civiles y penales y, por último, formulación de impresos estadísticos de enorme utilidad para crear los elementos correctores necesarios de actuación de la administración sobre los distintos factores intervinientes en el accidente. Ninguno de los tres objetivos debe quedar marginado respecto de los demás. Corrigiendo conductas anómalas se evitan accidentes, investigando las causas se da el justo castigo al culpable y con el conocimiento de aquellas y su participación al organismo correspondiente de un modo preciso y técnico, se puede agilizar la eliminación de «puntos negros», la educación vial y la adecuación técnica y ergonómica de los vehículos.

En todo caso, el investigador e instructor de diligencias debe tener presente que de su incorrecto o equívoco proceder se puede derivar una injusta imposición de pena o indemnización económica y que por su desidia se pueden seguir produciendo accidentes que habrían podido evitarse con una información ajustada y puntual.

3. Accidente de tráfico. Concepto. Unidad de tráfico. Avería

El accidente, genéricamente considerado, es un suceso fortuito o eventual que altera el orden de las cosas, que involuntariamente origina daños en las personas u objetos. Debemos diferenciar netamente dicho concepto del suceso que ocasiona daños de modo querido por el sujeto actuante. Si un conductor atropella al peatón con la intención de producirle la muerte, no podemos considerar dicha acción como un accidente, sino como un delito doloso.

El término accidente está muy arraigado en la tradición, pero no está suficientemente definido si no lleva «el apellido», con la finalidad de concretarlo más al ramo del que se deriva. Así, existen accidentes laborales, deportivos, de mercancías peligrosas, etc. Está extendido el concepto de accidente de tráfico como aquél que sobreviene en las vías de circulación con ocasión del tránsito de vehículos. Inevitablemente debemos concretar más dicho concepto, con la necesaria advertencia

de que toda intención de delimitar la acepción tropezará siempre con otros intentos de mejorarla.

El término avería debe distinguirse del de accidente por cuanto aquél queda referido a una anormalidad del elemento mecánico que no necesariamente desemboca en siniestro y por lo tanto, no genera daños a terceros. Cuando un fallo mecánico origina un accidente de tráfico, la avería pasa a convertirse en causa dejando de ser un efecto.

Veamos a continuación las circunstancias necesarias que deben concurrir para que un determinado hecho se acepte como accidente de tráfico:

a) Suceso eventual. No intencionado, no querido el resultado por el responsable. Si un accidente de tráfico se ocasiona por un fallo en los frenos debido a que una tercera persona ha manipulado los mismos, con la intención de provocar el daño, por mucho que se pretenda no estaremos ante un accidente de tráfico.

b) Como consecuencia o con ocasión del tráfico. Supone la utilización de una vía abierta a la circulación, sea pública o no, por una o más unidades de tráfico. No debemos entender por accidente de tráfico el incendio de un vehículo en tanto que el origen de dicho accidente no haya sido provocado por el movimiento anómalo o colisión de aquél. Tampoco, si el incendio se inicia en un estacionamiento. El tráfico implica movimiento de un lugar a otro, por ende, carece de sentido considerar accidente de tráfico la caída de un objeto sobre un vehículo estacionado o hechos similares, tales como la apertura súbita de una portezuela de una furgoneta que golpea a un peatón.

c) Con intervención de al menos un vehículo gobernado o no. Cuando un peatón se golpea con una señal de tráfico o se cae en la calzada y se lesiona, no es un accidente de tráfico. Es irrelevante que el vehículo sea gobernado o no, así, el que se desliza por una pendiente debido a que fue estacionado sin frenos y atropella a un peatón. Cabe en el concepto la caída de un ciclista.

d) Con producción de una situación anómala en el normal discurrir de la circulación. No estamos ante un accidente cuando la lesión del conductor se produce, por ejemplo, por un golpe de otro usuario, o por un objeto lanzado desde el exterior, sin que la trayectoria del vehículo se irregularice y genere otros daños.

e) Con resultado de muerte o lesiones en las personas, y/o daños en las cosas o animales. Si un turismo derrapa y queda en posición invertida al sentido de marcha que llevaba sin daño alguno, estaremos ante una maniobra irregular pero no ante un accidente de tráfico.

— Como se aprecia en esta clase de eventos están implicados, de ordinario, vehículos de motor pero, también pueden intervenir peatones, ciclistas, ciclomotores y por cualquier tipo de vehículo o artefacto capaz de circular por la vía. Como

principio general, admitimos que no puede haber accidente de tráfico en el que al menos, no participe directa o indirectamente una persona. Establecido lo anterior, debemos definir la unidad de tráfico como: Toda persona que haga uso de la vía pública con o sin vehículo, cualquiera que sea este.

4. El concepto normativo de accidente de tráfico

La Orden de 13 de Marzo de 1981 de Presidencia de Gobierno, establece como accidente de tráfico el que reúne las siguientes circunstancias:

a) Que se produzca en una vía abierta a la circulación pública o tenga en ella su origen.
b) Que a causa del mismo, una o varias personas resulten muertas o heridas o se produzcan daños materiales.
c) Que al menos un vehículo en movimiento esté implicado.

Se considera que un vehículo está implicado en un accidente si éste se produce en una o varias de las condiciones que se detallan a continuación:

— Que el vehículo entre en colisión con otro u otros, ya estén en movimiento, parados o aparcados; con peatones, con animales o con algún obstáculo.
— Que sin entrar en colisión, las personas muertas o heridas sean el conductor y/o los pasajeros del vehículo o se hayan producido daños materiales.
— Que el comportamiento del conductor o de los pasajeros del vehículo se considere como uno de los elementos que han provocado el accidente.
— Que las condiciones atmosféricas o el estado de la carretera haya hecho perder al conductor el dominio de su vehículo y que tal pérdida haya sido considerada como uno de los elementos que han dado lugar al accidente.
— Que el estado del vehículo sea estimado como una de las causas que han producido el accidente.
— Que el vehículo esté parado, pero colocado en forma peligrosa y que su estacionamiento sea considerado como uno de los elementos causantes del accidente.
— Que el conductor o uno de los pasajeros del vehículo haya sido arrollado por otro en el momento en que subía o descendía de aquél en este caso, los dos vehículos están implicados en el accidente). Sin embargo, si el conductor o el pasajero ha sido arrollado cuando se alejaba del que había descendido, solamente el vehículo que lo ha arrollado debe ser considerado como implicado en el accidente y el conductor o el pasajero del primer vehículo será considerado (en este caso) como un peatón.

Nota.— En el caso de que un peatón que entra en la calzada estuviera oculto por un vehículo parado o en marcha, éste no debe contarse entre los implicados en accidente, a menos que se encuentre en alguno de los casos mencionados anteriormente.

Accidente mortal: Es todo aquel en que una o varias personas resultan muertas.

Accidente con heridos: Es todo aquel en que no hayan resultado muertos, pero en que una o varias personas resulten heridas.

Accidente sólo con daños materiales: Son aquellos en que no hayan resultado muertos ni heridos.

Víctima: Es toda persona que resulte muerta o herida como consecuencia de un accidente.

Muerto: Es toda persona fallecida en el acto o como consecuencia del accidente, dentro de las veinticuatro horas siguientes al mismo.

Herido: Es toda persona que no ha resultado muerto en un accidente, pero que ha sufrido una o varias heridas graves o leves.

Heridas graves: Se consideran como tales las fracturas, conmociones, lesiones internas, aplastamientos, cortes o desgarrones graves, «shock» general grave que necesite un tratamiento médico y cualesquiera otras lesiones graves que requiera hospitalización.

Heridas leves: Se consideran como tales las heridas secundarias, tales como torceduras o contusiones. Las personas que se quejen de haber sufrido un «shock», pero que no hayan experimentado otras heridas, no deberán considerarse en estas estadísticas como heridas, salvo en el caso de que presenten síntomas muy claros de «shock» y hayan recibido u tratamiento médico o hayan parecido tener necesidad de cuidados médicos.

Conductor: Es toda persona que lleve la dirección de un vehículo, que guíe animales de tiro, de carga o de silla, o conduzca rebaños por una carretera.

Pasajero: Es toda persona que no sea el conductor y se encuentre sobre el vehículo o en su interior.

Peatón: Es toda persona que no sea ni conductor ni un pasajero, de acuerdo con las definiciones anteriores. Se consideran también como peatones las personas transportadas por uno de los siguientes medios de desplazamiento: coche de niño, silla de inválido con ruedas y sin motor, carro de mano, etcétera, o que manejen dichos medios de desplazamiento. Son igualmente peatones las personas que se ocupan de la reparación del motor de un vehículo, de cambiar un neumático, etc., y personas que circulan sobre patines con ruedas, etc.

5. El accidente ocasionado por fuerza mayor. Caso fortuito

No debemos soslayar que la tarea del investigador de accidentes al averiguar las causas que provocan los mismos, puede tropezarse con un tipo de supuestos cuyo origen difiere de la mayoría de los demás primordialmente porque el hombre nada pudo hacer para evitarlos.

El jurista ha denominado a dichos eventos como caso de *fuerza mayor* o caso fortuito, concretando los primeros como aquellos que sobrevienen debido a la acción inesperada de la naturaleza, quedando el hecho fortuito para aquellas situaciones que, sin proceder de catástrofes, no permiten otro obrar humano. Es indudable que el jurista apreció, la realidad y la adaptó dándole un lenguaje jurídico. Comoquiera que la labor del investigador siempre o casi siempre conduce ante la Autoridad Judicial, no debe olvidar que este tipo de ocurrencias se le pueden presentar y está obligado a precisar con enorme y exquisita exactitud cuando se sospeche de su presencia ante la posible exculpación de cualquier responsabilidad humana. Modelo de accidentes de tráfico cuya causa eficiente ha sido la fuerza mayor pueden ser:

- — Aparición de una grieta en la calzada, que lleva al accidente, debido a un corrimiento de tierras, desprendimiento, terremoto o cualquier otro elemento natural.
- — Salida de la vía debido a la pérdida de capacidad del vehículo para adherirse al firme ante la presencia de una considerable cantidad de agua.
- — Inundaciones, riadas.
- — Caídas de piedras, árboles y otros objetos.
- — Incidencia de rayos sobre algún vehículo.
- — Cualquier otro supuesto similar.

El *caso fortuito,* acoge los hechos que, a diferencia de los anteriores, no son iniciados por elemento natural alguno, y en cambio,aportan una intervención humana, de tercera persona, de un modo remoto o indirecto. Ejemplos que podrían citarse:

- — Deslizamiento debido a una mancha de aceite o similar, desconociéndose al autor de la negligencia.
- — Colocación de algún obstáculo ignorando la identidad del que lo situó.
- — Rotura de alguna pieza mecánica de modo imprevisto.
- — Reventón de neumático por defecto de fábrica,estando aparentemente en buen estado.

Para eximir de responsabilidad al presunto causante de un accidente de tráfico se requiere que el mismo haya sido *inevitable* e *imprevisible* para el productor.

Si un accidente fue *inevitable pero previsible,* implica cierta asunción de riesgo y con ello, culpabilidad. (Si un muchacho sale tras un balón en una vía urbana, y

es atropellado por un turismo, el conductor del mismo a pesar de circular a velocidad adecuada, debió prever que tras una pelota suele correr un niño.)

Si el accidente fue *imprevisible pero evitable,* también hay culpabilidad por parte del conductor. (Así, no se puede prever la aparición de un animal en el centro de la calzada, pero si en un tramo recto con excelente visibilidad de modo que permite la acción evasiva del conductor y a pesar de ello, sobreviene el accidente, realmente ha existido una falta de atención o una impericia del responsable.)

Es conveniente resaltar que no debe equipararse, como con relativa frecuencia se hace, el caso fortuito al fallo mecánico, puesto que éstos en ocasiones vienen dados por una verdadera negligencia del conductor o titular del vehículo. Si se aprecian constantemente deficiencias en el frenado y no se acude a remediarlo debidamente, no estamos, como decíamos, ante un hecho fortuito, sino ante una clara omisión del conductor habitual.

CAPITULO II

EVOLUCION DEL ACCIDENTE

2.1. El espacio y el tiempo en el accidente

El accidente, a pesar de su rapidez, no se produce de una manera instantánea, sino que sufre una evolución que se desarrolla en el tiempo y en el espacio mediante una serie de circunstancias sucesivas que se van encontrando hasta producir el resultado.

El tiempo ha de ser reconstruido a base de «momentos» en los cuales las personas que intervienen en el accidente han debido de obrar de una manera determinada y lo han hecho o no.

En el espacio existirán «áreas» o «zonas» en las que los hechos se producen y, dentro de ellas, determinados «puntos», en donde situar acciones concretas. El conjunto de un «momento» y un «punto» será la «posición». La unión de varias posiciones dará lugar a una «fase» del accidente.

En la clasificación clásica y mayormente aceptada por los investigadores españoles, pueden distinguirse tres fases:

1.ª Fase de percepción.
2.ª Fase de decisión.
3.ª Fase de conflicto.

Ver figura 2.V.

2.1.1. *Fase de percepción*

Está delimitada inicialmente por el punto de percepción posible y finaliza en el punto de conflicto. Es la fase más amplia del accidente, y abarca a las otras dos fases, teniendo en cuenta que el conductor o peatón percibe todo el proceso en el

que se ve implicado. Cuando esto no es así lo que ocurre es que desaparece o puede desaparecer la fase de decisión, como veremos.

Llamamos PUNTO DE PERCEPCION POSIBLE (P.P.P.), al momento y lugar donde el movimiento o condición *inesperada o extraordinaria* puede haber sido percibido por una persona *normal*. Este punto se da antes o en el mismo momento de la percepción real.

Debe determinarse correctamente, ya que servirá de base para valorar la conducta de las personas que intervienen en el accidente. La diferencia entre la situación del punto de percepción real y el posible da el grado de atención, la posibilidad de maniobra.

EL PUNTO DE PERCEPCION REAL (P.P.R.), es el momento y lugar en el cual el conductor o peatón percibió realmente por primera vez el peligro o la situación anormal. Mientras que el punto de percepción posible es puramente objetivo, es decir, siempre se podrá comprobar sobre el terreno en la inspección ocular, el real se subjetiviza, o sea, que es un elemento difícilmente determinable sin la manifestación del conductor o peatón.

El real es siempre posterior o coincide con el posible. Fijar el momento de percepción real es muy importante, ya que sirve para indicar la presencia de factores físicos o psíquicos en el implicado, que hayan podido influir en la valoración de sus actos.

El real puede no existir o estar tan cerca del de conflicto que no se distinga de él. La circunstancia de existir poca diferencia de espacio y tiempo entre la percepción posible y el conflicto exculpará de responsabilidad, por encontrarse ante un caso fortuito, a no ser que él mismo provocase la escasa diferencia de espacio y tiempo. Cuando no haya habido percepción real, a pesar de existir gran diferencia de espacio y tiempo entre la percepción posible y el conflicto, demostrará negligencia o descuido por parte del usuario.

AREA DE PERCEPCION, «englobando el área de maniobra, la cual comprende las fases de decisión y de conflicto, sucesivas a la fase de percepción». La que comprende desde el punto de percepción posible al punto final (P.F.).

2.1.2. *Fase de decisión*

Lograda la percepción real, le sigue la fase de decisión que es aquella en la que el conductor o el peatón, reacciona ante el estímulo anterior.

La fase de decisión puede quedar anulada por la rapidez de producción de los acontecimientos, llegando en algunos casos a no existir, habiendo únicamente percepción y resultados.

Por ello, habrá de tenerse en cuenta la diferencia de tiempo y espacio entre el P.P.R. y el P.C. para deducir las consecuencias correspondientes e investigarlas.

Está delimitada por el PUNTO DE DECISION (P.D.) que la inicia y el PUNTO CLAVE (P.CL.).

Es el tiempo que tarda el conductor en comprender la situación, tomar una decisión y efectuar la maniobra de evasión.

Desde que el conductor o peatón se da cuenta del peligro hasta que actúa con el fin de soslayarlo, transcurre un tiempo que se llama *tiempo de reacción.* Este período de tiempo consta de tres fases: primera, *la llegada* de los estímulos exteriores (no siempre, pues en acciones reflejas la orden no pasa por el cerebro); la segunda, *la intelección,* durante la cual el cerebro, una vez recibidas las sensaciones exteriores por medio de los sentidos, se apercibe del peligro y elabora los medios para soslayarlo, y tercera, la *volición,* durante la cual la voluntad del usuario se decide a actuar.

Para mayor claridad, pondremos un ejemplo: Un conductor circula por la carretera con un vehículo; en un momento dado sus sentidos de la vista y del oído le indican que, a unos cien metros, viene un gran camión en sentido contrario, por el centro de la calzada, datos que comunican al cerebro. Este, una vez recogidos los datos, los relaciona e inmediatamente acuerda los medios para soslayarlo (intelección). A la vista de estos juicios, la voluntad se decide a actuar (volición).

El TIEMPO DE REACCION es variable y oscila con arreglo a la edad, el estado físico o psíquico. A edades elevadas, cansancio, desatención, aumenta el tiempo de reacción oscilando de 0,4 a 2 segundos.

MANIOBRA DE EVASION, es la maniobra o conjunto de ellas que efectúa el usuario para evitar que el accidente se produzca.

Las maniobras evasivas pueden ser SIMPLES o COMPLEJAS. A su vez pueden ser PASIVAS o ACTIVAS.

2.1.2.1. *Maniobras de evasión simples más frecuentes*

Las utilizadas con más frecuencia, son las siguientes:

A) Tocar el claxon: Mediante esta maniobra de evasión, en realidad, se descarga la realización de la maniobra en otra persona (peatón o conductor) advirtiéndole de la existencia o posibilidad de existencia de un conflicto. Fallará en determinadas personas, como los sordos o los que se encuentran sin conocimiento por cualquier causa.

B) Dar destellos de luz intensiva: Es similar a la anterior, con mayor alcance y con los mismos inconvenientes.

Estas dos anteriores las denominaremos: Maniobras de Evasión Simples Pasivas. Las activas son las siguientes:

C) Disminuir la velocidad: Si no se consigue evitar el accidente, aminorará sus consecuencias.

D) Detención del vehículo.
E) Aumentar la velocidad: En ocasiones resulta útil pero de no lograrse evitar el accidente, aumentará normalmente sus consecuencias, excepto en el caso de los alcances si la realiza el vehículo alcanzado.
F) Giro a la izquierda o a la derecha: El giro violento o paulatino puede suponer ya en sí mismo un peligro pues puede arrollarse a una persona o introducirse en los carriles de circulación contraria creando un peligro mayor. En muchas ocasiones, por no atropellar a un perro u otro animal de pequeño volumen, se ha dado ocasión a una colisión frontal o a un despeñamiento.
G) Estando el vehículo parado, dar marcha atrás.

2.1.2.2. *Complejas*

Resulta de la utilización conjunta de varias de las anteriores, por ejemplo:

A) Disminución de la velocidad y giro.
B) Disminución de la velocidad y toque de claxon.
C) Disminución de la velocidad y destello luminoso.
D) Aumento de la velocidad y giro.
E) Giro y toque de claxon.

En algunas ocasiones, la maniobra de evasión consiste en elegir un accidente menor, por ejemplo, para evitar una colisión frontal, salida de la calzada y vuelco.

2.1.2.3. *Area de maniobra*

La acción evasiva se realiza sobre un determinado espacio que se conoce con el nombre de Area de Maniobra. Este área comienza en el punto en que el conductor apercibido puede iniciar la maniobra normal confortablemente.

Dentro del área de maniobra se encuentra siempre el P.D. y pueden hallarse los P.P.P. y P.P.R., aunque este caso es casi imposible.

Varía con la actividad del tráfico y pueden darse los tipos reflejados en las figuras siguientes:

Figura 2.I
Figura 2.II
Figura 2.III
Figura 2.IV.

(Realizar ejercicios sobre los Puntos y Areas anteriormente estudiados, con supuestos de accidentes.)

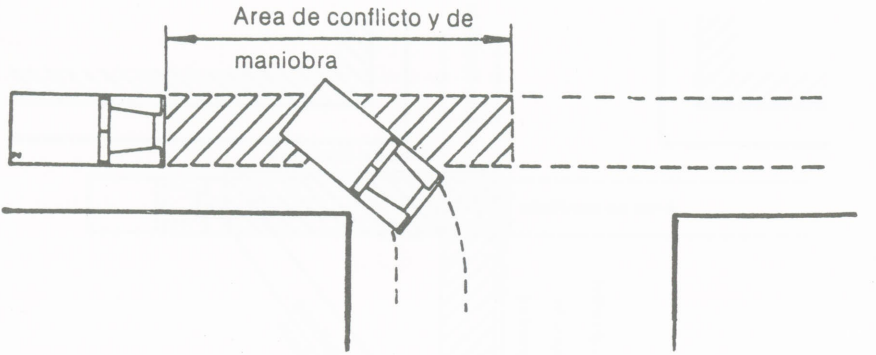


Fig. 2.I. Derivación

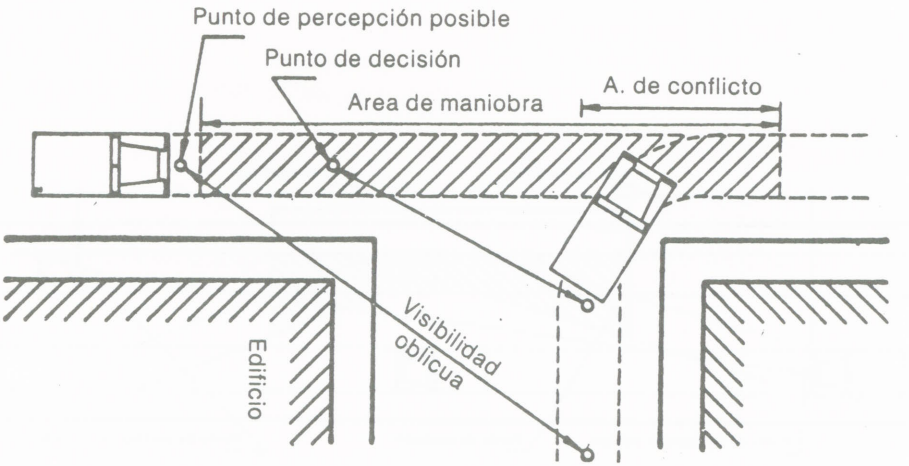


Fig. 2.II. Inmersión

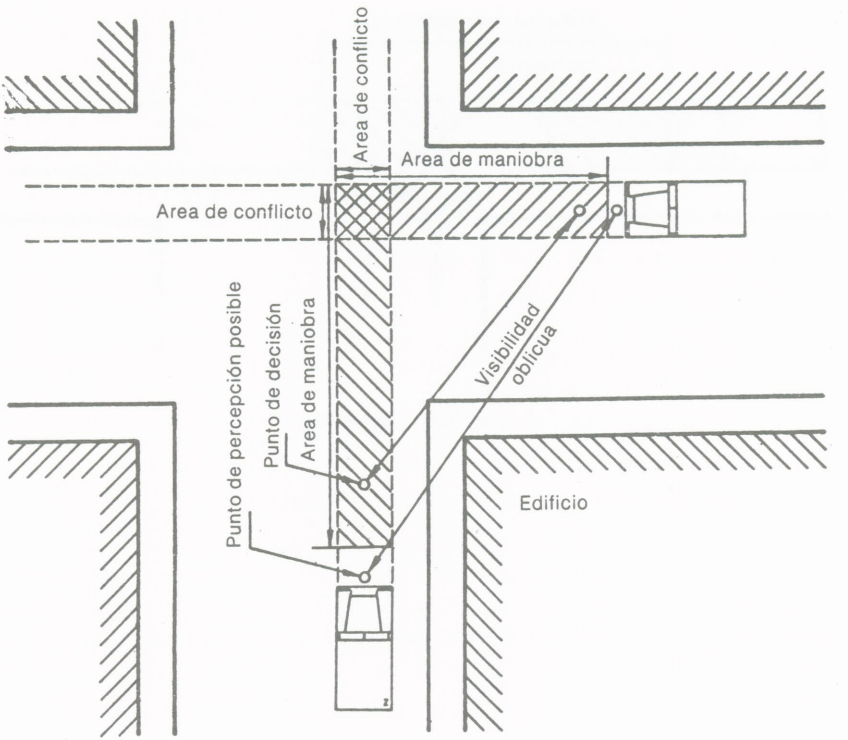


Fig. 2.III. Cruce

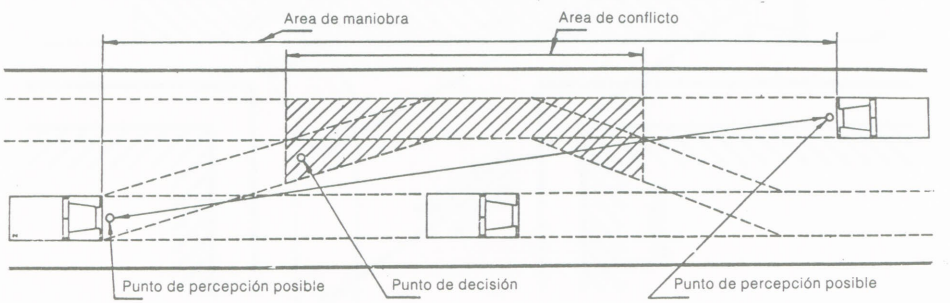


Fig. 2.IV. Adelantamiento

2.1.3. *Fase de conflicto*

Es la culminación del accidente, es decir, comprende el último período de la evolución de este, con su conclusión.

Dentro de esta fase pueden distinguirse estos tres elementos:

1. *Area de conflicto:* Es el espacio en que se desarrolla la posibilidad del accidente. Resulta muy variable pues depende tanto de la dirección normal de los vehículos y de los elementos que intervienen en el accidente, como de la acción evasiva realizada por aquéllos.

El área de conflicto puede coincidir o no con el área de maniobra, aunque generalmente siempre será más reducida.

PUNTO CLAVE (P.CL.). Es el punto en el cual el accidente resulta inevitable. Puede coincidir con el punto de percepción real, en cuyo caso no existirá maniobra evasiva o bien será muy corta.

2. *Punto de Conflicto (P.C.):* Es aquel en que se consuma el accidente y que corresponderá a la posición de máximo efecto.

En el P.C. aparecen diversos momentos y puntos complementarios: el Punto inicial del accidente o toma de contacto; todo el desarrollo del evento hasta que llega a la posición de máximo efecto y, por último, la derivación hacia la posición final.

Seguiremos tratando este detalle del accidente en el capítulo destinado a la reconstrucción y comportamiento de vehículos.

3. *Posición final (P.F.):* La posición final es aquella que adoptan los vehículos y objetos cuando llegan a la inmovilidad tras el evento.

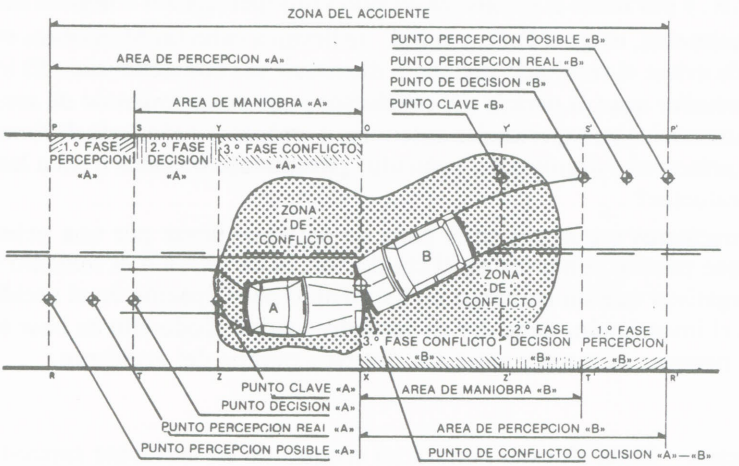


Fig. 2.V

2.2. **Investigaciones a realizar en función de las fases del accidente** (Figura 2.VI)

La división de la Zona y el tiempo del accidente en «momentos» y en «puntos», configurando las diversas «FASES» y «ZONAS» del Accidente, resulta de especial utilidad para la investigación exhaustiva del mismo, insistiendo en la búsqueda de determinadas pruebas que confirmen o corroboren algo o desechando algunas gestiones que no han de resultar de utilidad por su no influencia en el accidente.

En base a la distancia existente entre el P.P.P. y el P.P.R. (Distancia entre Puntos de Percepción, D.P.P.), el experto tiene un Espacio para *investigación psíquica y somática de los agentes intervinientes y física de las condiciones ambientales.*

Si dicha distancia (D.P.P.) es muy grande, cabe pensar con grandes posibilidades de acierto, que el conductor iba distraído por cualquier motivo que hay que intentar buscar: Sueño, cansancio, alcohol, medicamentos, enfermedad, charla o disputa con acompañantes, realización de una actividad distractora, etc., etc.

O quizá las condiciones ambientales eran distintas a las que el investigador se encuentra al llegar al lugar del accidente, haciendo que las distancias que ahora resultan largas, en las condiciones reinantes en el momento del suceso, fuesen cortas.

En base a la distancia existente entre el P.P.R. y el *P.D., se debe investigar psíquica y somáticamente al conductor insistiendo en sus conocimientos, experiencia y reflejos (medición del tiempo de reacción mediante pruebas fáciles).*

Si esta distancia es grande, habremos de pensar en unas reacciones lentas, poco enérgicas, fundadas en una lentitud en adoptar una decisión o en ejecutarla (intelección o volición). No cabe pensar ahora en distracciones pues ya se ha llegado al P.P.R. y por tanto el peligro ya ha sido visto (percepción o llegada del estímulo).

Finalmente, entre el P.D. y el P.C. se llevan a cabo las Maniobras evasivas con el fin de evitar el resultado dañoso o disminuir sus consecuencias. El investigador *debe estudiar aquí la pericia del conductor y sus conocimientos de acción evasiva* (fundamentados en experiencias anteriores o erróneas) y *el estado de funcionamiento de los principales órganos del vehículo.* ¿Respondieron éstos o no a las demandas del conductor?

Apreciemos y que nos sirva para no dejarnos llevar por una primera impresión, que pueden concurrir en el conductor, la carretera o el vehículo circunstancias negativas que sin embargo no han tenido participación en el accidente y a las cuales el investigador debe dar su verdadero valor. Todo ello en base a las distancias y tiempos existentes entre los diversos puntos del accidente.

Ejercicios: Cada alumno pintará un croquis de un accidente supuesto en el que se refleje toda la evolución del mismo por zonas, áreas, momentos y puntos, acotando y nominando estos.

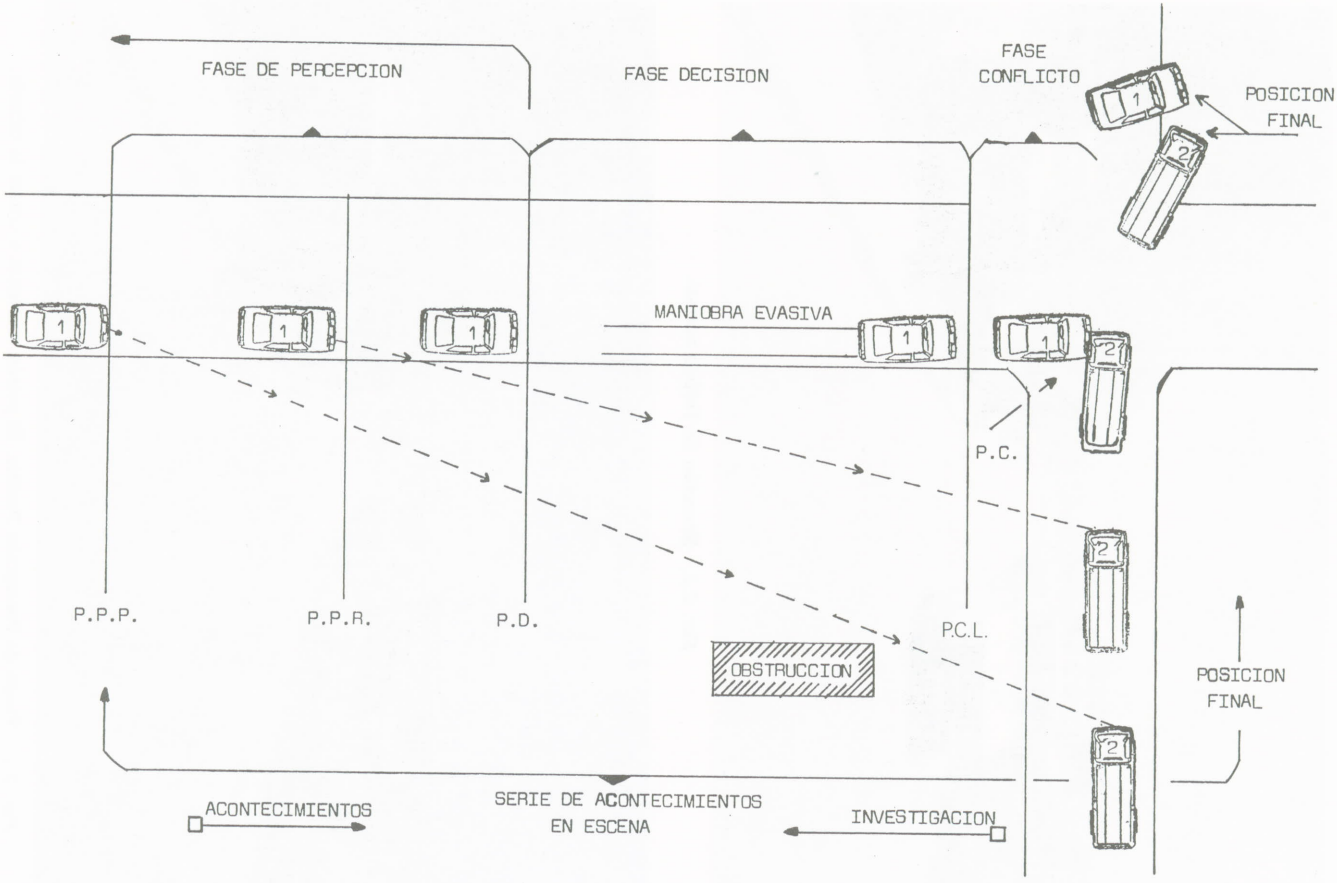

FASE DE PERCEPCION
FASE DECISION
FASE CONFLICTO
POSICION FINAL
MANIOBRA EVASIVA
P.C.
P.P.P.
P.P.R.
P.D.
P.C.L.
OBSTRUCCION
POSICION FINAL
ACONTECIMIENTOS
SERIE DE ACONTECIMIENTOS EN ESCENA
INVESTIGACION

Figura 2.VI



Fot. 2.1. Situación de Tráfico normal.



Fot. 2.2. Punto de Percepción Posible. El peatón comienza a cruzar la calzada.



Fot. 2.3. Punto de Percepción Real. El conductor del vehículo, se apercibe realmente de la existencia del peligro.



Fot. 2.4. Punto de Conflicto. Posición de contacto inicial entre vehículo y peatón.

Material didáctico: Necesario para la explicación y comprensión de este tema.

- Película recogiendo un accidente a cámara lenta desde el Punto de Percepción Posible hasta la Posición Final. Se podrá explicar en ella el desarrollo minucioso de la evolución del accidente.

- Diapositivas: Panorámica de un tramo de carretera con peatón u obstáculo. Localización del Punto de Percepción Posible en ella. (Al remontar un cambio de rasante o enfocar la recta tras una curva).
  - — Acercamiento hacia el peatón u obstáculo. Localización del Punto de Percepción Real.
  - — Distancia entre Puntos de Percepción (P.P.P. - P.P.R.) con testigo métrico.
  - — Inicio de la maniobra de evasión (fotografía del inicio de las huellas de frenada).
  - — Maniobra de evasión (longitud y desarrollo de la huella de frenada o marca).
  - — Punto de conflicto (encuentro entre peatón u obstáculo y el vehículo).
  - — Posición final (vehículo y obstáculo inmóviles tras el accidente).

- Transparencias: Los croquis expresados entre los temas.

CAPITULO III

ELEMENTOS DEL ACCIDENTE

El accidente puede considerarse como el resultado final de un proceso en el que se encadenan diversos eventos, condiciones y conductas. Los factores que desembocan en un accidente (que produce un daño material al vehículo y/o físico y anímico al conductor) surgen dentro de la compleja red de interacciones entre el conductor, el vehículo y la vía en unas determinadas condiciones ambientales.

Por tanto, las CAUSAS DE LOS ACCIDENTES las habremos de deducir en función de los ELEMENTOS DEL ACCIDENTE que en todo caso son tres:

— LA VIA (incluyendo las condiciones Ambientales).
— EL VEHICULO.
— EL HOMBRE.

La categoría o valor de cada uno de ellos no es idéntica, ya que la vía se establece para el vehículo y éste para el hombre que transporta, de lo cual de deduce que:

— Los dos primeros factores, de carácter material, sólo tienen el valor de MEDIOS, al servicio del hombre que los utiliza.
— Los dos primeros factores son esencialmente objeto de la técnica y el factor preponderante es el hombre, quien al hacer uso de aquellos factores materiales que él mismo produce, tiene en su voluntad el adecuar o no su comportamiento a la mejor utilización de los mismos en beneficio de todos los usuarios.

Estudiemos un poco más detenidamente cada uno de los ELEMENTOS o FACTORES DEL ACCIDENTE para su mejor conocimiento.

3.1. La vía. Circunstancias significativas

Constituye el elemento material más fijo o perenne ya que su construcción o modificación requiere períodos largos de tiempo y fuertes inversiones económicas. Aunque las carreteras no son el factor más importante en los accidentes de tráfico, es indudable que las mejoras en ellas simplifican la tarea de los conductores y aumentan la seguridad.



Fot. 3.1. La vía, como elemento del accidente.

El principal problema que las redes viales actuales presentan al tráfico es la desproporción de sus condiciones respecto al progreso técnico sufrido por los vehículos; carreteras antiguas, diseñadas y construidas para vehículos de escasa VELOCIDAD, CARGA Y DIMENSIONES, hoy resultan insuficientes e incluso peligrosas para la moderna circulación, agravándose esta peligrosidad en algunos casos, por su mala conservación y mantenimiento.

En relación con España, han sido características de nuestra red vial:

1. Su inadecuado carácter radial, sin tener en cuenta las zonas que deben soportar mayor tráfico.

2. Su baja densidad por unidad de superficie y población, inferior a la mitad de la media europea (en parte, corregida con la construcción de autopistas de peaje).
3. La deficiencia de trazado, ya que en buena parte fueron construidas para vehículos de tracción animal con velocidad máxima de 20 Km/hora.

Parte de dichas características negativas ha sido o están siendo subsanadas por el Plan General de Carreteras (1984-1991), con un presupuesto de 1,181.998'1 millones de pesetas (más de UN BILLON).

Desde el punto de vista de la investigación del accidente, dentro del factor vía se debe estudiar y considerar principalmente:

a) El trazado de la vía.
b) La clase de firme.
c) Las caracteristicas de la vía (carretera, autovía, autopista, etc.).
d) La señalización, que en exceso puede conducir a error, y si no existe o es deficiente puede suponer un punto negro.

Estadísticamente, el número de accidentes cuya causa es atribuida a la vía es el siguiente (*):

	Período 70-74	**Período 78-81**
Vía sola.....	2,5 %	2,00 %
Vía-vehículo.....	0,25 %	0,10 %
Vía-hombre.....	24 %	16,00 %
Vía-vehículo-hombre.....	1,25 %	0,40 %
TOTAL.	28,00 %	18,50 %

Dentro del factor vía consideramos además las CONDICIONES AMBIENTALES, que le afectan de forma fundamental, si bien es digno de destacar que determinadas circunstancias afectan más al propio conductor. De todos modos, y al objeto de unificar, se generaliza como modificadores del estado de la vía.

Es sobre este factor sobre el que pueden actuar los ingenieros encargados de la explotación vial, siendo necesario llegar a un equilibrio entre el coste de las mejoras necesarias y la disminución de accidentes. Para conocer estas mejoras necesarias es preciso saber qué relaciones existen entre la frecuencia de accidentes y su gravedad y las características de los tramos en que ocurren.

(*) Estudio realizado por el T.R.R.L. (Transport and Road Research Laboratory) británico.

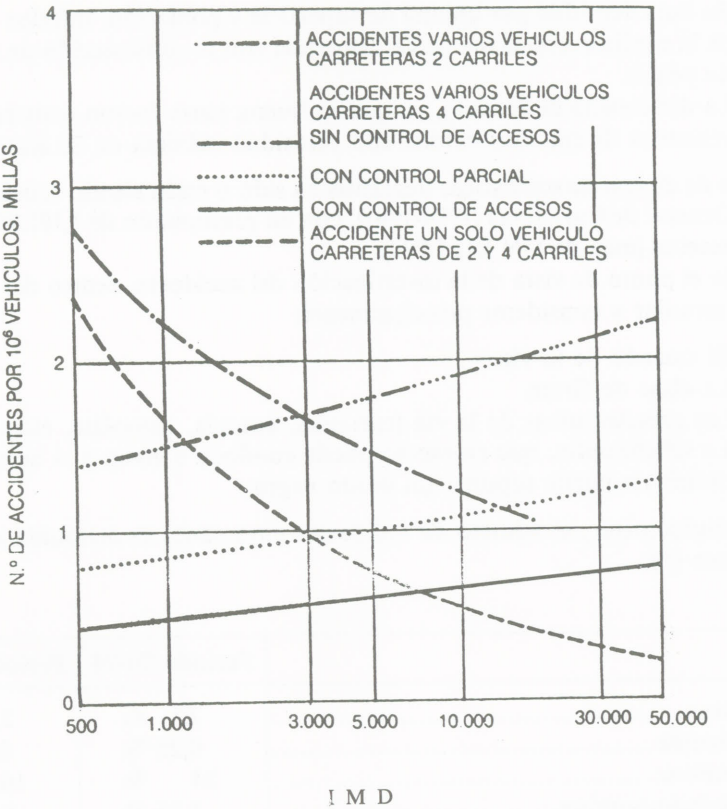


Fig. 3.I. Indices de accidentes según tipo de carretera.

Entre estas características resaltan por su importancia significativa:

a) *Control de accesos*

Comparando los índices de accidentes de distintas carreteras puede analizarse la influencia que tienen las características funcionales de las mismas con la seguridad de la circulación por ellas. Una característica de gran importancia es, sin duda, el control de accesos.

Mientras que en carreteras convencionales generalmente se registran índices algo inferiores a un accidente con víctimas por millón de vehículos-Km., en las autopistas (en que el control de accesos es total) este índice es del orden de 0,3 a 0,5. Además el tipo de accidente cambia esencialmente. Mientras en carreteras ordina-

rias aproximadamente las dos terceras partes de los accidentes son colisiones de dos o más vehículos, en autopistas muchos accidentes no afectan más que a un solo vehículo, ya que desaparecen casi totalmente las colisiones frontales y embestidas (figura 3.I).

b) *Intensidad de tráfico*

El efecto de la intensidad de tráfico sobre los índices de accidentes varía de unas carreteras a otras. En carreteras de dos carriles los índices no disminuyen al aumentar la IMD, hasta llegar a unos 2.000 vehículos/día para los que se normaliza. En autopistas, los índices de accidentes aumentan sensiblemente cuando las intensidades se acercan a la capacidad de las mismas. Además cambia la frecuencia de los tipos de accidentes, ya que con tráfico reducido predominan los accidentes que afectan a vehículos aislados, mientras que al aumentar la intensidad son más frecuentes las colisiones entre varios vehículos.

c) *Velocidad*

Hay que distinguir dos aspectos en la influencia de la velocidad del tráfico sobre la seguridad: por una parte la velocidad media de circulación y por otra las diferencias de velocidad entre los distintos vehículos.

Se ha observado que al aumentar la velocidad media de circulación aumenta la gravedad de los accidentes, pero en cambio no parece variar la frecuencia de los mismos. Por el contrario, la probabilidad que tiene un vehículo de verse envuelto en un accidente crece muy deprisa al aumentar el valor absoluto de la diferencia entre su velocidad y la velocidad media del tráfico (fig. 3.II).

Por tanto la mejora de la seguridad que producen las limitaciones de velocidad es debida a la disminución de la dispersión de velocidades (al eliminar a los excesivamente rápidos), teniendo menos importancia la disminución de la velocidad media.

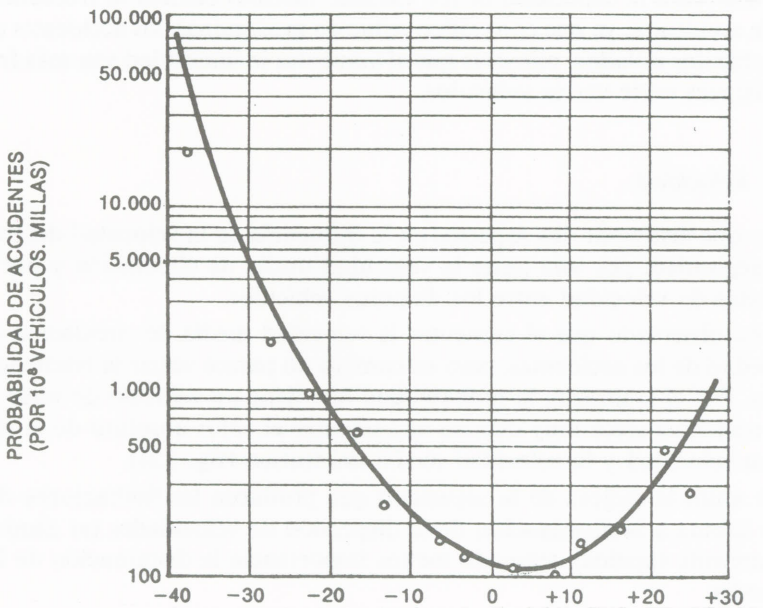
d) *Sección transversal*

En las carreteras de calzada única, las carreteras de tres carriles han dejado de utilizarse por considerarse peligrosas. Los estudios realizados parecen demostrar que los índices de accidentes en ellas aumentan rápidamente cuando la IMD sobrepasa los 5.000 vehículos/día, es decir precisamente cuando este tipo de carreteras estarían justificadas por razones de capacidad.

Los mayores índices de accidentes se registran en carreteras de cuatro carriles sin mediana. Este tipo de carretera suele encontrarse en zonas suburbanas, con fre-

cuentes accesos desde sus márgenes y giros a la izquierda lo que aumenta su peligrosidad.

La anchura de los carriles influye sobre los índices de accidentes cuando es menor de tres metros, ya que en carriles más estrechos se registran mayores índices de accidentes, mientras que anchuras mayores no parecen influir sobre los mismos (fig. 3.III). Algo parecido ocurre con la anchura de los arcenes, que incluso cuando tienen más de 2,5 metros pueden dar lugar a un incremento en el índice de accidentes porque se usan indebidamente como carriles de circulación.



Porcentajes diferenciales entre la velocidad del vehículo y la velocidad media de la circulación.

Fig. 3.II. Peligrosidad según diferencia de velocidad (durante el día).

En las carreteras con calzadas separadas hay que considerar la posibilidad de que se produzcan colisiones frontales porque algún vehículo atraviese la mediana. Aunque este tipo de accidentes es relativamente poco frecuente, tiene gran impacto sobre la opinión pública, por lo que conviene hacer lo posible por impedirlos. Cuando la mediana tiene más de 8 ó 10 metros de anchura, estos accidentes son casi imposibles y su probabilidad aumenta conforme disminuye la anchura de la misma.

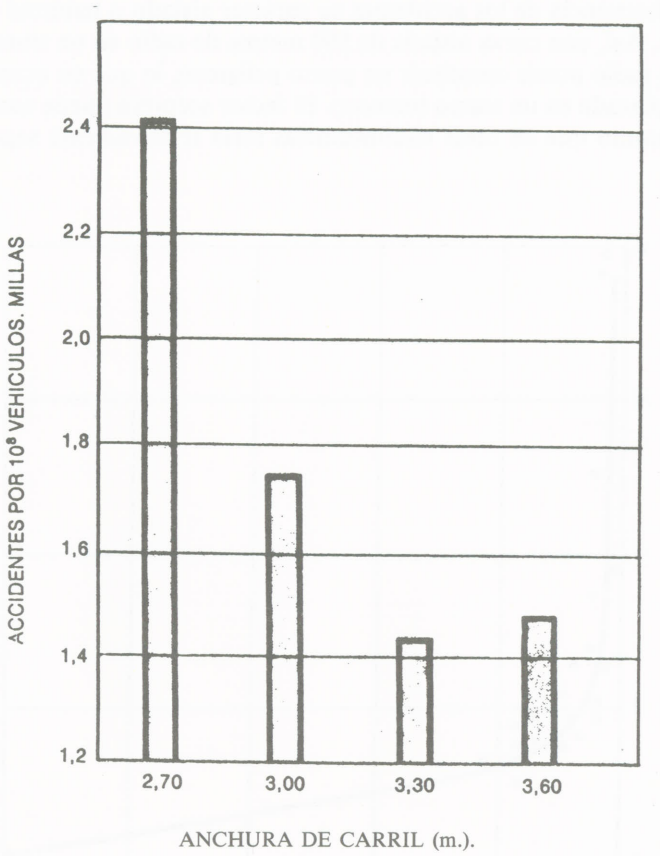


Fig. 3.III. Influencia de la anchura del carril en la peligrosidad.

e) *Trazado en planta y alzado*

Las curvas horizontales de radio menor de 400 m son frecuentemente puntos donde se registran accidentes con mayor frecuencia que otros de menor curvatura (fig. 3.IV). Si además coinciden con rampas de gran inclinación esta acumulación llega a ser mucho mayor.

El problema de accidentes en rampas es especialmente importante en autopistas, donde incluso rampas del 4 % producen una disminución de la velocidad de los camiones que puede no ser percibida a tiempo por vehículos más rápidos, especialmente si coincide con algún tramo en curva con menor visibilidad.

Más que las propias características geométricas de un elemento del trazado, influye en la frecuencia de los accidentes su carácter aislado o habitual en un tramo de carretera. Así, una curva aislada de 500 metros de radio en un tramo con pocas y de amplio radio puede constituir un punto peligroso, lo que no ocurrirá si se encuentra emplazada en un tramo tortuoso. El factor sorpresa puede convertir en peligroso un tramo que en otras circunstancias sería relativamente seguro.

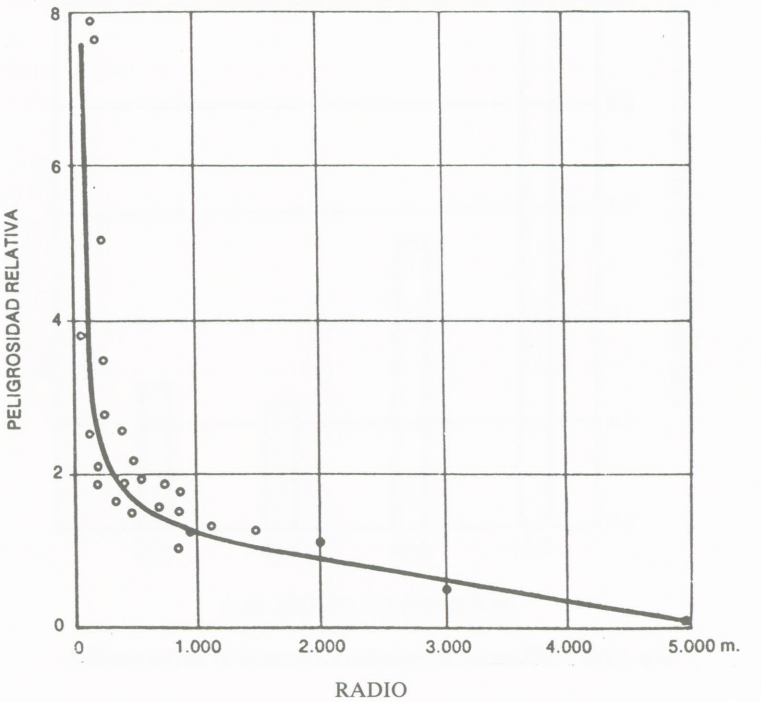


Fig. 3.IV. Peligrosidad relativa de las curvas en planta.

De forma similar a lo señalado para la sección tranversal, puede decirse que mientras una reducción de las condiciones mínimas establecidas en las normas de proyecto supone un incremento en la frecuencia de los accidentes, la utilización de condiciones más amplias no suele tener influencia en dicha frecuencia.

f) *Intersecciones y enlaces*

El conflicto entre varias corrientes de tráfico que se produce en las intersecciones da lugar inevitablemente a que puedan acumularse los accidentes, y no es por

ello extraño que gran parte de los puntos peligrosos de la red de carreteras coincidan con intersecciones. De todas formas debe tenerse en cuenta que el número de accidentes mortales en intersecciones fue sólo el 9'68 % del total en 1988, según la Dirección General de Tráfico.

El número de accidentes que se registran en una intersección entre dos carreteras varía aproximadamente con la raíz cuadrada del producto de las intensidades de tráfico en las carreteras. Por ello, en general, es preferible concentrar el tráfico para disminuir el número de intersecciones, sin olvidar que existen tipos de intersecciones complejas o con muchos ramales, las del tipo en cruz respecto a las del tipo en T, etc.

Un factor con gran influencia en la seguridad es el tipo empleado de regulación de la circulación. La utilización de semáforos, permite disminuir el número de colisiones por embestida, pero aumenta la frecuencia de alcances. En intersecciones con altas intensidades de tráfico el efecto total es en general positivo, pero cuando las intensidades de tráfico son pequeñas, la instalación de semáforos puede ser contraproducente, especialmente si constituyen una sorpresa para los conductores.

En las autopistas, los enlaces y especialmente las entradas y salidas de los ramales son puntos de concentración de accidentes.

En autopistas con tráfico muy intenso los puntos peligrosos son las entradas desde los ramales a la autopista, ya que se producen colisiones cuando algún vehículo intenta entrar sin tener hueco suficiente. Cuando el tráfico es ligero, son más frecuentes los accidentes en la salida de la autopista hacia los ramales, debido a vehículos que se salen fuera de la calzada por exceso de velocidad al iniciar la maniobra.

g) *Estado del pavimento*

Ya se ha señalado anteriormente la importancia que tiene la resistencia al deslizamiento cuando la calzada está mojada, especialmente en aquellos puntos en los que los vehículos han de modificar su velocidad o su trayectoria.

El mal estado del pavimento puede dar lugar a accidentes al dificultar la conducción, llegando incluso a causar averías en el vehículo. Sin embargo, en estos tramos en mal estado los conductores suelen reducir la velocidad y prestar mayor atención, lo que es positivo desde el punto de vista de la seguridad.

Se ha observado frecuentemente que en carreteras de trazado tortuoso la mejora del estado del pavimento, sin modificar el trazado, ha dado lugar a un aumento en el número de los accidentes porque al poder circular los conductores con más comodidad, aumentan su velocidad por encima de lo conveniente para las condiciones del trazado.

MEDIDAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD

Las medidas para mejorar la seguridad en las carreteras pueden agruparse según el factor influyente en el accidente sobre el que incidan. De esta manera se tendrán medidas respecto al hombre, al vehículo y a la carretera.

Respecto a la carretera, los estudios de accidentes deben ser la base para deducir los puntos en que actuar. En este sentido hay que tener en cuenta que los tramos que a los conductores les parecen peligrosos pueden no ser los que más accidentes registren, ya que precisamente por ello adoptan más precauciones. El estudio de los accidentes en un tramo debe ayudar a determinar si la frecuencia de accidentes es mayor de lo normal (y no es un mero efecto aleatorio) y si estos accidentes pueden corregirse mediante actuaciones en la carretera.

Estas actuaciones o medidas de seguridad referentes a la carretera, pueden agruparse en:

a) *Medidas preventivas,* que intentan disminuir la probabilidad de que se produzca un accidente.

   Entre éstas se distinguen: la adopción de normas de proyecto y ordenación del territorio que disminuyan los puntos potenciales de conflicto; actuaciones sobre el trazado, buscando la coherencia entre los elementos que lo integran; actuaciones sobre el pavimento (constituyendo firmes antideslizantes y seguros, renovando los firmes existentes, etc.); actuaciones sobre la señalización y balizamiento; iluminación; restricciones a la circulación, etc.

b) *Medidas paliativas,* que intentan reducir la gravedad del accidente una vez producido.

   Por su importancia conviene señalar entre ellas: eliminación de obstáculos laterales evitables y proyecto adecuado de los inevitables; utilización de barreras de seguridad; zonas laterales de contención de vehículos que salgan fuera de la calzada, evitando colisiones o vuelcos; auxilio rápido y eficaz al accidentado (puesto de socorro, auxilio en carretera); etc.

En resumen: Aunque las carreteras no son el factor más importante en los accidentes, es indudable que las mejoras en ellas simplifican la tarea de los conductores y aumentan la seguridad.

3.2. El vehículo. Circunstancias significativas

Este factor material se caracteriza por dos facetas claramente delimitadas:

— Su aumento creciente.
— Su pronto envejecimiento.

Estas dos facetas explican la causa de los dos problemas principales que suponen los vehículos dentro del problema general del tráfico:

1. El incremento experimentado en su número, variedad y características técnicas ha rebasado la capacidad de las vías y ha afectado a la seguridad personal.
2. La circulación de vehículos envejecidos, pone en peligro la seguridad del tráfico.

Las pruebas de homologación, de acuerdo con la normativa nacional que tiene por objeto demostrar que el vehículo reúne las condiciones técnicas y de seguridad exigidas, unido a un mayor control de calidad, garantizan a un nivel aceptable las condiciones y características de seguridad en su fabricación; pero el tema no se plantea tanto a nivel de seguridad que pudiéramos llamar «originaria» o «de origen» como al nivel que se deriva del mantenimiento del vehículo y muy especialmente de los órganos esenciales de seguridad cuyo problema se intenta solucionar con la obligación impuesta de realizar una inspección periódica de los vehículos (INSPECCION TECNICA DE VEHICULOS).

3.2.1. *Seguridad en el automóvil*

Haremos distinción entre dos tipos de seguridad en el automóvil:

a) *Seguridad activa.*— La componen aquellos elementos que ejercen su función mientras el vehículo está circulando y pueden ser manejados a voluntad del conductor y cuya función esencial es «evitar el accidente».
En este grupo, podríamos incluir los órganos y elementos del vehículo siguientes:

   — Alumbrado.
   — Sistema de frenado.
   — Sistema de dirección.
   — Limpiaparabrisas.
   — Espejo retrovisor.
   — Neumáticos.
   — Etc.

b) *Seguridad pasiva.*— Estos elementos sólo desarrollan su función en el momento del accidente, contribuyendo a paliar las consecuencias del mismo (disminuyendo los daños materiales y personales).
En este grupo hemos de considerar:

   — Cinturón de seguridad.
   — Apoyacabezas.
   — Anclajes de asientos y cinturones.
   — AIR-BAG.
   — Asientos especiales para niños.
   — Salientes internos del vehículo.
   — Casco de protección (en motocicletas).
   — Etc.

En la investigación del accidente, se revisarán con la máxima atención los siguientes órganos, por considerarse vitales en la incidencia de los accidentes de tráfico:

— Neumáticos.
— Sistema de dirección.
— Sistema de frenado.
— Alumbrado (de carretera y señalización).

Según estudios estadísticos, los accidentes cuya causa es atribuible al vehículo, representan el siguiente porcentaje:

	Período 70-74	Período 78-81
Vehículo solo	2,5 %	3,00 %
Vehículo-vía	0,25 %	0,10 %
Vehículo-hombre	4,5 %	2,00 %
Vehículo-vía-hombre	1,25 %	0,40 %
TOTAL.	8,50 %	5,50 %

3.3. El hombre. Circunstancias significativas

El hombre, en primer lugar, es el objeto final de la seguridad que se trata de conseguir en la circulación. A su vez es el elemento principal. Si una curva presenta un firme deslizante, el conductor debe ser consciente de ello, y por lo tanto adecuar su velocidad a la que le exigen las circunstancias; si sobreviene el accidente, siempre se podrá achacar al conductor la falta de pericia o su imprudencia, independientemente de la contribución del factor vía al accidente.

Es el hombre el que domina o debe dominar a la máquina, y en tanto en cuanto ésta es gobernable, la responsabilidad recae sobre el conductor. Otra cosa bien distinta es cuando no se le puede exigir otro comportamiento, es decir, cuando el vehículo es ingobernable por lo que se considera un «conductor normal».

La persona será responsable si pudo prever el accidente y no lo hizo, aunque con posterioridad se hiciese inevitable.

Ejemplo: El conductor que circula por una vía urbana debe prever que en un momento determinado puede surgir un peatón y atravesar la calzada, por lo tanto debe ajustar su conducción a las variables que se pueden presentar. Si no lo hace y sobreviene el accidente, aunque sea inevitable, la responsabilidad recaerá sobre él.

Del mismo modo, la evitabilidad del accidente juega un papel muy importante, como ya hemos apuntado anteriormente, en tanto que se responsabiliza por completo al «que pudo y no lo hizo».

En el período 1978-81, el comportamiento humano fue decisivo en el 94,90 % de los accidentes (estudio realizado por el T.R.R.L. británico en dos períodos: 1970-74 y 1978-81). Ello da una idea clara de la importancia y consideración a tener en cuenta del factor persona (ver para más datos los estudios de la universidad de Indiana, referidos en el capítulo 12).

Esta cifra se ha mantenido prácticamente invariable durante los años sucesivos.

Hay autores que tratan de restar importancia a la incidencia del elemento humano y razonan afirmando que sin la presencia de otro u otros factores el accidente no se hubiese producido. Por ejemplo: «Si el firme no hubiese estado mojado, el vehículo no hubiera derrapado». Efectivamente la afirmación es aceptable, pero no lo es menos el considerar que no todos los vehículos derrapan en esas idénticas condiciones, tan sólo alguno. La contribución causal más importante, quiérase o no, siempre será la del conductor que no supo o no quiso adaptar su marcha a las condiciones requeridas. Ello no excluye el factor vía, que contribuye de un modo acusado, mas casi nunca como causa eficiente.

El estudio del comportamiento del conductor es muy complejo, como lo es todo lo humano, de todos modos resaltaremos algunas conclusiones aceptadas generalmente:

1. Participar en el tráfico sin aceptar un cierto riesgo es algo completamente imposible. En fracciones de segundo se perciben multitud de impresiones del mundo circundante y hay que encajarlas adoptando la solución correcta, de lo contrario sobreviene el accidente.
2. Por lo tanto, al conductor se le exige un dominio técnico adecuado del vehículo y de la situación en la que se encuentra. También un equilibrio en sus condiciones físicas y psíquicas que le hagan apto para la conducción.
3. El riesgo para muchos presenta un aspecto atractivo, seductor y fascinante, porque constituye un desafío al ser humano.
4. La participación en el tráfico es anónima, generalmente no se conoce a los demás conductores, peatones, etc., y se admite que muchos modos sociales de comportamiento del ser humano, impulsos, inhibiciones, sólo pueden funcionar si existe otro ser humano personalmente conocido.
5. Predominentemente, la conducta infractora en el tráfico viario público es cometida sin dolo, es decir, culposa. El ciudadano que infringe una norma de circulación no es un delincuente, es el ciudadano medio. No obstante, y a pesar de que «todo ciudadano ha sido también infractor al menos una vez en su vida», es indudable que determinados conductores tienen tendencia a la infracción por diversos motivos: agresividad, frustraciones, complejos de inferioridad, inmadurez.
6. Se dan estrechas relaciones entre la edad y la capacidad de rendimiento y la aptitud para conducir vehículos de motor.

7. En el campo de las infracciones de tráfico tiene particular importancia perseguir de inmediato las trasgresiones y, si es posible, castigarlas al instante en la misma calle.
8. La educación vial debe estar encaminada al perfeccionamiento de la técnica de la conducción, conocimiento de las limitaciones humanas y del vehículo con relación a la vía, publicidad de aspectos específicos, educación desde la infancia, etc.

Según estudios estadísticos (*), los accidentes de tráfico cuya causa es atribuible al hombre, presentan los siguientes porcentajes:

	Período 70-74	Período 78-81
Hombre sólo	65,00 %	76,50 %
Hombre-vehículo	4,50 %	2,00 %
Hombre-vía	24,00 %	16,00 %
Hombre-vehículo-vía	1,25 %	0,40 %
TOTAL	94,75 %	94,90 %

3.3.1. *El fallo humano*

Si en la inmensa mayoría de los accidentes hay una actuación humana errónea, lo fundamental para iniciar su prevención será el conocimiento de las causas que ocasionan dicha actuación errónea, o de manera más simple, las causas de los «fallos humanos».

Los fallos humanos pueden ser debidos a las siguientes causas:

a) *Físicas o somáticas.*— (Que afectan al cuerpo del conductor).
   - — Alteraciones orgánicas transitorias. (Lipotimias, náuseas, mareos, etc.)
   - — Alteraciones o defectos orgánicos permanentes. (Diabetes, insuficiencia cardíaca, artrosis, etc.)
   - — Insuficiencias motoras. (Descoordinación, falta de reflejos, etc.)
   - — Insuficiencias sensitivas: Opticas o acústicas. (Defectos de oído o de visión).
   - — Otras.

(*) Ya citados estudios del T.R.R.L. británico.

b) *Psíquicas.*— (Afectan a la mente del conductor).

- — Falta de conocimiento o atención.
- — Actitudes antisociales o peligrosas.
- — Enfermedades mentales.
- — Inestabilidad emocional o conflictos personales.
- — Toxicomanías y alcoholismo.
- — Sueño, cansancio, rutina, etc.
- — Otras.

c) *Falta de conocimientos, experiencia o pericia*

3.4. **Gráfica de Blumenthal. (El Sistema)**

Si la vía es el escenario y el vehículo es el medio de utilizarla, el hombre, conductor-viajero o peatón, ES EL PROTAGONISTA, y de su comportamiento depende, en definitiva, la seguridad de la circulación.

Si consideramos que una parte importante de la tarea de la conducción consiste en tomar decisiones de manera continuada, EL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR, será el resultado de su personal evaluación de los probables resultados —FAVORABLES O DESFAVORABLES— de sus acciones, y del posible beneficio o perjuicio que de ellos pueda derivarse.

Dicho de otro modo, «El sistema» —EL CONDUCTOR Y SU VEHICULO, LA VIA CON SU ENTORNO, LOS OTROS USUARIOS— plantean al conductor una serie de exigencias diversas y cambiantes, que para hacerles frente debe adaptar constantemente su capacidad de actuación. Si por cualquier motivo esa capacidad resulta inferior o queda por debajo del nivel de exigencia, en ese mismo punto sobreviene el accidente.

En el diagrama de la figura 3.V, vemos que el conductor puede intervenir de dos maneras:

1.º Controlando en cada momento su propia actuación de acuerdo con su capacidad y experiencia.

2.º Determinando, en parte, las exigencias que le presenta el sistema.

De esta forma, el grado de dificultad en la conducción está, en gran medida, bajo su propio control ya que, por ejemplo, conduciendo más despacio puede reducir el grado de celeridad de la secuencia, de las sucesivas situaciones que requieran su atención, y que le exijan la adopción y ejecución de decisiones.

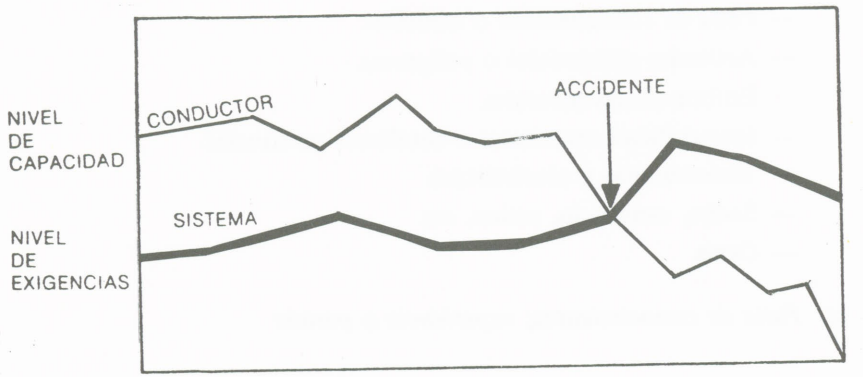


Fig. 3.V. Hipotética localización del fallo del sistema (Gráfico de Blumenthal).

Esta es la razón por la que existe un consenso generalizado de que los «factores humanos» juegan el papel predominante en el desencadenamiento de los accidentes de circulación.

RESUMEN

Como conclusión a todo lo expuesto en el presente capítulo podríamos resumir diciendo que todo accidente es el resultado final de un proceso en el que se encadenan diversos eventos, condiciones y conductas relativas a los tres ELEMENTOS que intervienen SIEMPRE en todo accidente y que son LA VIA con las condiciones ambientales, EL VEHICULO y EL HOMBRE.

La participación de cada uno de ellos en el resultado final puede ser mínima o máxima, estando estadísticamente comprobado que el fallo en el tercer elemento, EL HOMBRE, es el que con mayor frecuencia interviene en la causación de accidentes. En la investigación del accidente, por tanto, se habrá de dar a este componente una gran prioridad. Tengamos también en cuenta aunque con un tono humorístico, que de los tres elementos EL HOMBRE es el único que habla y el único con capacidad para mentir y desfigurar los hechos.

CAPITULO IV

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRAFICO

Dicen los doctores Montoro, Soler y Tortosa en su artículo «Los Accidentes de Tráfico» de la serie «Psicología y Tráfico», publicado en la Revista Tráfico, número 30, de febrero de 1988:

> «Es un hecho indudable que una persona no siempre está en óptimas condiciones psicofísicas cuando se sienta a los mandos de su vehículo, ni tampoco las causas que le llevan a ello son las más apropiadas —puede haber dormido poco, mucho o nada, puede estar sufriendo un acceso gripal, puede estar tramitando su divorcio o con problemas laborales, puede estar bajo el efecto de sustancias estimulantes o tranquilizantes, puede estar excitado o ansioso, puede estar pasando una crisis depresiva, etc. También es indudable que el diseño de las vías y la señalización de las mismas no siempre es el mejor, o que la puesta a punto del vehículo es mala, o que hay niebla o hielo. Es más, incluso en las condiciones más óptimas, el conductor debe conjugar intenciones contradictorias que por una parte le llevan hacia decisiones arriesgadas y, por otra, le aconsejan prudencia. Todo ello, y más cosas, pueden coactuar en provocar o facilitar un accidente. El accidente puede considerarse, pues, como el resultado final de un proceso en el que se encadenan diversos eventos, condiciones y conductas. Los factores que desembocan en un accidente (que produce un daño material al vehículo y/o físico o anímico al conductor) surgen dentro de la compleja red de interacciones entre el conductor, el vehículo y la vía en unas determinadas condiciones ambientales.
>
> Pero, en definitiva, ¿qué causa un accidente? Los accidentes de tráfico no son el resultado de un factor simple, sino más bien el producto de una conjunción de muchos factores. Por supuesto, no tiene

la misma importancia cada variable del entramado multifactorial en la causa de los accidentes. Los factores de riesgo más importantes se asocian con el llamado factor humano, y a gran distancia se señalan los debidos al diseño de la carretera y la ingeniería del vehículo. Un dato que concuerda plenamente con las propias atribuciones de los conductores, que consideran las conductas de los demás conductores como la mayor fuente potencial de peligro, y en menor grado a las características técnicas o mecánicas del vehículo, o a las condiciones de la vía o del ambiente.

En definitiva, a pesar de la importancia de los fallos técnicos en los vehículos (frenos, neumáticos y dirección, los más frecuentes) y los derivados de los factores atmosféricos (oscuridad, niebla, lluvia, nieve o hielo) y del diseño de las vías públicas (obstrucciones viales, deficiencia de trazado y conservación, anchura, falta de adecuación de señales), es el factor humano el que mayor parte de varianza de la accidentalidad explica».

(El texto entrecomillado es, repetimos, de los doctores Montoro, Soler y Tortosa, de la Unidad de Investigación en Seguridad Vial de la Facultad de Psicología de Valencia).

4.1. **Definiciones**

J. S. BAKER, define la Causa de un accidente como «CUALQUIER COMPORTAMIENTO, CONDICION, ACTO O NEGLIGENCIA SIN EL CUAL EL ACCIDENTE NO SE HUBIERA PRODUCIDO».

Entre todas las Causas que producen el accidente siempre hay una que podríamos llamar «CAUSA PRINCIPAL O CAUSA EFICIENTE» que será aquella de entre todas las intervinientes sin la cual el accidente no habría tenido lugar.

Ejemplo: Un turismo circula a 120 Kms/hora por una carretera limitada a 100 Km/hora, en tramo recto de buena visibilidad. Dicho vehículo tiene las cubiertas lisas totalmente y está lloviznando. Al llegar a la altura de un cruce de caminos a nivel con la carretera, un tractor agrícola atraviesa la calzada y el conductor del turismo frena, las ruedas del coche se bloquean y embiste al tractor.

Intervienen en este ejemplo una serie de circunstancias que podemos llamar «causas» del mismo, aunque con distinto grado de participación:

El exceso de velocidad, el mal estado de los neumáticos, el firme de la carretera mojado por lluvia, la reducción de visibilidad propia de la llovizna y quizá alguna más relativa al conductor; pero si el tractor no hubiese cruzado la carretera en la

forma que lo hizo, el accidente no se hubiese producido. Podemos pues calificar de CAUSA EFICIENTE al hecho de cruzar la calzada el tractor de forma que se interponía en la trayectoria seguida por el turismo. Y a las otras circunstancias (neumáticos, velocidad, etc.), Causas coadyuvantes al resultado final.

Lo difícil resulta establecer una clasificación válida de estas Causas, siendo muy diversos y dispares e incluso contradictorios los criterios mantenidos por los investigadores. No cabe duda de que según sea el objetivo de la investigación, dichos criterios han de ser distintos.

Concretamente y hablando de la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil y Policías Autonómicas o Locales que intervienen en distinto ámbito en la investigación de los accidentes de circulación, su misión en la investigación del accidente es triple:

1.º Por una parte, proporcionar a la Administración (Ministerio del Interior, Dirección General de Tráfico) los datos que ésta necesita y que no serán otros que las *condiciones de interrelación* de los factores VIA-VEHICULO-HOMBRE-NORMA en el accidente y la participación exacta de cada uno de ellos en su consecución y morbilidad.

   De estos datos se nutrirán además los diversos investigadores desde distintos campos y podrán ser la base de la *PREVENCION* de otros accidentes.

2.º Por otra parte, haciéndose partícipes de la idea unánimamente asumida por todos los investigadores, de que el HOMBRE es el principal elemento provocador del accidente, indagar sobre la Causa del fallo humano interviniente en el evento hasta el límite de sus posibilidades y comunicar a la Administración allí donde dichas posibilidades se acaban por falta de personal o material.

3.º Finalmente, teniendo en cuenta que la labor de la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil y otras Policías no es únicamente la de proporcionar datos a la Administración para Estadística y prevención, sino que lo es también, como Policía Judicial, la de «aportar todos los datos posibles, emisión de informes periciales, recogida de pruebas, etc., para que las Autoridades Judiciales puedan adoptar su decisión...» (art.º 282, 292 y ss. Ley Enjuiciamiento Criminal; 443 y 445 L. O. del Poder Judicial; 28 R. D. 769/87 de 19 de junio, sobre Regulación de la Policía Judicial, etc.), aportar a dichas autoridades judiciales todos los datos necesarios para poder decidir sobre participación de cada uno de los factores en el accidente y determinar las responsabilidades a que hubiese lugar.

Por lo tanto, el criterio que se escoja para clasificar las Causas ha de ser el que cumpla con estas tres consignas antes citadas, estimándose adecuada la clasificación realizada por Miguel López-Muñoz Goñi en su libro «Accidentes de Tráfico

Problemática e Investigación» con muy ligeras modificaciones fruto de la nutrida experiencia acumulada por nuestro Cuerpo en su trabajo diario en la carretera desde el año 1959 hasta nuestros días.

Por todo lo expuesto, tomamos como válida la siguiente CLASIFICACION DE LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRAFICO.

4.2. **Clasificación**

4.2.1. *Causas mediatas*

Son aquellas que en si mismas no dan lugar al accidente, pero conducen hacia él o coadyuvan a su materialización.

Pueden ser:

1.— Relativas al vehículo (deficiente funcionamiento de sus principales órganos; excesiva potencia; mala seguridad activa o pasiva, etc.).

2.— Relativas a la carretera (defectos en su trazado, señalización, firme, etc.).

3.— Relativas a fenómenos atmosféricos (reducción de visibilidad por niebla o lluvia, deslumbramientos solares, etc.).

4.— Relativas al conductor o peatón:

a) FISICAS O SOMATICAS.

b) PSIQUICAS.

c) CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIAS y PERICIA.

5.— Relativas a circunstancias ajenas a las anteriores (cuando no se puedan encuadrar dentro de ninguno de los grupos anteriores).

4.2.2. *Causas inmediatas*

Son aquellas que de forma directa intervienen en el accidente. Son en esencia las mismas Causas MEDIATAS, aunque matizadas la mayoría de ellas por el elemento humano.

Las más frecuentes pueden ser las siguientes:

1.— Velocidad u otras infracciones a las Normas de Circulación.

(Matizando siempre si se trata de velocidad excesiva, velocidad inadecuada o cual es la otra infracción cometida).

2.— Deficiencias en la percepción.
3.— Errores en la evasión.
4.— Condiciones negativas.
5.— Otras.

4.2.3. *Algunas consideraciones sobre las Causas mediatas e inmediatas*

1.— *Causas Mediatas*

Como ha quedado explicado en su definición, estas Causas NORMALMENTE —no se puede emplear el término «nunca» al hablar de esta materia, pues la casuística es muy variada— no darán lugar al accidente sino que coadyuvarán a su producción.

Respecto a las Causas Mediatas relativas al vehículo, poco más de lo dicho se puede hablar de ellas para entenderlo correctamente. El turismo del ejemplo expuesto en el apartado 4.1. podía llevar las cubiertas «lisas» (Causa Mediata relativa al vehículo), las cuales han intervenido en el accidente de forma que la frenada no haya podido ser tan eficaz como con cubiertas nuevas, pero si el tractor no atraviesa la calzada de forma antirreglamentaria (Causa Inmediata), el accidente no se hubiese producido.

Igual reflexión podemos hacer respecto a la carretera y respecto a los fenómenos atmosféricos. Una carretera tiene una curva peligrosa tras una larga recta (Causa Mediata relativa a la carretera por el peligro potencial que implica). Pero si el conductor va atento a las señales y, a falta de éstas (otra Causa Mediata), conduce dueño de su vehículo en todo momento y con el grado de atención preciso, el accidente no se producirá.

Igual ocurre cuando existe niebla, lluvia, etc., (Causa Mediata relativa a fenómenos atmosféricos).

En cuanto a las Causas Mediatas relativas al Conductor o Peatón, pueden dividirse en los tres grupos enumerados porque de dichas tres formas puede proceder el fallo humano, según se vio al hablar del hombre como factor del accidente, en el Capítulo 2º. Unicamente matizaremos que un conductor puede carecer de *pericia* (caso de los conductores que no poseen Permiso de Conducir), pero ello no interviene de forma directa en el accidente. Apliquémoslo al ejemplo del turismo y el tractor y lo comprenderemos fácilmente.

Y finalmente puede haber cualquier otra circunstancia no englobable en los apartados anteriores pero que pueda también ser Causa Mediata de un Accidente de Tráfico. Por ejemplo, un insecto que se introduce en el vehículo, una piedra que golpea el parabrisas o cualquiera otro de muy diversa índole.

2.— *Causas inmediatas*

Respecto a las Causas Inmediatas, éstas sí que provocan directamente el siniestro y estadísticamente se ha comprobado que casi siempre son algunas de las enumeradas en los puntos 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3 y 4.2.2.4.

No obstante, si la casuística aportase otra que se pueda considerar como Causa Inmediata de un Accidente, se recogerá como perteneciente al apartado 4.2.2.5. «Otras», enumerando a continuación cuál es esta otra.

Respecto a la velocidad, considerada como la PRIMERA CAUSA de los Accidentes que ocurren en las carreteras del mundo, se deberá siempre distinguir entre VELOCIDAD EXCESIVA y VELOCIDAD INADECUADA, entendiendo por *excesiva* cuando se rebasa una limitación legalmente establecida y por *inadecuada* cuando sin ser excesiva, por las condiciones del tráfico, de la carretera, o de la meteorología, resulte mayor de la aconsejable.

Toda velocidad excesiva es también inadecuada o hay una mala legislación. Pero toda velocidad inadecuada no es excesiva.

La velocidad excesiva tiene iguales limitaciones para la misma clase de vehículos. Lo mismo para un Porsche que para un utilitario modesto, es velocidad excesiva circular con la actual Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Viel de 25-07-1989 a 140 Kms/hora por una autopista en España.

Sin embargo, para calificar la velocidad de un vehículo en determinadas condiciones como INADECUADA, se ha de tener en cuenta por el Instructor de Atestados (Investigador de Accidentes), la clase de vehículo, su seguridad activa y pasiva.

El utilitario modesto del ejemplo anterior puede tomar peligrosamente una curva de velocidad limitada a 80 Kms/hora, con carretera mojada, circulando a 60 Kms/hora. El Porsche, dotado de sistema de frenos ABS, con barra estabilizadora, cubiertas especiales, etc., la tomará de forma segura a la misma velocidad de 60 Kms/hora. Por lo tanto, circular a 60 Kms/hora por dicho tramo y en dichas condiciones, será velocidad inadecuada para el utilitario y no lo será para el deportivo.

Además o aparte de la velocidad, otras muchas infracciones a la Ley de Tráfico, pueden dar lugar al accidente.

Entre las más frecuentes citaremos las siguientes:

— Realizar adelantamientos de forma antirreglamentaria.
— No respetar las prioridades de paso en cruces señalizados o no.
— No guardar la distancia de seguridad reglamentaria.
— Conducir rebasando el límite de alcoholemia.
— No señalizar las maniobras.
— Deslumbrar con los faros del vehículo o carecer de alumbrado.
— Etc.

En el apartado 4.2.2.2. «Deficiencias en la Percepción», entenderemos todas aquellas conductas en las que la atención se haya visto mermada por cualquier circunstancia, procurando averiguar dicha circunstancia.

Deficiencia en la Percepción quiere decir que la condición, peligro o circunstancia anormal *debió ser percibida* (fundamentalmente por la vista y en muy pocas ocasiones por el oído) en un momento y que *fue percibida* con retraso o *no fue percibida.*

En este caso, la distancia entre el Punto de Percepción Posible y el Punto de Percepción Real, será grande en relación con la velocidad (mucho tiempo para percibir el peligro). No hay que confundir cuándo se ve una señal que avisa de un peligro con cuándo en realidad se ve dicho peligro, que es lo que verdaderamente interesa. La señal lo único que hace es poner en guardia al conductor para que «*espere*» en próximos momentos divisar el peligro, haciendo, por tanto, que aumente su atención al mismo, disminuyendo la diferencia entre Puntos de Percepción (D.P.P.).

En cuanto a la Causa Inmediata contemplada en el apartado 4.2.2.3. «Errores en la Evasión», se debe tener en cuenta lo siguiente:

Muchos accidentes se evitan porque ante el peligro se reacciona de forma correcta y se realizan unas maniobras evasivas que salvan el fatal desenlace. Dichas maniobras evasivas son fruto de la experiencia y de la pericia del conductor fundamentalmente.

A un Conductor que no posee el Permiso de Conducir se le supone falto de pericia en la conducción, pues no la ha demostrado con el oportuno examen. Esto no quiere decir que el no poseer Permiso de Conducir (Causa Mediata), sea lo que produzca un accidente. Pero si al derraparle el coche en una curva mojada por lluvia, en vez de reducir velocidad mediante cambio de velocidades, frena bruscamente, esta maniobra sí puede ser la Causa directa de que su vehículo se «despiste» (Causa Inmediata).

Cuando a raíz de un adelantamiento antirreglamentario por parte de un vehículo, hay una colisión frontal entre dos que circulan en sentido contrario con punto de conflicto en el *arcén,* está claro que el vehículo que adelantó mal además realizó una maniobra de evasión incorrecta (generalmente).

El apartado 4.2.2.4. se refiere a «Condiciones anteriores negativas».

Este es, seguro, el apartado más difícil de definir y, por tanto, el más difícil de aplicar en la práctica.

Debe entenderse por «Condición negativa» aquella que da lugar a una conducta antisocial o peligrosa. Es una condición negativa el realizar apuestas para ver quién circulando por la calzada de sentido contrario de una autopista, recorre más kilómetros sin que lo detenga la policía o aquel que «tire» más vehículos a la cuneta, o el que tarde menos tiempo en llegar a tal sitio (Kamikaces). No se trata ya de una infracción normal de las que se pudieran englobar en el apartado 4.2.2.1., sino que se trata de una infracción con «agravantes» de intencionalidad, de preme-

ditación o, en ocasiones, de una ignorancia o negligencia inexcusables que dan lugar a un peligro no potencial sino actual, fijo y definido.

Y, finalmente, en el apartado 4.2.2.5., se recogerán aquellas otras causas no frecuentes que puedan haber dado directamente lugar al accidente y que no se puedan englobar en ninguno de los anteriores apartados.

4.3. **Algunos tipos de accidentes por fallo humano**

Entre los accidentes ocasionados con motivo de algún fallo humano, por su frecuencia, se pueden resaltar los siguientes y a modo de ejemplo sin que se deba circunscribir siempre cualquier accidente a uno de estos tipos:

a) *Accidentes por polarización afectiva*

La conducción exige una ATENCION CONCRETA y una ATENCION DIFUSA. Mediante la primera, el conductor ve los detalles cercanos; mediante la segunda se forma una idea sobre las condiciones del tráfico en general.

Para mantener ambas es preciso la concentración de todos los sentidos en la conducción, olvidando cualquier otra cosa. Por ello, cuando existe un problema individual del conductor, la atención queda más afectada por él que por los eventos y circunstancias del tráfico y, como consecuencia, los sentidos se *polarizan* sobre aquel problema, desatendiendo en todo o en parte, lo demás. La consecuencia puede ser el accidente.

Las desgracias familiares, los fracasos económicos o profesionales, los desengaños amorosos, los problemas conyugales, etc., pueden producir la abstracción antecedente de un accidente.

b) *Accidentes por infracciones al Código de Circulación*

En realidad suponen el mayor porcentaje de los accidentes de tráfico en carretera. La causa es voluntaria aunque el resultado no se pretenda ni se quiera. Son las verdaderas imprudencias.

Los factores que pueden intervenir en estas infracciones pueden ser de muy diversos tipos: afán de notoriedad, despreocupación, falta de atención, espíritu de fiesta, ignorancia de las normas de circulación o concepto erróneo de ellas, la propia incompetencia, la soberbia, etc.

Las normas de circulación más frecuentemente infringidas y que dan lugar a accidentes de tráfico son las relativas a velocidad, adelantamientos, distancia de seguridad, prioridades de paso, alumbrado y señalización, uso de la calzada, etc.

c) *Accidentes por defectos psico-físicos*

El que maneja un vehículo debe poseer permanentemente el dominio sobre él a través del dominio de su cuerpo y de su mente. Las enfermedades hacen que dicho dominio se pierda y, en ocasiones, sobreviene el accidente.

Dichas enfermedades, a menudo, ni siquiera son conocidas por el propio conductor, de manera que su investigación resulta harto difícil y, casi siempre es precisa la colaboración de familiares y amigos del conductor que informen sobre este campo.

d) *Accidentes por alcoholismo o toxicomanías*

Es un caso muy amplio y muy complejo que merecerá un estudio aparte que será realizado más adelante.

e) *Accidentes por sueño, cansancio, rutina, etc.*

Pueden denominarse en general como «SITUACIONES DE FATIGA». Se pueden producir también por numerosos factores: exceso de horas de conducción, descanso no adecuado previo al viaje, comidas copiosas, rutina al realizar muy a menudo el mismo trayecto, carreteras monótonas, mala ventilación del vehículo, exceso de calefacción, música, etc.

EL SUEÑO

«Según los datos estadísticos, son muchos los accidentes que se producen durante el día. Pero son precisamente los nocturnos los que suelen derivar —en términos relativos— en mayor número de muertes y lesiones graves. El accidente nocturno se muestra, así, como de consecuencias especialmente peligrosas. Muchas son las causas que lo pueden provocar, pero entre ellas encuentra un papel destacado el conducir sin haber dormido el tiempo necesario.

Y ello porque el sueño produce toda una serie de alteraciones negativas de las complejas habilidades psico-físicas que requiere la actividad de conducir. Aunque las alteraciones son mayores cuanto mayor es el tiempo que se ha estado sin descansar, pudiendo variar de unos individuos a otros, en general, entre las más importantes cabe destacar las siguientes:

1. *Disminución de la capacidad de reacción.* Ello se debe fundamentalmente a que el sistema nervioso (SNC) y el tono muscular se encuentran muy relajados por la acción del sueño.
2. *Alteraciones motrices.* Aunque a nivel cerebral la corteza motora sigue funcionando cuando se está bajo los efectos del sueño, los mensajes neurales no llegan a los músculos de la misma manera que cuando se está despierto.
3. *Los microsueños.* Uno de los efectos más negativos de la falta de sueño al volante es la aparición de lo que ha dado en llamarse «los microsueños». Son éstos una defensa del organismo por no dormir y que hacen que durante un brevísimo lapso de tiempo se pierda la consciencia respecto a la carretera, señales u otros vehículos.

   Son, en un elevado porcentaje, la causa explicativa de esos restos de frenada de emergencia, con trayectoria desviada, que podemos observar en muchos tramos de la carretera.
4. *Distracciones.* Precisamente, y en relación con el punto anterior, es necesario mencionar también la aparición de distracciones, muy frecuentes cuando se conduce adormecido. Estas se producen con más facilidad por la baja activación que tiene el sistema nervioso y que hace perder el control voluntario y la concentración sobre todo lo relacionado con la conducción.
5. *Organos de los sentidos.* La falta de descanso altera algunas de las funciones sensoriales que son de suma importancia en la conducción.

   En general, se puede decir que sube los umbrales sensoriales, disminuyendo por contra su capacidad receptiva, por lo que son necesarios estímulos más altos de lo normal, más potentes, para que puedan ser captados. El sueño tiene especial repercusión en el órgano de la vista, en el que produce un considerable deterioro. Por ejemplo, afecta a la convergencia binocular, crea dificultades para enfocar la vista, produce visión borrosa y potencia una mayor fatiga y cansancio ocular.
6. *Alteraciones en la percepción.* Las personas a las que se ha mantenido sin dormir en situaciones de laboratorio para estudiar sus reacciones, han mostrado curiosas alteraciones en la percepción de elementos que son vitales en la conducción. Captan peor o de manera más incorrecta las señales, luces, sonidos, etc. alterándose especialmente la percepción de la profundidad y del tiempo, lo que conduce a una más deficiente reacción, en el caso de que sea necesaria.

En general, se identifica peor cualquier objeto del medio ambiente que pueda significar un riesgo de accidente, se hace más difícil la rectificación de la trayectoria y da lugar a un menor control del vehículo.

7. *Alteraciones cognitivo-conductuales.* También surgen frecuentemente alteraciones comportamentales. En general, en el conductor con sueño disminuye la habilidad para integrar información y para realizar funciones analíticas, aumentando por contra las confusiones y el número de errores en la ejecución de maniobras. Las personas se suelen volver también más tensas, nerviosas y agresivas, lo que, unido, generalmente, a una mayor prisa por llegar al sitio donde se descansará, da lugar a la aparición de conductas más arriesgadas de lo normal».

(Doctores Montoro, Soler y Tortosa. Revista Tráfico, número 35, de agosto de 1988).

LA FATIGA

«La actividad de la conducción no sólo está afectada por las condiciones de la situación y del vehículo, sino también por el estado físico y las funciones psicológicas del propio conductor. Para conducir con seguridad el sistema nervioso tiene que estar bastante activado, pero el conductor no dispone de un caudal de energía ilimitado, por lo que debe racionarlo. La fatiga es, precisamente, un estado psicofísico que produce una disminución de la capacidad energética por la acción de cansancio, y que se manifiesta claramente en toda una serie de síntomas, de los que posteriormente hablaremos. La fatiga normalmente está asociada a un trabajo prolongado y monótono, y tiene efectos nocivos sobre la calidad y precisión de las maniobras.

Existe por ello un grave peligro potencial para la persona, que fatigada, continúa ejecutando una actividad tan compleja como conducir.

Entre los síntomas más importantes a que da lugar la fatiga y que deben ser tomados como serio aviso por los que manejan un vehículo, cabría destacar los siguientes:

1. *Cambios fisiológicos transitorios.* La fatiga se manifiesta por la aparición de cambios corporales, ajustes de posturas y una cierta estereotipación de los actos, que se traducen en continuos movimientos y cambios de postura, así como parpadeo constante,

sensación de pesadez de cabeza, cefaleas, restregarse la cara, estirarse, etc., a la vez que hay una mayor tensión muscular, rigidez con falta de flexibilidad y fluidez en los movimientos.

2. *Deterioros en la actividad útil,* o, lo que es lo mismo, reducción en la cantidad, calidad o eficacia en la ejecución de maniobras.
3. *Surgimiento de estados personales desagradables,* tales como: aburrimiento, ansiedad, inestabilidad, aturdimiento, mayor aceptación del riesgo, etc.».

(Doctores Montoro, Soler y Tortosa.— Artículo «Los Peligros de la Fatiga». Revista Tráfico, número 17, de octubre de 1988).

CAPITULO V

CLASES DE ACCIDENTES DE TRAFICO

Son varias las clasificaciones que se suelen hacer de los accidentes de tráfico según sea el fin para el que se utilicen y en base a unos diferentes criterios de clasificación. Es normal utilizar varios de dichos criterios entremezclados, como posteriormente veremos.

Los criterios de clasificación normalmente utilizados son los siguientes:

1.— POR SU SITUACION.
2.— POR SUS RESULTADOS.
3.— POR EL NUMERO DE VEHICULOS IMPLICADOS.
4.— POR EL MODO EN QUE SE PRODUCEN.
5.— ACCIDENTES CON CARACTERISTICAS ESPECIALES.
6.— OTROS CRITERIOS.

- Según la hora del día.
- Según el día.
- Según la actividad.
- Según lo que se transporta.
- Etc.

5.1. **Por su situación:**

Según la vía en que tenga lugar el accidente, pueden clasificarse en:

5.1.1. *Urbanos.* Los que se desarrollan en una calle o vía urbana comprendida dentro del casco de las poblaciones. Un tipo específico es el de los producidos en las travesías.

5.1.2. *Interurbanos.* Los originados en una vía interurbana. Se pueden subdividir a su vez, en atención al tipo de carretera: nacional, comarcal, autopista, etc. Considerando el trazado de la misma: cruce, curva, cambio de rasante, paso a nivel, etc.

5.2. **Por sus resultados:**

5.2.1. *Mortales.* Cuando ocasionan el fallecimiento de una o más personas dentro de las 24 horas siguientes al momento en que se produjo el accidente. Este es el plazo adoptado en nuestro país.

5.2.2. *Con heridos.* Cuando sólo causan lesiones a alguno o algunos de los ocupantes de los vehículos.

5.2.3. *Con daños materiales.* Si sólo producen perjuicios en la propiedad.

(A estos efectos, se debe tener en cuenta la Orden de Presidencia del Gobierno de 13 de marzo de 1981 que define las circunstancias en que quedan las personas, a efectos estadísticos, como consecuencia del accidente. Orden extractada en el capítulo Primero del presente libro.)

5.3. **Por el número de vehículos implicados:**

5.3.1. *Simples.* Aquellos en los que interviene una sola unidad de tráfico.

5.3.2. *Complejos.* Son los que presentan dos o más unidades de tráfico implicadas. Dentro de este grupo se encuentran los atropellos, que son aquellos en los que interviene un peatón o animal, ciclo o motociclo que es alcanzado por un vehículo de superior entidad o categoría. Los en cadena, o múlti-

ples, cuando el número de participantes es superior a dos unidades de tráfico y que suelen producirse en autopistas y autovías.

(Igualmente hay que tener en cuenta la Orden de Presidencia de Gobierno citada anteriormente en cuanto a vehículos que se consideran implicados en un accidente.)

5.4. **Por el modo en que se producen:**

5.4.1. *Choque.* Cuando el vehículo topa contra un elemento fijo de la vía tal como árboles, muros, vallas o cualquier otro elemento que forma parte de la infraestructura de la vía, o bien contra objetos que no forman parte de dicha infraestructura y que se encuentran en la vía por diversos motivos como neumáticos, vigas, troncos, rocas, etc., que desprendidos de la carga de un vehículo, del terreno colindante a la carretera o que han sido colocados intencionadamente.

También se considera choque al encuentro violento entre un vehículo en movimiento y otro estacionado o abandonado (Fotografías 5.1 y 5.2).

5.4.2. *Colisiones.* Se llama así a los encuentros violentos entre dos o más vehículos en movimiento, pudiendo dividirse además en:

1. *Frontales.*

a) Central.— Cuando coinciden aproximadamente los ejes longitudinales de los vehículos (Fotografía 5.3).

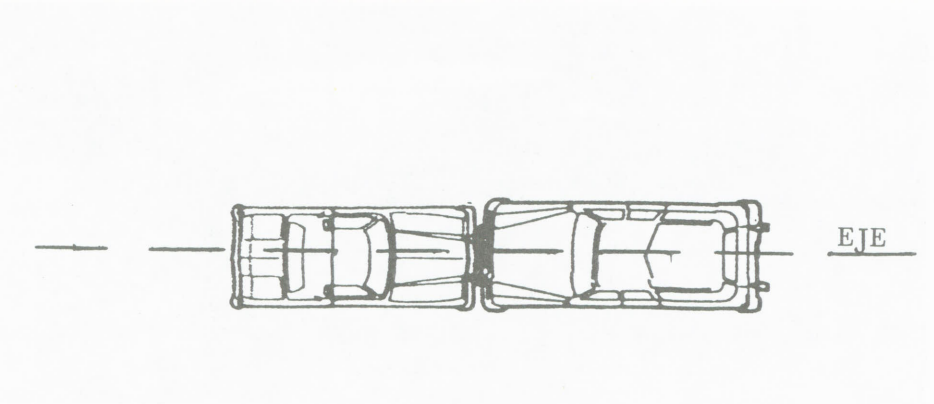


Fig. 5.1. Colisión frontal central.



Fot. 5.1. Daños ocasionados por un choque contra poste metálico.

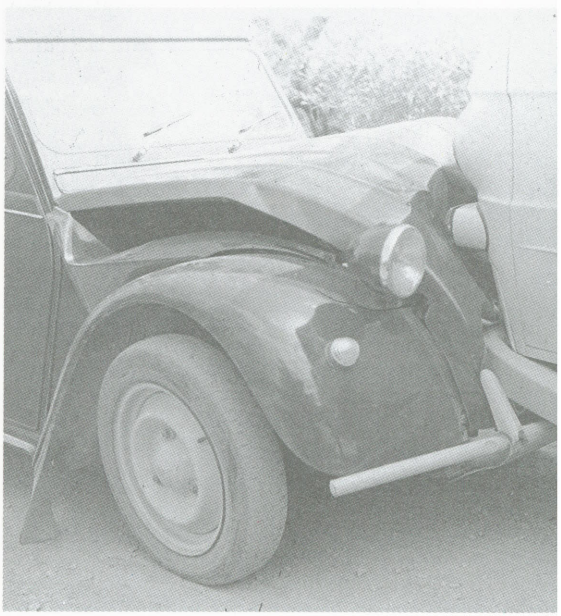


Fot. 5.2. Choque con árbol.



Fot. 5.3. Colisión frontal central.





Fot. 5.4. y 5.5. Colisión frontal excéntrica.





Fot. 5.6. y *5.7* Colisión frontal angular.





Fot. 5.8. 5.9. Embestida perpendicular.

b) *Excéntricas.* Cuando los ejes longitudinales son paralelos pero no coincidentes (Fotografías 5.4. y 5.5.).

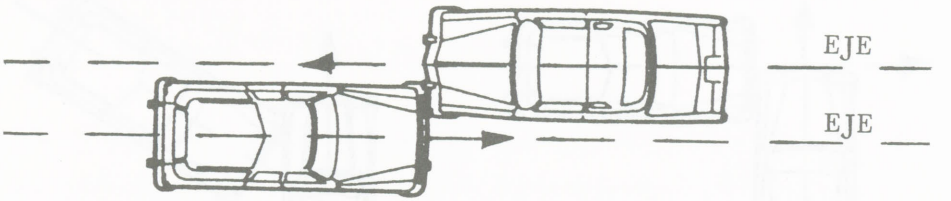


Fig. 5.II. Colisión frontal excéntrica.

c) *Angulares.* Cuando los ejes longitudinales forman un ángulo inferior a 90° (Fotografías 5.6 y 5.7).

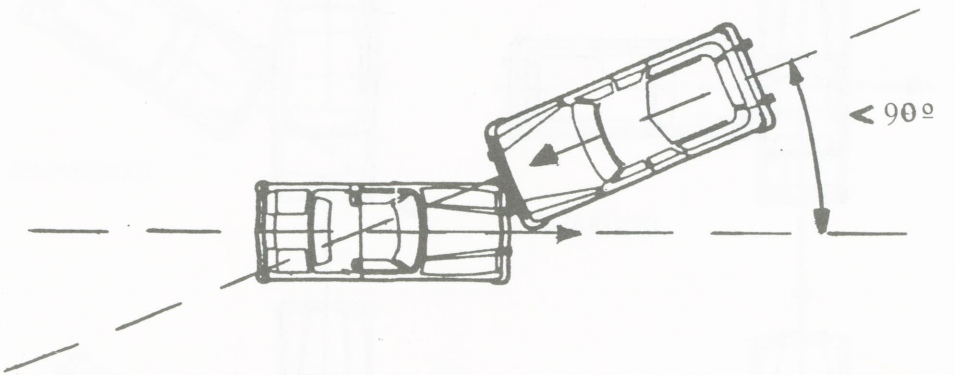


Fig. 5.III. Colisión frontal angular.

2. *Embestidas.* Cuando son colisiones laterales.

   a) *Perpendiculares.*— Cuando forman los ejes un ángulo de 90°. Se subdividen en: Anteriores, centrales y posteriores (Fotografías 5.8. y 5.9).

b) *Oblicuas.*— Cuando el ángulo que forman los ejes no es de 90 °. A su vez pueden ser: Anteriores, centrales y posteriores (Fotografía 5.10).

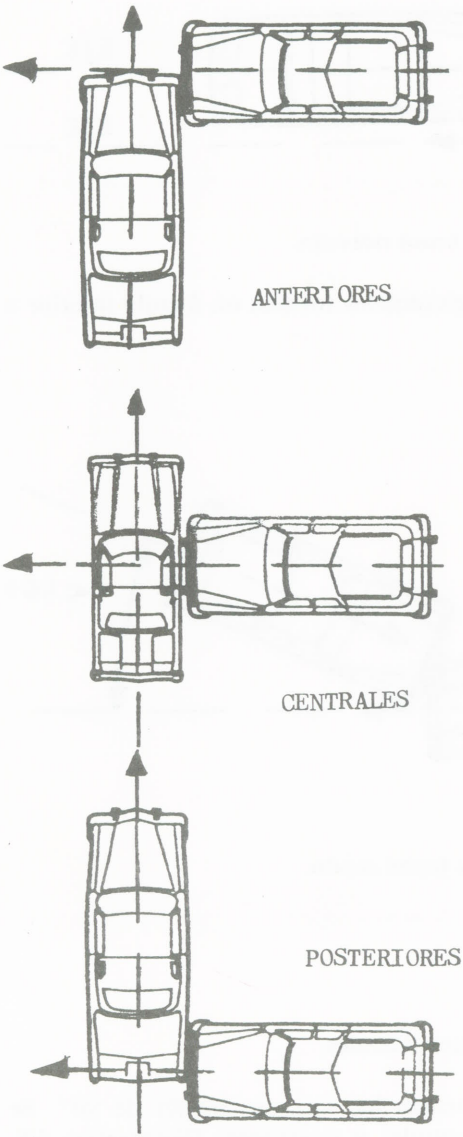


Fig. 5.IV. Embestidas perpendiculares.

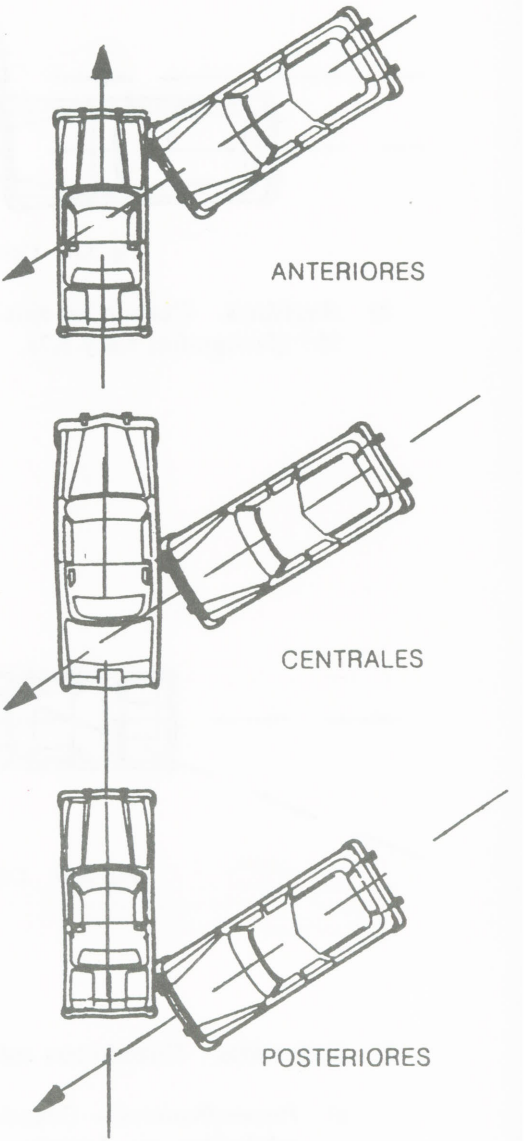


Fig. 5.V. Embestidas oblicuas.

3. *Colisiones Reflejas:*

Son aquellas en las que se producen dos o más colisiones sucesivas entre sí.

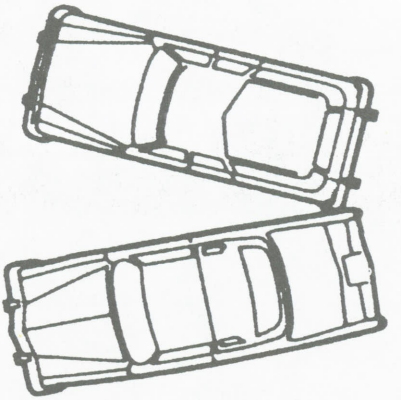


Fig. 5.VI. Colisiones reflejas.

4. *Colisiones por Alcance:*

Cuando dos o más vehículos entran en colisión de tal modo que la parte frontal de uno lo hace sobre la parte posterior del otro (Fotografías 5.11 y 5.12).



Fig. 5.VII.



Fot. 5.10. Embestida oblicua.

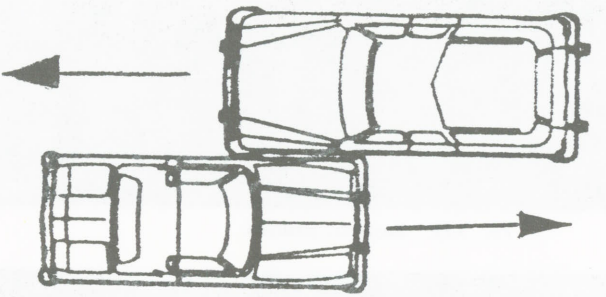




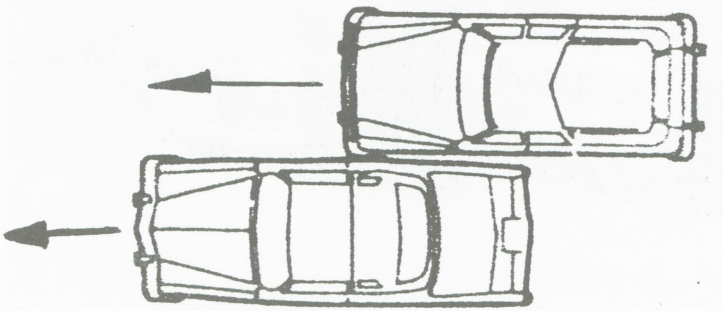
Fot. 5.11 y *5.12.* Colisión por alcance.

5. *Colisiones por Raspado:*

Cuando se produce un roce entre los laterales de ambos vehículos. Puede ser *positivo:* Cuando los dos vehículos circulan en sentido contrario, o *negativo:* Si lo hacen en el mismo sentido (Fotografías 5.13 y 5.14).



POSITIVO



NEGATIVO

Fig. 5.VIII.



Fot. 5.13. Raspado positivo.



Fot. 5.14. Raspado negativo.

5.4.3. *Salidas de la vía*

Cuando el vehículo o parte del mismo sale de la calzada por causas ajenas a la voluntad del conductor. Puede ser *con o sin vuelco.* El vuelco puede ser de campana o de tonel; el primero, cuando el vehículo da vueltas longitudinalmente, y el segundo caso cuando lo hace transversalmente; a su vez, puede ocurrir que dé 1/4, 3/4, 1/2, 1, 2, 3... vueltas (Fotografía 5.15).

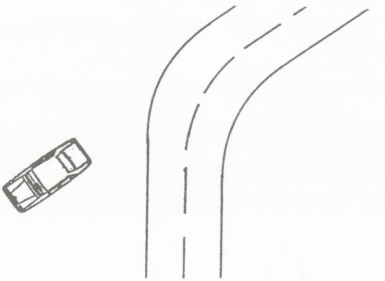


Fig. 5.IX. Salida de la vía.

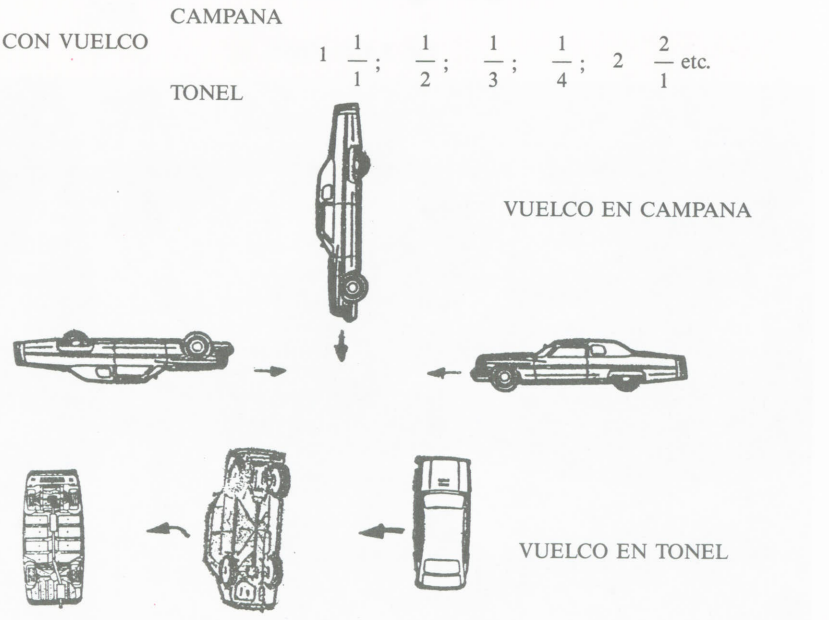


Fig. 5.X.

5.4.4. *Atropellos*

Cuando una unidad colisiona contra otra, y entre ambas existe una desproporción es manifiesta. Un turismo contra un peatón, un ciclista, un ciclomotor.

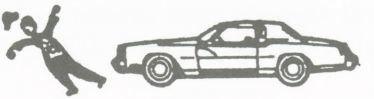


Fig. 5.XI. Atropello a peatón.

5.4.5. *Otros*

Aquellos que no se pueden encasillar en ninguno de los anteriores apartados, pero tienen características especiales: incendios, sumersiones, explosiones, caídas de usuarios de los vehículos, derrumbamientos, etc.



SUMERSION
INCENDIOS
EXPLOSIONES
CAIDAS USUARIOS
ETC.

Fig. 5.XII. Otros.



Fot. 5.15. Salida de la vía con salto y vuelco.

CUADRO RESUMEN

CLASES DE ACCIDENTES

CRITERIOS DE CLASIFICACION	*DENOMINACION*
1. POR SU SITUACION.	1.1. Urbanos. 1.2. Interurbanos.
2. POR SUS RESULTADOS.	2.1. Mortales. 2.2. Con heridos. 2.3. Con daños materiales.
3. POR EL NUMERO DE VEHICULOS IMPLICADOS.	3.1. Simples. 3.2. Complejos.
4. POR EL MODO EN QUE SE PRODUCEN.	4.1. CHOQUES (con elementos fijos). 4.2. COLISIONES: 1. FRONTALES: a) Central (Ejes long. coinciden). b) Excéntrica (Ejes long. paralelos). c) Angular (Ejes long. 90°). 2. EN EMBESTIDA: a) Perpendicular (Ejes long. forman áng. 90 °). b) Oblicua (Ang. distinto de 90 °) (Anteriores, centrales o posteriores). (Derechos o izquierdos).

CRITERIOS DE CLASIFICACION	*DENOMINACION*
	3. REFLEJAS: En colisiones sucesivas.
	4. ALCANCES.
	5. RASPADOS: a) Negativos: Los vehículos circulan en el mismo sentido. b) Positivos: Los vehículos circulan en sentido contrario.
4.3. SALIDAS DE LA VIA (Total o parcial).	4.3.1. CON VUELCO: a) Campana. b) Tonel.
	4.3.2. SIN VUELCO: a) Salto. b) Sin salto.
4.4. ATROPELLO:	4.4.1. A peatón. 4.4.2. A animal. 4.4.3. A bicicleta. 4.4.4. A ciclomotor.
5. ACCIDENTES CON CARACTERISTICAS ESPECIALES.	5.1. INCENDIOS. 5.2. EXPLOSIONES. 5.3. CAIDA DE USUARIOS A LA CALZADA. 5.4. CAIDA DE VEHICULOS A CAUCES DE AGUA (son salidas de la vía con características especiales).
6. OTRAS CLASIFICACIONES.	6.1. SEGUN LA HORA DEL DIA: Diurnos o nocturnos. 6.2. SEGUN EL DIA: Laborables o festivos. Retorno, etc. 6.3. SEGUN LA ACTIVIDAD: Salida o entrada al trabajo. 6.4. SEGUN LO QUE SE TRANSPORTA: Materias Peligrosas, Transporte Escolar, etc.

CAPITULO VI

DINAMICA DEL ACCIDENTE

6.1. Nociones de Física

La dinámica, como parte de la mecánica, es aquella rama de la Física que estudia el movimiento y las fuerzas que en el mismo intervienen. Es obvio que en todo accidente interviene un movimiento o conjunción de movimientos, y de ellos resultan una serie de fuerzas que actúan de muy diversas maneras.

Para poder profundizar en el conocimiento de los accidentes y valorar debidamente los elementos que intervienen en ellos (que muchas veces son más complejos de lo que se puede creer) debemos tener una idea lo más amplia posible de las diversas fuerzas que se ejercen sobre el movimiento de los automóviles, o que se derivan de las situaciones anormales ocasionadas por los siniestros del tráfico.

Estudiemos, siquiera sea de forma somera, las principales fuerzas que intervienen o se generan de un accidente y las Leyes FUNDAMENTALES DE LA DINAMICA.

6.2. Principios Fundamentales de la Dinámica

Los Principios o Leyes Fundamentales de la Dinámica, formuladas por Newton, son las siguientes:

A.— *Principio de inercia*

Según el primer principio de Newton, un cuerpo en estado de reposo permanece en ese estado, y un cuerpo móvil permanece en movimiento uniforme y rectilí-

neo, en tanto que ninguna fuerza exterior actúe sobre ellos. *La fuerza de inercia es la resistencia de los cuerpos a cambiar del estado de reposo al de movimiento y viceversa.*

Este principio físico es el que hace que los cuerpos sigan hacia adelante, más o menos bruscamente según sea la velocidad de los vehículos, en el caso de una colisión frontal.

Cuando se aplican los frenos, también tienden a irse hacia adelante, recargándose el peso sobre los ejes delanteros. A la inversa sucede con una brusca aceleración.

La fuerza de inercia es proporcional a la masa del cuerpo y a su aceleración.

$$Fi = m \times a$$

El movimiento de la masa (personas u objetos) que hay dentro del vehículo, alterará igualmente la situación del Centro de Gravedad desplazándolo adelante o atrás, a la izquierda o la derecha y contribuyendo a la inestabilidad del vehículo.

B.— *Principio de la conservación de la cantidad de movimiento*

La variación de la cantidad de movimiento es proporcional a la fuerza externa que la produce y tiene lugar en la dirección de la recta según la cual actúa dicha fuerza. Si un vehículo cambia de dirección, no por efecto del giro de las ruedas, sino del impulso de una fuerza externa, podemos averiguar con cierta facilidad la DIRECCION de donde ha procedido la fuerza y su intensidad o impulso.

La pelota de beisbol que golpea el bateador, cambia de dirección con arreglo al punto donde recibe el golpe. Asimismo, la velocidad que llevará será proporcional a la fuerza con la que se golpee.

Es importantísima esta segunda Ley de la Dinámica y posteriormente veremos la extraordinaria trascendencia que tiene en la reconstrucción de accidentes de tráfico.

Si un vehículo ha sido desplazado lateralmente, en sentido perpendicular al de su marcha, podemos afirmar que el impacto se ha producido en dicho mismo sentido del desplazamiento. Si existe un desplazamiento de la parte trasera hacia un lado, podemos averiguar que la dirección de la fuerza ha sido de adelante a atrás y excéntrica respecto al centro de gravedad (figuras núms. 6.I, II, III y IV).

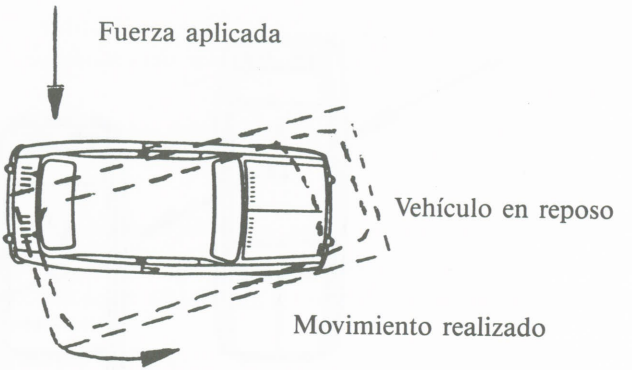


Fig. 6.I.

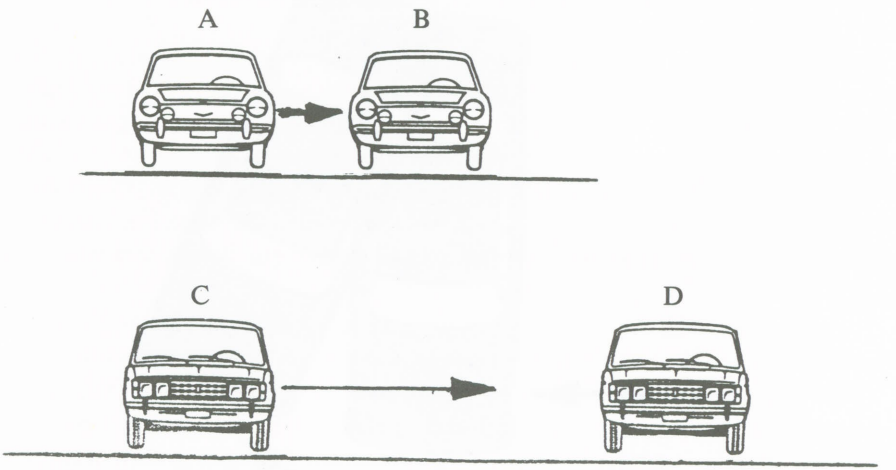
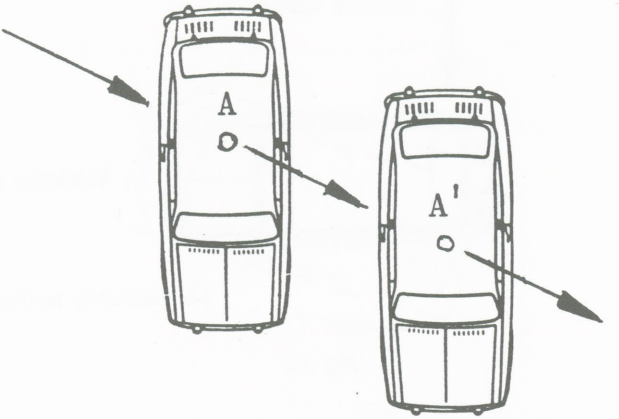
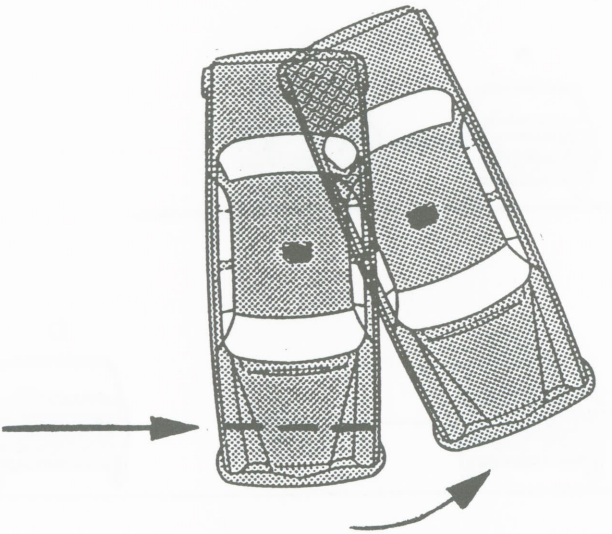


Fig. 6.II. Conservación cantidad de movimiento. Si el vehículo se desplaza de A a B, la fuerza que ha actuado lo ha hecho en la dirección que marca la flecha. La fuerza aplicada en A es menor que la aplicada en C.



La fuerza sí pasa por el baricentro (Fig. 6.III).



La fuerza pasa por un punto distinto del baricentro (Fig. 6.IV).

(PRINCIPIO DE CONSERVACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO)

B.1. *Impulso mecánico y cantidad de movimiento*

— *Impulso mecánico.* «Es una magnitud vectorial igual al producto de la fuerza, por el tiempo que actúa, y cuya dirección y sentido son los de la fuerza».

Si la fuerza es constante su valor es:

$$Impulso = f \cdot t$$

Para definir las unidades de impulso mecánico, basta considerar las unidades de fuerza y tiempo: dina · sg · (c · g · s.); Nw · sg (Giorgi); Kp · sg. (Técnico).

— *Cantidad de movimiento.* «Es una magnitud vectorial, igual al producto de la masa por la velocidad»:

$$q = m \cdot v$$

la dirección y sentido son los de la velocidad.

Para definir las unidades de cantidad de movimiento basta considerar las de masa y velocidad: gr. cm/sg (c · g · s.) Kg · m/sg (Giorgi); utm · m/sg (Técnico).

— *Relación entre el impulso y la cantidad de movimiento*

«El impulso comunicado a un punto material se emplea en modificar su cantidad de movimiento».

$$Impulso = m\,v - mv_o \qquad (1)$$

Como consecuencia del teorema anterior podemos afirmar: Si sobre un punto material no actúan fuerzas, su cantidad de movimiento permanece constante

En efecto: al ser $f = 0$ en la expresión (1), se verifica: $Imp. = f \cdot t = 0 \cdot t = 0$; $0 = mv - mv_o$;

$$mv = mv_o$$

— *Teorema de la conservación de la cantidad de movimiento.* «Si sobre un sistema no actúan fuerzas exteriores, su cantidad de movimiento permanece constante».

En efecto: el teorema que relaciona el impulso con la cantidad de movimiento exige que el impulso de las fuerzas exteriores (las interiores se anulan dos a dos por acción y reacción) sea igual a la variación de la cantidad de movimiento.

Si no hay fuerzas externas, el impulso total es nulo; y en consecuencia la variación de la cantidad de movimiento es cero; permaneciendo ésta constante:

$$q = m\,v = \textit{constante.}$$

EJEMPLO.— Supongamos un cañón efectuando un tiro horizontal, apoyado en terreno horizontal. Al disparar, las únicas fuerzas que actúan son las interiores de expansión de la pólvora. La aplicación del teorema anterior, conduce a:

$$q \text{ antes del disparo} = q \text{ después del disparo.}$$

Si m y v son la masa y la velocidad de la bala, y m' y v' la masa y la velocidad del cañón, se habrá de verificar:

$$0 = m\,v + m'\,v'$$

puesto que la cantidad de movimiento antes del disparo es cero y la cant. de mov. antes ha de ser igual a la q después que es la q de la bala más la q del cañón.

De la fórmula anterior, se obtiene:

$$m\,v = -\!\!- m'\,v'.$$

El cañón adquiere una velocidad de sentido contrario a la de la bala (signo menos).

Esta es la causa del retroceso que se produce al disparar un arma de fuego, y la causa del movimiento producido por la llamada propulsión a chorro (aviones de reacción, cohetes interplanetarios, satélites artificiales, etc.).

Hay que tener en cuenta en la aplicación de las ecuaciones del impulso y de la cantidad de movimiento, que al ser magnitudes vectoriales, deben proyectarse sobre ejes adecuados, cuando hay «ligaduras» o «movimientos prohibidos».

Y, así, suponiendo un cañón que dispara en terreno horizontal con un ángulo de inclinación φ, tomando el eje X horizontal, el Y vertical y ambos en el plano vertical que pasa por el eje del cañón, se debe verificar (Fig. 6.V):

$$m\,v = -m'v' \begin{cases} \boxed{m\,v_x = -m'v_x'} \\ m\,v_y = -m'v_y' \end{cases}$$

El movimiento del cañón en el eje Y y hacia abajo es «prohibido» por la resistencia del suelo, siendo, por tanto la ecuación encuadrada la única que debemos aplicar para el cálculo de la velocidad inicial de retroceso del cañón:

$$m\,v\cos\varphi = -m'\,v_x'$$

$$v_x' = -\frac{m\,v}{m'}\cos\varphi$$

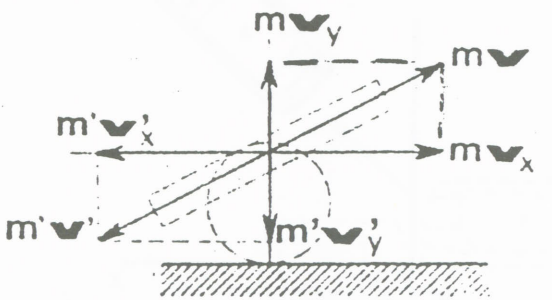
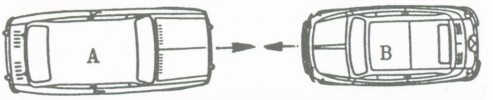
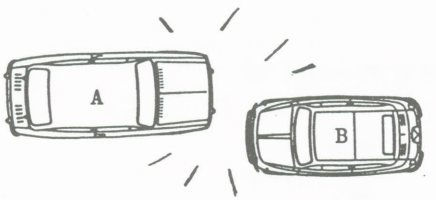


Fig. 6.V. Teorema de la conservación de la cantidad de movimiento.

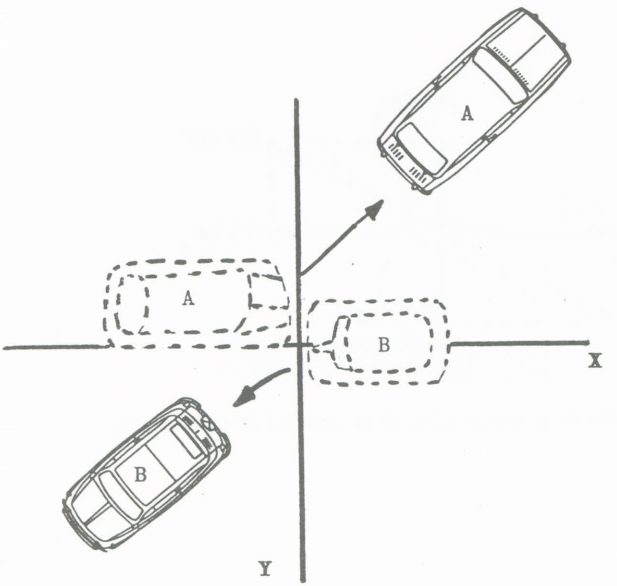
Esto también lo habremos de tener en cuenta en la reconstrucción de accidentes de tráfico cuando, como consecuencia de una colisión, los vehículos salgan proyectados en una dirección que forme ángulo distinto de 180° con la trayectoria seguida al inicio (Fig. 6.VI).



Posición inicial



Colisión



Posición final

Fig. 6.VI.

C.— *Principio de acción y reacción*

A toda acción se opone siempre una reacción igual y de sentido contrario. De otro modo: las acciones mutuas entre dos cuerpos siempre son iguales y de sentido contrario (Fig. 6.VII).

Ejemplo: Si una persona sobre patines empuja sobre una pared, su retroceso será tanto mayor cuanto mayor sea la fuerza que aplique.

En cuanto a los vehículos, este principio es de aplicación en las colisiones. Si un turismo choca con una roca, cuanta más velocidad lleve (acción), mayor deformación sufrirá (reacción).

Esta tercera Ley de Newton tiene una importancia también extraordinaria y está íntimamente ligada a los accidentes de automóvil. Efectivamente, la ley fundamental de la dinámica tiene por expresión la fórmula:

$$F = m \cdot a$$

Siendo:

F = Fuerza

m = Masa

a = Aceleración

Es decir, que la fuerza que actúa sobre un cuerpo en reposo, es igual a su masa por la aceleración que adquiere dicho cuerpo.

Tanta importancia tiene esta tercera Ley que ella nos solucionará prácticamente todos los problemas de desplazamiento de los vehículos con motivo de una colisión o choque.

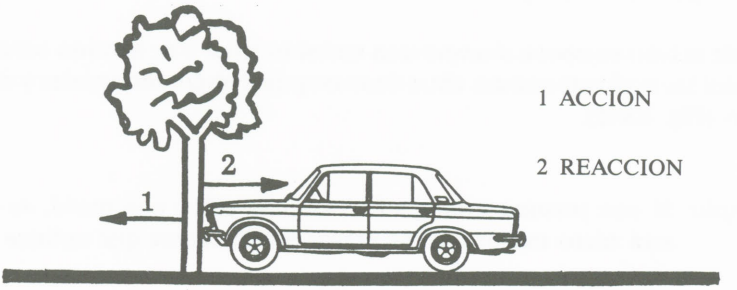


Fig. 6.VII.

6.3. **La fuerza de gravedad**

Estudiemos someramente esta fuerza, de gran importancia en el campo del automóvil. Algunos no dudan en considerarla la más importante pues interviene incluso en un objeto (vehículo) en situación de reposo o inmovilidad.

6.3.1. *Ley de gravitación universal de Newton*

Esta Ley dice: «Todos los cuerpos se atraen entre sí con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros de masa».

$$f = G \frac{m\ m'}{d^2}$$

G es la constante de gravitación universal, independiente de todas las circunstancias o medio ambiente, que rodeen a los cuerpos que se atraen.

Su valor es:

$$6{,}65 \times 10^{-8}\ \text{dinas} \times \text{cm}^2/\text{gr}^2 = 6{,}65 \times 10^{-11}\ \text{Nw.}\ \text{m}^2/\text{kg}^2 = \\ = 6{,}65 \times 9{,}8 \times 10^{-11}\ \text{Kp.}\ \text{m}^2/\text{utm.}^2$$

m y m' son las masas de los dos cuerpos y d la distancia entre sus centros de masa.

6.3.2. *Campo gravitatorio terrestre*

Según la Ley de gravitación universal de Newton, la Tierra atrae a todos los cuerpos situados en el exterior de ella con mayor fuerza cuanto más próximos están a ella. A este fenómeno se le llama gravedad terrestre.

Intensidad del campo gravitatorio terrestre en un punto es la fuerza con que la Tierra atrae a la unidad de masa, colocada en el punto. La intensidad del campo es un vector de dirección vertical y de sentido hacia el interior de la Tierra.

El valor de la intensidad del campo gravitatorio terrestre (g_o) es para todo punto exterior a la Tierra:

$$g_o = G \frac{M}{r^2}$$

en la que M es la masa de la Tierra y r la distancia del punto al centro de la Tierra, y si consideramos un lugar de la superficie terrestre, r es el radio de la Tierra.

(Hemos aplicado la Ley de Newton teniendo en cuenta que la masa atraída es la unidad).

La intensidad del campo gravitatorio terrestre (M = constante, G = constante) varía con r: a grandes alturas sobre la Tierra, corresponde menor g_o y a la inversa.

En los polos g_o es mayor que en el Ecuador, por ser el menor radio de la Tierra el que corresponde al polo.

Para un lugar de la Tierra y pequeñas variaciones de altura g_o se puede considerar como constante.

En general, la intensidad real de la gravedad o fuerza que actúa sobre la unidad de masa debida a la influencia de la Tierra no es, solamente, la correspondiente al fenómeno de gravitación; existe además la fuerza centrífuga cuyo valor sobre la masa unidad es $\omega^2 r'$ (ω = velocidad angular de la Tierra = $2\pi/86400$ radianes/sg.; r', radio del movimiento de rotación del lugar considerado en la Tierra); esta fuerza, de la dirección del radio del paralelo (r') y de sentido hacia el exterior de la Tierra compuesta con la atración gravitatoria sobre la unidad de masa (g_o) nos da la intensidad real de la gravedad (g):

$$g = G \frac{M}{r^2} r^0 + \omega^2 r' \cdot r'^0$$

(r y r'^0 son los vectores unitarios en la dirección de r y de r', y de sentido hacia el interior y exterior de la Tierra respectivamente); la dirección de g, no es en general hacia el centro de la Tierra (aunque pase por puntos muy próximos a tal centro); en los polos y Ecuador la dirección de g es la del radio terrestre.

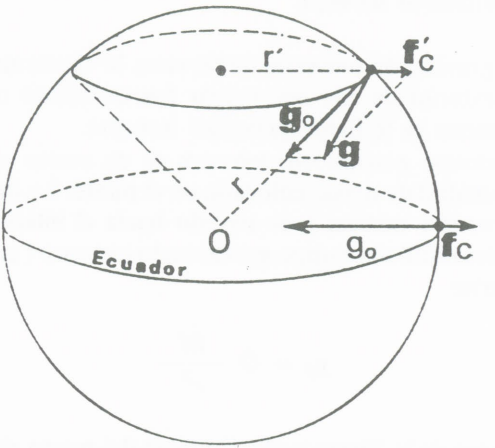


Fig. 6.VIII. Variaciones de *g*.

En los polos la intensidad real de la gravedad se confunde con la intensidad del campo gravitatorio (g_o), ya que no existe fuerza centrífuga, por ser el radio nulo:

$$g_{\text{polo}} = G \frac{M}{r^2_{\text{polo}}}$$

En el Ecuador g_o y $\omega^2 r$ son de la misma dirección y sentido contrario, restándose sus módulos:

$$g_{\text{ecuador}} = G \frac{M}{r_{ec.}} - \omega^2 r_{\text{ec.}}$$

Observamos que g_0 es mayor en el polo que en el Ecuador por ser mayor el radio de éste; como además a g_o se le resta en el Ecuador $\omega^2 r$, el valor de la intensidad real de la gravedad en el Ecuador es menor que en los polos.

TABLA 6.1

Valores de g (al nivel del mar)

Polos 983,2	dinas/gr = 9,832	Nω/Kg ó Kp/u.t.m.
45° latitud.....980,616	dinas/gr = 9,80616	Nω/Kg ó Kp/u.t.m.
Madrid.....980	dinas/gr = 9,8	Nω/Kg ó Kp/u.t.m.
Ecuador.....978	dinas/gr = 9,78	Nω/Kg ó Kp/u.t.m.

6.3.3. *Baricentro o Centro de Gravedad*

Ya hemos hablado algo de él en el punto anterior.

Se conoce por Centro de Gravedad o baricentro el punto donde se considera concentrado el Peso de un cuerpo. Si suspendiésemos dicho objeto de un hilo del citado punto, guardaría el equilibrio en cualquier posición que le diéramos.

El Centro de Gravedad de una figura geométrica regular y homogénea, es su centro geométrico.

El centro de gravedad de un vehículo no se mueve mientras éste realiza un movimiento uniforme sin aceleración debido al Principio de Inercia.

En toda colisión se ejerce una fuerza sobre el vehículo siguiendo una determinada trayectoria. Si esta fuerza se ejerce sobre una línea que pasa por el centro de gravedad, el vehículo sufrirá una aceleración o deceleración en la prolongación de la línea sobre la que ha actuado la fuerza (Fig. 6.III). Pero si ésta se ejerciera por una línea que no pasa por el centro de gravedad, el vehículo sufrirá un movimiento de rotación que tendrá como centro el de gravedad y se dirigirá en el mismo sentido en el que actúa la fuerza (Fig. 6.IV), según el Principio de Conservación de la cantidad de Movimiento.

El centro de gravedad influye en la estabilidad de los cuerpos de tal manera que cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él, sale de la base de sustentación del cuerpo, éste pierde el equilibrio (Fig. 6.IX).

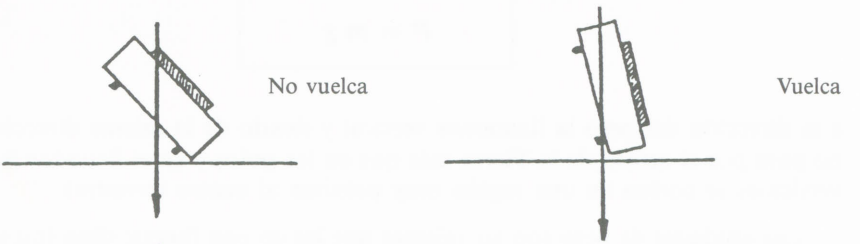
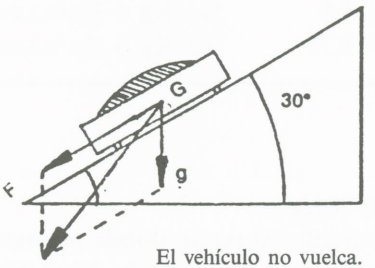


Fig. 6.IX.

Por tal motivo interesa siempre en aras de la mayor seguridad, que el centro de gravedad se halle lo más bajo posible como puede comprenderse en las figuras siguientes y que su distancia a los extremos de la base de sustentación del vehículo sea la mayor posible (cuanto más bajo sea el vehículo y cuanto más ancho, mayor estabilidad) (Fig. 6.X y 6.XI).

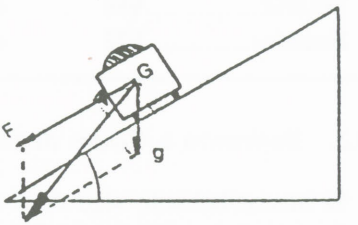
G = Centro de gravedad



El vehículo no vuelca.

Mismas *F*, *g* y ángulo de inclinación.

Fig. 6.X.



El vehículo vuelca.

Fig. 6.XI.

6.3.4. *Peso de un cuerpo*

«Es la fuerza que actúa sobre un cuerpo debido a la influencia de la Tierra». Colguemos un cuerpo de un dinamómetro; la fuerza que lo estira nos mide el peso de tal cuerpo en aquel determinado lugar del campo gravitatorio terrestre.

Como *g* (intensidad de la gravedad) es la fuerza que actúa sobre la unidad de masa, la que actúa sobre una masa *m* es:

$$P = m\,g$$

a la dirección del peso la llamamos vertical y siendo de la misma dirección de *g*, no pasa por el centro de la Tierra más que en los polos y en el Ecuador (todas las verticales se cortan en una región muy próxima al centro terrestre).

Las unidades de peso son las mismas que las de una fuerza: dina (c.g.s.), Newton (G) y Kp (Técnico).

No hay que confundir, como resulta obvio, lo que es «peso» con la «masa». Masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo

$$m = \frac{P}{g}$$

siendo m = masa
P = Peso
g = intensidad de la gravedad = 9,81 Nw/sg. en España.

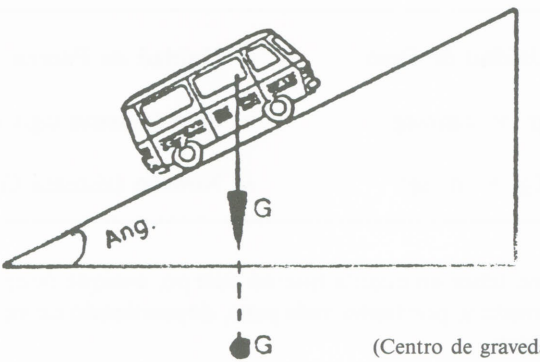
El Peso de un cuerpo disminuye conforme aumenta su altura.

Por este motivo a un vehículo le cuesta más esfuerzo subir una rampa que bajar una pendiente. En dichas rampas y pendientes, la velocidad del vehículo aumentará o disminuirá respectivamente en el equivalente de la aceleración debido a la gravedad, en relación con el ángulo de inclinación de la rampa o de la pendiente. De ahí la fórmula:

$$V = \text{Ang.} \times g.$$

siendo:

V = La velocidad.
Ang. = Angulo de la pendiente o rampa (+ ó —). En tanto por ciento.
g = Aceleración debida a la gravedad.



(Centro de gravedad de la Tierra)

Fig. 6.XII.

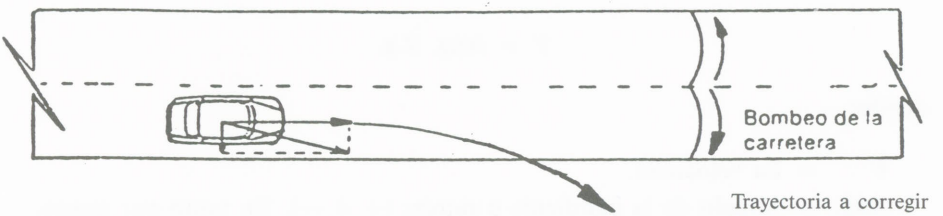
El plano inclinado tanto puede ser en el aspecto longitudinal de la carretera (rampa o pendiente), como en el plano transversal (bombeo de la carretera). En este último caso, el automóvil tiende a desplazarse desde el plano superior (central) al inferior (lateral) que está más bajo; este efecto debe ser corregido por el conductor mediante ligero giro del volante y esta fuerza transversal puede calcularse con la fórmula:

$$g = P \times i$$

siendo:

g = gravedad.
P = peso.
i = ángulo de inclinación transversal en %.

El no corregir esta trayectoria da lugar a la llamada «huella del sueño», en que puede verse una rodada libre ligeramente inclinada hacia la derecha de la marcha, hasta que es corregida violentamente o termina en accidente.



Trayectoria a corregir mediante giro de volante.

Fig. 6.XIII.

Unidad de Peso	= Unidad de Fuerza =
gr × cm/seg^2	= dina (sistema c.g.s.) =
Kg × m/sg^2	= Newton (sistema Giorgi)

Finalmente, tener en cuenta que un cuerpo, aunque ocupe menos espacio, puede tener más masa y, por tanto, más peso, dependiendo de su densidad. A más densidad, más masa.

$$m = \text{Volumen} \times \text{densidad.}$$

6.4. **Energía cinética**

6.4.1. *Teorema de las Fuerzas vivas*

Energía cinética. Es una magnitud escalar cuyo valor es:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

(m = masa del punto material; v = velocidad).

El trabajo realizado por la fuerza que produce o modifica el movimiento de un cuerpo, es igual a la variación de la energía cinética de éste (teorema de las fuerzas vivas).

La fórmula que expresa el teorema, es:

$$A = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_o^2$$

y si el móvil parte del reposo ($v_o = 0$):

$$A = \frac{1}{2} m v^2$$

Como consecuencia de las anteriores igualdades, observamos que la energía cinética se mide en las mismas unidades que el trabajo, lo que nos indica también su ecuación de dimensiones

Para expresar E_k en { ergios / julios / kilográmetros } la masa debe expresarse en { gramos / kilogramos / u. t. m. } y la velocidad en { cm/sg. / m/seg. / m/sg. }

6.4.2. *Energía potencial*

«Energía potencial es la capacidad o aptitud de los cuerpos para producir un trabajo, por su forma, posición, composición química, etc.».

Un arco estirado es capaz de lanzar una flecha, provocando en ella una energía $\left(\frac{1}{2} m\ v^2\right)$ que nos mide el trabajo realizado por las fuerzas elásticas (energía potencial de forma).

Cuando abandonamos un cuerpo a una cierta altura, adquiere una velocidad y, por tanto, una energía cinética que nos mide el trabajo realizado por el «peso» del cuerpo, cuando éste cae (energía potencial gravitatoria).

Al estallar una granada cada uno de sus pedazos adquiere una velocidad y, por tanto, una energía cinética que nos mide el trabajo realizado por la fuerza que ejercen los gases producidos en la combustión del explosivo, contra las fuerzas de resistencia de las paredes de la granada.

La energía potencial, como la cinética, se mide en las mismas unidades que el trabajo.

6.4.3. *Principio de conservación de la energía*

Supongamos un cuerpo quieto, al pie de un plano inclinado por el que pretendemos subirlo; el cuerpo roza con el plano y se opone, por ello, a su movimiento una fuerza R (resistencia pasiva). Aplicamos al cuerpo una fuerza F paralela al plano y realizamos un recorrido L, en la propia dirección de la fuerza; el trabajo realizado es $F \cdot L$. Tal trabajo se ha empleado en tres finalidades:

1.º Aumento de la energía cinética del cuerpo $\left(\frac{1}{2} m\ v^2\right)$; en la posición A la velocidad del cuerpo era cero; en la B es v.

2.º Aumento de la energía potencial de posición: al elevarse el cuerpo una altura h ha adquirido la posibilidad de realizar trabajo en su caída ($m\ g\ h$). (Aumento de la energía potencial gravitatoria.) (fig. 6.XIV).

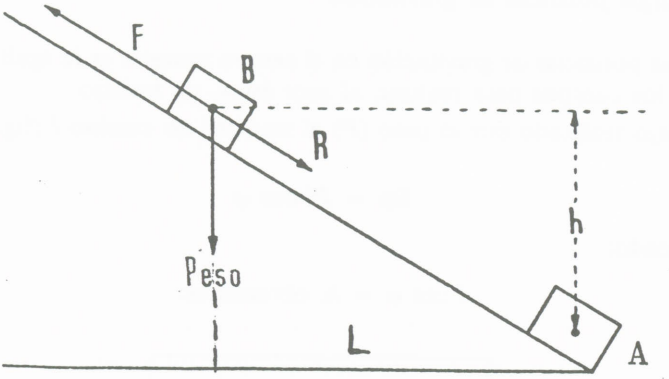


Fig. 6.XIV.

3.º Trabajo realizado contra las resistencias pasivas (*R*, *L*); por efecto de los rozamientos, el plano y el cuerpo se han calentado (el calor es una forma de la energía), calor que ceden al exterior hasta conseguirse el equilibrio térmico (igualdad de temperatura). En los cuerpos y en el aire ha quedado acumulada la «energía calorífica».

El anterior ejemplo nos indica que EL TRABAJO DE LAS FUERZAS EXTERIORES A UN SISTEMA, SE EMPLEA INTEGRAMENTE EN INCREMENTAR SU ENERGIA (consideramos como «sistema» en el anterior ejemplo, el cuerpo, la materia que constituye el plano inclinado y el ambiente que les rodea).

Como consecuencia de lo anterior:

«Si no actúan fuerzas exteriores a un sistema, su energía permanece constante».

Podrá haber intercambios entre unas u otras formas de energía, pero su suma, la energía total, es siempre la misma.

Considerando que el Universo es un sistema aislado, se puede afirmar que:

La energía total del Universo se mantiene constante.

En el campo de los accidentes de tráfico, este Principio es de la mayor importancia, pues un vehículo que circula a una velocidad posee una Energía Cinética que al colisionar con algún objeto no se perderá, sino que transformará en calor, desplazamientos, deformaciones, etc. Cuanta mayor sea su velocidad, mayor Energía habrá de transformarse, entre otras cosas, en daños personales y materiales.

6.4.4. *Energía potencial de gravitación*

«Energía potencial de gravitación en el campo terrestre es la aptitud que tiene el peso de los cuerpos para realizar, al caer éstos, un trabajo.

El trabajo realizado por el peso (P) al recorrer un camino l (fig. 6.XV), es:

$$\text{Ep} = Pl \cos \varphi$$

Pero siendo:

$l \cos \varphi = h$, obtenemos:

$$\boxed{\text{Ep} = Ph = mg\,h}$$

«La energía potencial de gravitación o trabajo que puede realizar un cuerpo en su caída, es igual al peso por la altura, cualquiera que sea el camino recorrido».

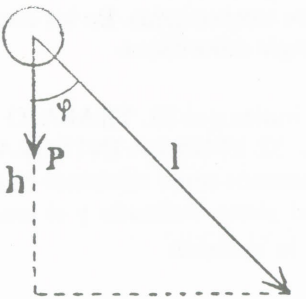


Fig. 6.XV. Energía potencial gravitatoria.

Al trasladar un cuerpo de una posición A a otra B en la misma horizontal (fig. 6.XVI) no realizamos trabajo alguno contra la gravedad ($h = 0$); se realiza trabajo, únicamente, para vencer las fuerzas de rozamiento.

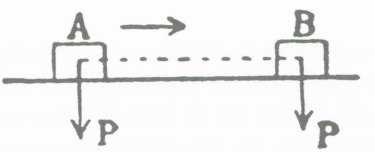


Fig. 6.XVI. El peso efectúa un trabajo nulo.

En el caso de la Fig. 6.XVII, el trabajo efectuado contra la gravedad para subir el cuerpo y el realizado a favor de ella al bajarlo, se anulan, por ser la misma altura en los dos casos.

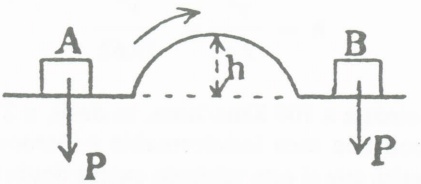


Fig. 6.XVII. El peso efectúa un trabajo nulo.

Todos los cuerpos del Universo, tienden a adquirir las posiciones de menor energía potencial. Los cuerpos, en el campo gravitatorio terrestre, tienden a pasar de las mayores a las menores alturas.

La energía cinética o fuerza viva en sí misma es difícil de concebir; para lograr un elemento comparativo se acude a la llamada Energía Potencial de gravitación, que es la que posee un cuerpo en virtud de su posición; es decir, un cuerpo de masa m, situado a una altura h sobre el suelo, posee una energía potencial de :

$$Ep = m \times h \times g$$

(como ya dijimos, $g = 9{,}81$ m/sg^2)

Por ser ésta la cantidad de trabajo que puede desarrollar al caer al suelo.

El Cálculo de esta energía cinética en relación con la energía potencial puede apreciarse en el siguiente cuadro:

A UNA VELOCIDAD DE		EQUIVALE UNA CAIDA DE
25 Kms/hora.....	2,40 metros de altura.....	casa de 1 piso
50 Kms/hora.....	9,80 metros de altura.....	casa de 3 pisos
75 Kms/hora.....	22,00 metros de altura.....	casa de 8 pisos
100 Kms/hora.....	39,40 metros de altura.....	casa de 13 pisos
125 Kms/hora.....	61,30 metros de altura.....	casa de 21 pisos

Dichas relaciones se obtienen igualando la Energía Cinética a la Potencial, de la siguiente forma:

$$\frac{1}{2} m \ v^2 = m \cdot g \cdot h; \text{ luego}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{19{,}62}$$

Así, si un vehículo circula a 100 Kms/hora, es decir, a 27,8 m/segundo, si chocara a esta velocidad con una roca indeformable e inamovible, los daños que se ocasionarían serían iguales que si este vehículo cayera desde 39,40 metros de altura, según se deduce de la fórmula anterior.

$$h = \frac{27{,}8^2}{19{,}62} \ 39{,}40 \text{ metros}$$

6.5. **Rozamientos:**

6.5.1. *Resistencia al deslizamiento*

«El rozamiento es una fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos, al deslizarse o al rodar sobre la superficie de otro». Su existencia es debida a las rugosidades y deformaciones de las superficies.

Después de comunicar un impulso a un cuerpo, apoyado en una superficie horizontal, debería adquirir un movimiento rectilíneo y uniforme puesto que el peso, única fuerza que actúa cuando cesa el impulso, no realiza acción dinámica, por ser perpendicular a la dirección del movimiento. Sin embargo, éste se retarda hasta pararse el cuerpo, indicando la existencia de una fuerza —rozamiento— que actúa en la propia dirección de la velocidad y en sentido contrario a ella.

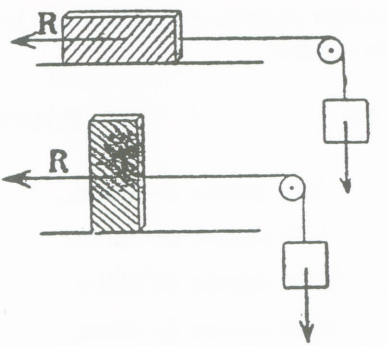


Fig. 6.XVIII. Demostración experimental de la existencia de rozamientos.

Si en el dispositivo de la Fig. 6.XVIII, vamos colgando del hilo que pasa por la polea, pesos cada vez mayores, observaremos, al comienzo, que el cuerpo apoyado en el plano horizontal no se mueve; el peso que, en cada caso, pende del hilo, nos mide el rozamiento. Para que se inicie el movimiento del cuerpo es necesaria una mínima fuerza (peso pendiente, en nuestro caso) la cual nos determina el máximo rozamiento estático. Tal fuerza es algo mayor que la necesaria para conservar una velocidad constante del cuerpo, en su deslizamiento (rozamiento dinámico).

* * *

EJERCICIO: Un cuerpo está apoyado en una superficie horizontal; ¿cuánto vale el rozamiento? — Cero.

Le aplicamos una fuerza horizontal de 0,1 Kp. y no se mueve. El rozamiento estático es 0,1 Kp.

Al aplicarle 0,2 Kp. horizontalmente el cuerpo inicia su movimiento. El rozamiento estático máximo es de 0,2 Kp.

Para que el cuerpo se mueva con velocidad constante es necesaria una fuerza horizontal de 0,15 Kp. El rozamiento dinámico es 0,15 Kp.

Y ¿si una vez en movimiento se continuase aplicando la fuerza horizontal de 0,2 Kp.? El cuerpo adquiriría una aceleración. Supuesta la masa del cuerpo 0,5 Kg. se verificaría:

$$f = m \cdot a \;,, \quad 0{,}2 \text{ —— } 0{,}15 = \frac{0{,}5}{9{,}8} \cdot a$$

$$a = \frac{0{,}05 \times 9{,}8}{0{,}5} = 0{,}98 \text{ m/sg.}^2$$

* * *

Deslizando pesos distintos, de la misma materia, en la misma superficie horizontal, observamos que «la resistencia al deslizamiento es directamente proporcional al peso (*P*) del cuerpo, si sobre éste no actúa ninguna otra fuerza». Colocando en la misma superficie el mismo cuerpo, de forma que rocen distintas caras de él, se observa que «la resistencia al deslizamiento es independiente del área de la superficie que roza».

Por último, colocando pesos idénticos de diversas sustancias en diversas superficies, se comprueba que «la resistencia al deslizamiento depende de la naturaleza de las superficies que rozan».

Tales hechos quedan compendiados en la fórmula:

$$R = K P \quad ; \quad K = \text{coeficiente de rozamiento}$$

estático o dinámico, según hayamos iniciado el movimiento, o lo hayamos hecho persistir con velocidad constante.

Si la superficie no es horizontal o sobre el cuerpo actúan más fuerzas que su propio peso la fórmula que nos determina el rozamiento cuando el cuerpo se desliza es:

$$R = K N$$

siendo N, la fuerza normal al plano. Si la única fuerza que actúa sobre el cuerpo es el peso obtenemos de la Fig. 6.XIX.

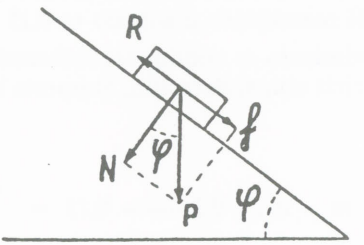


Fig. 6.XIX. La fuerza productora del rozamiento es N.

$$f = m\,g \text{ sen } \varphi \;,,\; N = m\,g \cos \varphi \;,,\; R = K\,m\,g \cos \varphi;$$

siendo K el coeficiente estático o el dinámico, según que el cuerpo inicie el deslizamiento o esté ya delizando. En el primer caso:

$f = R_E$; $m\,g \text{ sen } \varphi = K_E \cdot m\,g \cos \varphi$; y, por tanto: $\boxed{K_E = tg\,\varphi}$

Si el cuerpo desliza con movimiento uniforme, se verifica:

$f = R_D$,, $m\,g \text{ sen } \varphi = K_D \cdot m\,g \cos \varphi$,, $\boxed{K_D = tg\,\varphi}$

El coeficiente { estático / dinámico } de rozamiento entre dos substancias está medido por la tangente del ángulo de inclinación que hay que dar a una superficie plana de la primera, para que { inicie el movimiento / deslice uniformemente }, un cuerpo, compuesto por la segunda substancia.

Si hacemos una representación gráfica de la fuerza horizontal que aplicamos sobre un cuerpo en reposo, en un plano horizontal, para ponerlo en movimiento por aumento de ésta, de cero a infinito, colocada en el eje de abscisas, y la fuerza que se opone a ella (Rozamiento) en el eje de ordenadas obtenemos la Fig. 6.XX.

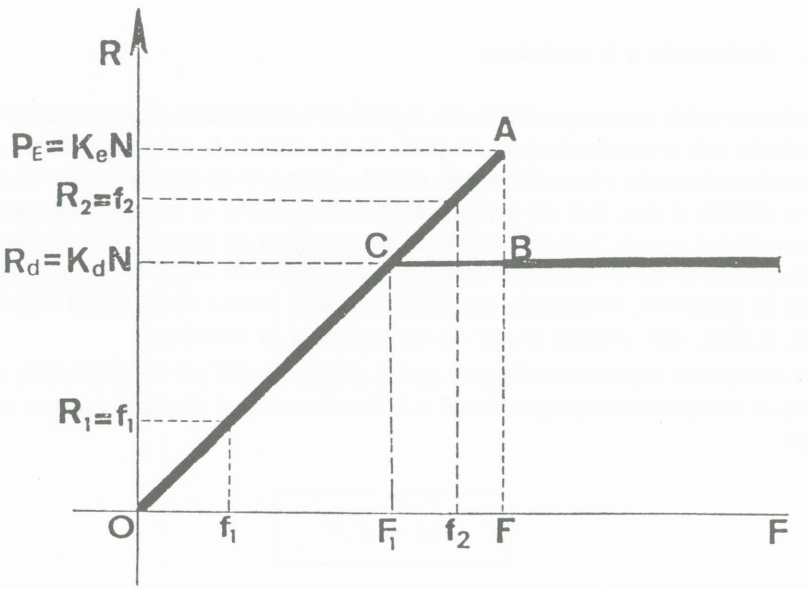


Fig. 6.XX.

Si sobre un cuerpo en reposo aplicamos una fuerza nula, la fuerza de rozamiento es cero (origen de coordenadas).

Si sobre el cuerpo aplicamos una fuerza f_1, y sigue en reposo, la fuerza que se opone al movimiento (Rozamiento) es f_1. Si aplicamos otra f_2 y el cuerpo sigue en reposo la fuerza de rozamiento es f_2 ... (Tramo O — A, que sigue la bisectriz del primer cuadrante). Si seguimos aumentando esta fuerza llegaremos al valor $F = K_e N = R_e$, el cuerpo en ese instante inicia su movimiento. Instantáneamente

la fuerza que se opone al movimiento (Rozamiento) disminuye hasta el valor $F = K_d N = R_d$ (salto de A a B^1).

A partir de este momento por mucho que aumentemos la fuerza aplicada sobre el cuerpo, se opondrá siempre al movimiento, la fuerza $R_d = K_d N$ (tramo de B al infinito, paralelo al eje de ordenadas).

Si al cuerpo, UNA VEZ PUESTO EN MOVIMIENTO, le aplicamos una fuerza cuyo valor esté comprendido entre F_1 y F la fuerza de rozamiento toma siempre el valor $K_d N$ (Tramo CB).

Si aplicamos al cuerpo, UNA VEZ PUESTO EN MOVIMIENTO, la fuerza F_1, se moverá con velocidad constante. Si le aplicamos una mayor que ésta, el movimiento es acelerado.

6.5.2. *Resistencia a la rodadura*

Al hacer rodar un cuerpo sobre una superficie horizontal se observa que el cuerpo después de más o menos tiempo, se para, lo que indica la existencia de un par de fuerzas de resistencia a la rodadura de sentido contrario al que hace girar el cuerpo. Ello es debido a que, por no ser absolutamente rígidos el cuerpo que rueda y el suelo en que se apoya, la rueda queda como encajada en éste en sus sucesivas posiciones, siendo mayores las reacciones del suelo contra la rueda en la parte anterior que en la posterior, resultando en definitiva, una fuerza de reacción como la de la Fig. 6.XXI, que origina el par de resistencia a la rodadura.

Se demuestra experimentalmente que el momento del par de resistencia a la rodadura es directamente proporcional a la fuerza normal al plano en que rueda el cuerpo.

$$M_R = \varrho N$$

En el caso de una rueda sobre la que no actúa más fuerza que su propio peso, rodando en superficie horizontal, la fórmula anterior se escribirá:

$$M_R = \varrho \cdot mg.$$

ϱ es el coeficiente de resistencia a la rodadura, que como cociente del momento de un par, a una fuerza, se mide en unidades de longitud.

Para que una rueda se traslade al mismo tiempo que gira, es necesaria una fuerza de resistencia al deslizamiento, aplicada en el punto de contacto del cuerpo con el suelo, fuerza que, como máximo, puede llegar a valer $K_E N$. $[R \leq K_\xi N]$. En

caso de no existir tal rozamiento, al aplicar a una rueda una fuerza de tracción, f (Fig. 6.XXI bis), deslizaría, sin rodar, a lo largo del plano.



Fig. 6.XXI. Resistencia a la rodadura.

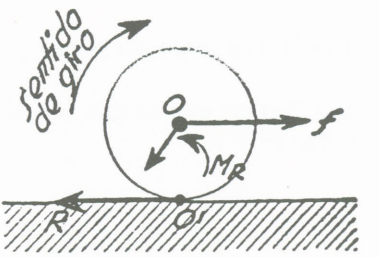


Fig. 6.XXI bis. Fuerza mínima de tracción.

EJERCICIO.— Cálculo de la fuerza de tracción paralela a un plano horizontal, para que un cuerpo ruede sin deslizar, con movimiento uniforme de rotación y traslación.

Aplicando las condiciones de equilibrio, de un sistema de fuerzas y tomando como centro de momentos el punto O (Figura 6.XXI bis), se habrá de verificar:

$$R \cdot r - M_R = O \;,, R \cdot M_R = \varrho\, mg.$$

Por otra parte, para que el *c.* de *g.* tenga movimiento uniforme se ha de cumplir:

$$f = R$$

que sustituida en la anterior nos da para valor de la mínima fuerza de tracción:

$$f \cdot r = \varrho \cdot mg \;,, \qquad \boxed{f = \varrho \frac{mg}{r}}$$

Si la fuerza *f,* es mayor que la calculada la rueda adquirirá un movimiento acelerado de rotación y traslación.

La fuerza de tracción en la rodadura suele ser de diez a veinte veces menor que en el deslizamiento o fricción, por lo que, para evitar, en lo posible, la resistencia que opone un cojinete a un eje que gire en él, se sustituye el deslizamiento por la rodadura por medio de «cojinetes de bolas».

En las máquinas se disminuyen los rozamientos por medio de lubricantes que recubren de una película de grasa las superficies sometidas a rozamientos.

Deslizamiento de un cuerpo en un plano inclinado con rozamiento (Ejercicios)

1.º *Caída a lo largo del plano*

Las fuerzas que actúan son el peso $= m\ g$ y la resistencia al deslizamiento, $R = K_D \cdot N$.

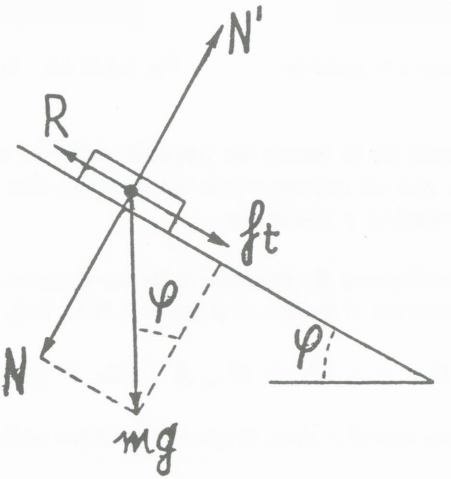


Fig. 6.XXII. Deslizamiento con rozamiento.

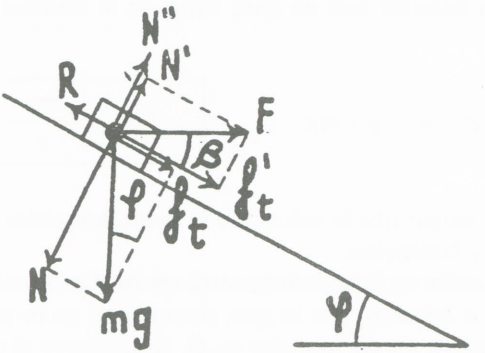


Fig. 6.XXIII. Deslizamiento con tracción y rozamiento.

Descompuesto el peso en dos fuerzas, una perpendicular al plano ($N = m\ g$ cos φ) y la otra paralela a él ($f_t = m\ g$ sen φ), tendremos el siguiente sistema de fuerzas: N anulada por la reacción del plano N'; y paralelamente al plano:

$$f_t - R = m\ g \text{ sen } \varphi - K_D\ m\ g \cos \varphi = m\ g\ (\text{sen } \varphi - K_D \cos \varphi)$$

esta fuerza debe provocar una fuerza de inercia ($- m\ a$) para que se establezca el equilibrio dinámico, cumpliéndose:

$$f - m \cdot a = 0 \quad \text{„ es decir}$$

$$m\ g\ (\text{sen } \varphi - K_D \cos \varphi) = m\ a \quad \text{„} \qquad \boxed{a = g\ (\text{sen } \varphi - K_D \cos \varphi)}$$

2.º Descenso de un cuerpo a lo largo de un plano inclinado aplicándole una fuerza (F) que favorezca tal descenso (Fig. XXIII).

Fuerzas normales al plano:

$N = m\ g \cos \varphi$; $N' = \text{F sen } \beta$; Reacción del plano $N'' = N - N'$

Fuerzas paralelas al plano:

$$f_t = m\ g \text{ sen } \varphi;\ f_t' = F \cos \beta.$$

Rozamiento $= K_D\ (N - N') = K_D\ (m\ g \cos \varphi - F \text{ sen } \beta)$. Y aplicando el principio de d'Alambert

$$f_t + f_t' - R - ma = 0;\ m\ g \text{ sen } \varphi + F \cos \beta - K_D\ (m\ g \cos \varphi - F \text{ sen } \beta) - ma = 0.$$

De esta última ecuación se deduce la aceleración del sistema:

3.º Cálculo de la fuerza paralela a un plano, necesaria para ascender un cuerpo con movimiento uniforme o con aceleración a.

4.º Cálculo de la fuerza no paralela a un plano, necesaria para ascender un cuerpo con movimiento uniforme o con aceleración a.

(Dejamos para el alumno el estudio razonado de estos dos últimos casos.)

6.6. La fuerza de fricción: adherencia y rozamiento

El mecanismo mediante el cual el esfuerzo motor actúa sobre la propulsión del vehículo es bien conocido: el motor hace girar las ruedas motrices; éstas no pueden deslizarse sobre la carretera a causa de la existencia de rozamiento entre neumáticos y calzada. Son, por lo tanto obligadas a arrastrar el vehículo, y su fuerza debe ser mayor que la resistencia opuesta al movimiento por los elementos que, en la hipótesis de un movimiento rectilíneo y uniforme, son los siguientes:

— la resistencia de rodadura,
— la resistencia del aire,
— el peso propio.

(Se verá al hablar de la interacción entre rueda y pavimento.)

La explicación del movimiento del vehículo que hemos dado supone que la rueda no puede deslizarse sobre la calzada. Si el esfuerzo motor aplicado es tal que $F > P \cdot f$, siendo P el peso soportado por las ruedas motrices, y f el coeficiente de adherencia de neumáticos sobre la calzada, el deslizamiento se producirá en forma de patinaje, girando las ruedas sobre el pavimiento. Durante un frenazo, si el esfuerzo de frenada aplicado es superior a $P \cdot f$, la rueda quedará bloqueada y el vehículo deslizará si las ruedas giran (P es aquí el peso soportado por las ruedas frenadas) (F = fuerza del motor).

Y depende a la vez de la rugosidad de la calzada y de las características de la misma y de los neumáticos. Dicho coeficiente es muy variable. depende de la velocidad del vehículo y pueden alcanzar un valor tanto mayor cuando la velocidad es muy pequeña.

En consecuencia, en el caso de una maniobra, la intensidad de frenado se puede ir acentuando (en realidad el conductor aumenta la presión al final de la maniobra); por el contrario, se observa a veces, cuando se frena repetidamente llevando una gran velocidad, una reducción de la eficacia del dispositivo mecánico de frenado (desvanecimiento de los frenos debido principalmente a la producción de calor).

Observamos que si un frenado excesivo consigue bloquear las ruedas, el vehículo se deslizará y experimentará, debido al rozamiento de deslizamiento, un esfuerzo de retardo igual a $P \cdot f$. Pero en este caso, f es el coeficiente de rozamiento en movimiento (siendo el deslizamiento efectivo), mientras que cuando las ruedas giran, el límite de f es el coeficiente de rozamiento en el arranque (el deslizamiento no se produce entonces); el frenado puede, por lo tanto, producir una deceleración superior a la que se produce cuando el vehículo desliza. En otros términos, cuando las ruedas están bloqueadas, la transformación de la energía cinética se hace sólo con el calor de rozamiento de neumático-calzada (además de la disipación de energía por el motor), en tanto que si las ruedas no están del todo bloqueadas y la

frenada es más progresiva, se añade el calor de rozamiento de las pastillas o zapatas con el disco de la rueda.

Por supuesto, cuando se aprieta el pedal del embrague, a la vez que el freno, la distancia de paro es mayor al no contar con la pérdida de energía a través del motor.

Como ya se conoce, hay dos clases de adherencia, la longitudinal, en el sentido del movimiento del vehículo, y la transversal, que impide que el mismo se desplace transversalmente, efecto importante en especial en las curvas. Cuando se bloquean las ruedas disminuye considerablemente la adherencia lateral y de aquí la importancia de no frenar en el interior de las curvas o en suelos mojados.

6.6.1. *Dinámica del movimiento circular*

«Fuerza centrípeta es la causa productora de la aceleración normal o centrípeta, en un movimiento curvilíneo.»

Es, por lo tanto, una magnitud vectorial, de la dirección del radio, de sentido hacia el centro de la curva y cuyo módulo es el valor del producto de la masa del punto material, por su aceleración centrípeta:

$$f_c = m \cdot \frac{v^2}{r} = m\,\omega^2\,r \quad ; \quad v = \omega\,x\,r$$

φ = velocidad angular.

Aceleración normal o centrípeta media es la variación media de dirección de la velocidad en la unidad de tiempo. La dirección de la aceleración normal en cada instante es la del radio de la curva y de sentido hacia el centro de la misma y su valor es:

$$a_n = \frac{v^2}{r}\, n^o$$

r = radio de la curva.

n^o = vector unitario, en la dirección normal a la curva.

Del mismo módulo y dirección que la fuerza centrípeta pero de sentido contrario se origina, por el hecho de existir la aceleración centrípeta, una fuerza de inercia —fuerza centrífuga— cuya existencia se supedita a la de la fuerza centrípeta.

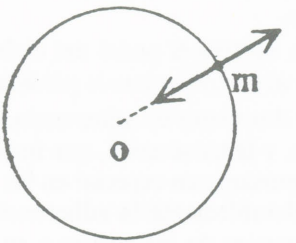


Fig. 6.XXIV. Fuerzas centrípeta y centrífuga.

Al dar vueltas a un cuerpo sujeto al extremo de una cuerda, se mantiene en su trayectoria circular por la igualdad de las dos fuerzas; al soltar la cuerda, se elimina la fuerza centrípeta desapareciendo, también, la centrífuga, saliendo el cuerpo por la tangente, por inercia, o tendencia a seguir con el movimiento que tenía.

Se llama «Fuerza Centrífuga», a aquella que se presenta en el movimiento curvilíneo y que tiende a separar a un cuerpo del centro del arco de la curva, siguiendo por la tangente. Cuando el vehículo en que viajamos toma una pronunciada curva a la izquierda nosotros notamos que una fuerza nos empuja hacia la derecha. Es la Fuerza Centrífuga.

Para compensar la fuerza centrífuga en las curvas de las carreteras se construyen los peraltes, que se colocan para que su inclinación (i), sea la suficiente para anular la fuerza centrífuga a una determinada velocidad y sin que, al mismo tiempo su inclinación suponga peligro de resbalamiento hacia el interior de la curva para aquellos vehículos que circulen a velocidades inferiores.

La fórmula para la determinación de la velocidad crítica o velocidad superada la cual deja de surtir efecto la acción del peralte es la siguiente:

$$V > 11{,}3 \sqrt{R\frac{a}{c}}$$

Siendo v = velocidad.
R = Radio de la curva.
a = mitad de la anchura entre ruedas. Mitad de la vía del vehículo.
c = altura del centro de gravedad.

La fórmula anterior es aplicable a curvas sin peraltes, porque si hay peralte la fórmula será:

$$V > 11{,}3 \sqrt{R \frac{a + c \cdot i}{c - a \cdot i}}$$

Siendo la i la inclinación del peralte en tanto por ciento.

La fuerza centrífuga se manifiesta no sólo en el vehículo sino en los objetos que lleva dentro, ocasionando unos desplazamientos que pueden provocar fácilmente un vuelco.

6.7. **La fuerza del viento. Aerodinámica**

Aunque aparentemente, parezca no tener importancia, lo cierto es que el aire ejerce una enorme influencia en la marcha de los cuerpos. Piénsese en la capacidad para mover las aspas de un molino, los barcos de vela, etc., y no sólo es necesario que el aire esté en movimiento, también ejerce su influencia en estado de reposo. Imaginemos un proyectil que sale disparado del arma a una velocidad inicial muy grande, si no existiese la resistencia del aire, su alcance sería muy grande pues se vería sujeto solamente a la acción de la gravedad; en cambio la realidad nos demuestra que los hechos no ocurren así.

Cuando un cuerpo atraviesa las capas de aire, éste forma unos remolinos que se deslizan por la superficie del cuerpo, por lo tanto, cuanto menos lisa sea la superficie de este cuerpo o más salientes tenga mayor fuerza de resistencia ejerce el aire sobre él. Cuanto mayor sea la velocidad del cuerpo, mayor velocidad adquiere a su vez el aire en su contacto (Fig. 6.XXV).

Existiendo otros fenómenos, cuales son *el de depresión,* es decir, este aire en movimiento arrastra a la vez las capas de alrededor (cuando pasa un camión a nuestro lado notamos este fenómeno, en el que se basan también los carburadores, los *sprays,* etc., es el llamado efecto *Venturi*); *el de vacío* que consiste en lo siguiente: el cuerpo cuando va atravesando capas de aire, deja tras de sí menor cantidad de aire, con lo cual, está creando una corriente para rellenar el espacio, el conocido «frío en los riñones» de los motoristas.

De todo ello, además de lo que se ha visto cuando se ha tratado el peso de los cuerpos, se deduce la importancia de la aerodinámica de los vehículos.

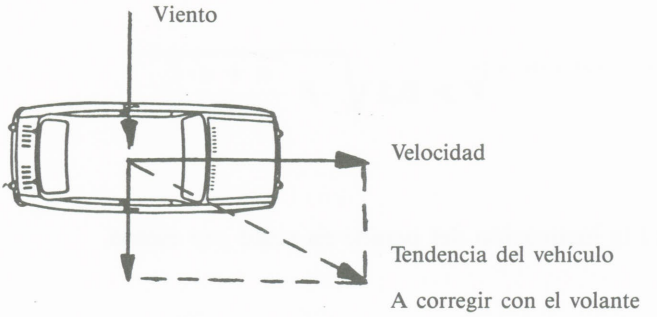


Fig. 6.XXV.

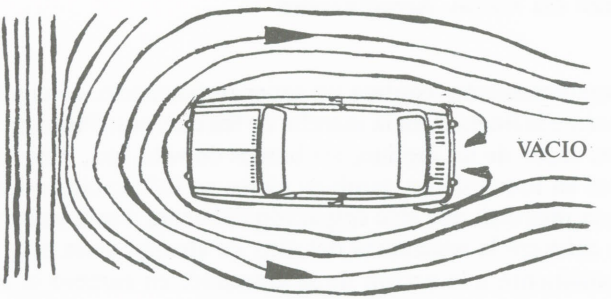


Fig. 6.XXVI.

6.7. **Energía frenante**

Empleamos este término para definir la cantidad de energía desarrollada por los neumáticos en la fase que va desde el punto de colisión hasta el punto de posición final de los vehículos que han colisionado, o desde que actúa sobre los frenos hasta el punto de colisión o hasta la posición final según los casos.

La fórmula es la siguiente:

$$Ef = p \cdot \mu \cdot D = m \cdot g \cdot D \cdot \mu$$

Siendo:

P = peso del vehículo.
μ = coeficiente de adherencia de la carretera.
D = distancia recorrida desde el punto de colisión hasta la posición final. También llamada desplazamiento.
g = aceleración debida a la gravedad terrestre.
m = masa.

6.7.1. *Relación entre la fuerza viva y la energía frenante*

Los dos términos, fuerza viva y energía frenante tienen un valor equivalente, por lo que puede establecerse una conjunción de las fórmulas, de la que resultaría lo siguiente:

$$Ec = \frac{P \times v^2}{2g} \text{ y } Ef = P \times \mu\, D$$

$$\frac{P_1 \cdot V^2}{2g} = P_2 \times \mu \times D$$

Siendo:

P_1 = peso del vehículo que colisiona.
P_2 = peso del vehículo contra el que se colisiona.
V = velocidad del vehículo que colisiona.
μ = coeficiente de adherencia de la vía.
D = distancia de desplazamiento.
g = gravedad. Equivale a 9,8 m/sg.^{2}

Esto es en el caso de que uno sólo de los vehículos lleve velocidad y el otro esté parado.

Si ambos llevan una velocidad, la fórmula sería la siguiente:

$$\frac{1}{2}\ m_1 \times V^2 + \frac{1}{2}\ m_2 \times V^2 = \frac{1}{2}\ (m_1 + m_2) \times V^2 \text{ ; o sea:}$$

$$(Ec_1 + Ec_2 = Ec_3)$$

Multiplicando todo por 2, nos quedará:

$$m_1 \times V^2 + m_2 \times V^2 = (m_1 + m_2) \times V^2$$

También puede aplicarse en el caso de que el vehículo dos esté detenido, puesto que sería:

$$m_1 \times V^2 + m_2 \times 0 = (m_1 + m_2) \times V^2$$

$$m_1 \times V^2 = (m_1 + m_2) \times V^2$$

Estas fórmulas nos serán de gran interés para la reconstrucción de accidentes, como posteriormente veremos.

6.8. **Elasticidad**

Cuerpos perfectamente elásticos son los que modificados su volumen o forma, recobran su modo de ser primitivo al cesar la causa que produjo el cambio.

Cuerpos inelásticos son los que no recobran su volumen o forma primitivos, al cesar la causa que los alteró.

Límite de elasticidad es la mínima fuerza por unidad de sección, capaz de producir una cierta modificación permanente de forma o volumen.

Límite de ruptura es la mínima fuerza, por unidad de sección, capaz de producir la ruptura del cuerpo.

La ley fundamental de elasticidad (ley de Hooke) dice:

«Las deformaciones o cambios de volumen producidos en los cuerpos, son directamente proporcionales a las fuerzas o pares de fuerzas que los produjeron, siempre que no se rebase el límite de elasticidad.»

6.8.1. *Histéresis elástica*

Si de un alambre suspendemos pesos gradualmente mayores, se producen en él alargamientos crecientes (figura 6.XXVII). Si representamos en abscisas los pesos (figura 6.XXVIII), y en ordenadas los aumentos relativos de longitud (variación que experimenta cada unidad de longitud), obtendremos, en principio, una línea recta hasta que al rebasar un determinado peso (P_1), $\frac{\Delta l}{l}$ deja de ser proporcional al peso y se obtiene una línea curva en la representación gráfica. El peso P_1 referido a la unidad de sección, es el límite de elasticidad. Si en vez de hacer la carga gradualmente, se hace toda a la vez, el alargamiento es menor (línea *O B*); con el tiempo, el cuerpo adquiere los valores correspondientes a los alargamientos expresados en la línea *O A*. Si se va descargando el platillo gradualmente

la barra va disminuyendo de longitud (línea (*O A*); si la descarga se hace toda a la vez, queda a la barra un alargamiento remanente *O C*; la línea *C A* indica los alargamientos que quedan en la barra, tras las descargas bruscas; con el tiempo la barra va adquiriendo la longitud que corresponde a los valores representados en *O A*.

A estos fenómenos de retraso del efecto con relación a la causa, se les denomina *histéresis.*

Nos hemos detenido un poco más en hablar de la *histéresis elástica* por ser una de las componentes fundamentales del rozamiento entre rueda y pavimento como se verá en el capítulo correspondiente.

De las demás elasticidades hablaremos más someramente.



Fig. 6.XXVII. Tracción.

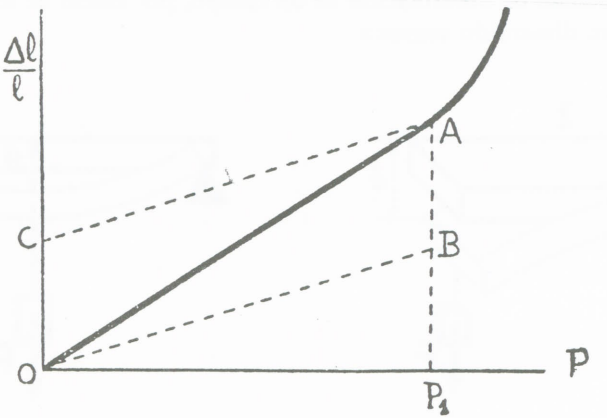


Fig. 6.XXVIII. Histéresis elástica.

6.8.2. *Elasticidad por tracción*

«Al fenómeno de la variación temporal de la longitud de un cuerpo, por efecto de una fuerza, se llama elasticidad por tracción.»

6.8.3. *Compresibilidad*

«Es el fenómeno de disminución del volumen de un cuerpo, al aplicar a su superficie externa, presiones hacia el interior del cuerpo.»

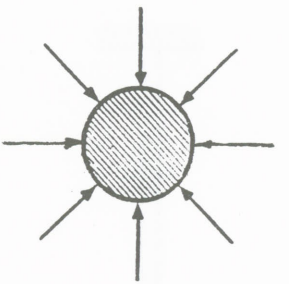


Fig. 6.XXIX. Compresión.

6.8.4. *Elasticidad por flexión*

«Es el fenómeno de deformación de un cuerpo, por efecto de una fuerza, perpendicular a su dimensión mayor.»

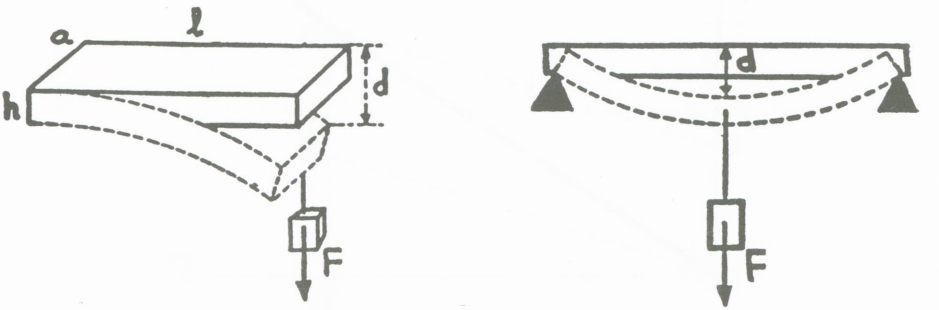


Fig. 6.XXX. Flexión.

6.8.5. *Elasticidad de deslizamiento o cizalladura*

«Es el fenómeno de deformación de un cuerpo, conservando su volumen, al aplicar fuerzas tangenciales a alguna de sus superficies.»

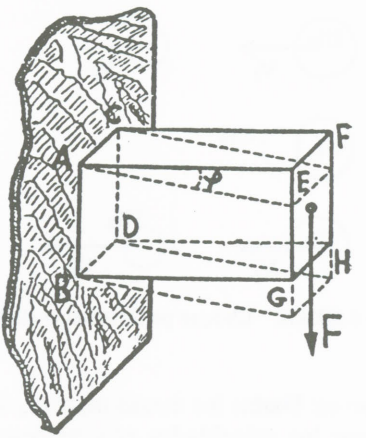


Fig. 6.XXXI. Cizalladura.

6.8.6. *Elasticidad por torsión*

«Es el fenómeno de retorcerse un cuerpo, por ejemplo una barra, al aplicar sobre él un par de fuerzas.»

6.9. **El choque**

6.9.1. *Choque perfectamente elástico*

Al chocar dos cuerpos perfectamente elásticos, se deforman en el choque y salen de él, recobrando su forma primitiva.

Estudiaremos únicamente el caso de que las velocidades de los centros coinciden en dirección (choque central).

«La cantidad del movimiento antes del choque es igual a la cantidad de movimiento después del choque», por no actuar sobre el sistema fuerzas exteriores.

También se cumple «la energía cinética antes del choque, es igual a la de después del choque», por no haber fuerzas exteriores ni modificación final de la forma o volumen de los cuerpos, que pudiera variar su energía potencial y por quedar los centros de masas de los cuerpos a la salida del choque, en la misma posición que al iniciarlo.

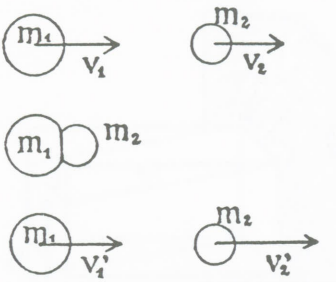


Fig. 6.XXXII. Choque perfectamente elástico.

El problema de choque es: Dadas las masas m_1 y m_2 de dos cuerpos y sus velocidades v_1 y v_2, determinar las velocidades v_1' y v_2' después del choque.

Expresando las igualdades enunciadas:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'; \tag{1}$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \tag{2}$$

Tenemos, así, dos ecuaciones que nos permiten determinar las dos incógnitas: v'_1 y v_2'.

De (1) y (2) obtenemos:

$$m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_2' - v_2); \tag{3}$$
$$m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = m_2 (v_2'^2 - v_2^2); \tag{4}$$

por división, y considerando que la diferencia de cuadrados es suma por diferencia obtenemos:

$$\boxed{v_1 + v_1' = v_2 + v_2'} \tag{5}$$

De esta ecuación obtenemos:

$$v_1' = v_2 + v_2' - v_1 \quad \text{y} \quad v_2' = v_1 + v_1' - v_2 \quad ,,$$

Valores que sustituidos en (3) nos dan:

$$m_1 (v_1 - v_2 - v_2' + v_1) = m_2 (v_2' - v_2) \quad ,,$$
$$m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_1 + v_1' - v_2 - v_2)$$

Desarrollando, agrupando términos y despejando, al fin, las incógnitas v_1' y v_2', obtenemos:

$$v_1' = v_1 \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} + 2 \frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{y} \quad (6)$$

$$v_2' = 2 \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} - v_2 \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \quad (7)$$

Si $m_1 = m_2$, es decir si los cuerpos que chocan son de igual masa, m, la diferencia $m_1 - m_2$ se anula y las fórmulas anteriores se convierte en:

$$v_1' = 2 \frac{m v_2}{2 m} = v_2$$

$$v_2' = 2 \frac{m v_1}{2 m} = v_1$$

«Si dos cuerpos, perfectamente elásticos y de masas iguales, chocan, la velocidad del primero es adquirida por el segundo, y a la inversa.»

Si además de ser $m_1 = m_2$, se verifica que $v_2 = 0$, es decir que uno de los cuerpos está parado, las fórmulas anteriores nos dan:

$$v_1' = 0$$
$$v_2' = v_1$$

«Si dos cuerpos, perfectamente elásticos y de masas iguales, chocan, estando uno de ellos en reposo, éste, después del choque, adquiere la velocidad del otro, y el que se movía queda en reposo.»

Si uno de los cuerpos está fijo, es decir que $v_2 = 0$ y su masa m_2 es extraordinariamente mayor que la de m_1, la fórmula (6) se transforma en:

$$v_1' = v_1 \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = v_1 \frac{\frac{m_1}{m_2} - \frac{m_2}{m_2}}{\frac{m_1}{m_2} + \frac{m_2}{m_2}}$$

$\frac{m_1}{m_2}$ es despreciable, frente a la unidad, por lo pequeño de m_1 en comparación con m_2; la ecuación queda, por lo tanto:

$$v_1' = v_1 \frac{-1}{1} = -v_1$$

«Cuando un cuerpo, perfectamente elástico, choca normalmente con otro, también elástico, en reposo y de masa mucho mayor que la suya, sale con la misma velocidad que tenía antes del choque, pero en sentido contrario.»

6.9.2. *Choque oblicuo*

Es el problema clásico de la bola de billar, chocando, oblicuamente, en la banda de la mesa. Supondremos el choque perfectamente elástico.

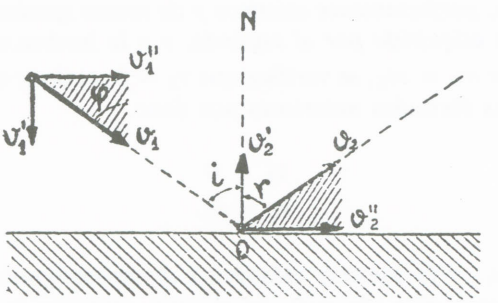


Fig. 6.XXXIII. Choque oblicuo.

La velocidad antes del choque — v_1 — la podemos considerar descompuesta en otras dos: v_1' perpendicular a la banda y v_1'', en su propia dirección, que se conserva inalterable después del choque (v_2''), por producir un movimiento de avance, paralelo a la banda.

La velocidad v_1' se transforma, después del choque, en la v_2', igual a la anterior y de sentido contrario. La bola poseerá una velocidad v_2, resultante de v_2'' y v_2'.

Los triángulos rayados son iguales, por ser rectańgulos con sus dos catetos iguales: Luego

$$\hat{\varphi} = \hat{r}$$

Pero al ser $\hat{\varphi} = \hat{i}$, por alternos internos, se verifica:

$$\hat{i} = \hat{r}$$

La igualdad de los triángulos nos determina también que

$$v_1 = v_2$$

«Cuando un cuerpo, perfectamente elástico, choca oblicuamente con otro, también elástico, en reposo y de masa mucho mayor que la suya, sale con la misma velocidad que tenía antes del choque, cumpliéndose que el ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales».

6.9.3. *Choque inelástico*

En el choque de los cuerpos perfectamente inelásticos, toda deformación producida en ellos se mantiene después del choque y el conjunto de los cuerpos, unidos adquiere una determinada velocidad, *v*.

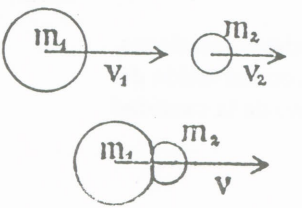


Fig. 6.XXXIV. Choque inelástico.

«La cantidad de movimiento antes del choque es igual a la cantidad de movimiento después del choque», por no actuar sobre el sistema fuerzas exteriores:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v;$$

de donde:

$$\boxed{v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}} \qquad (8)$$

«La energía cinética antes del choque es mayor que la de después del choque, transformándose su diferencia en energía de deformación y calor». La variación de energía es:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$$

* * *

EJERCICIO

Una bala ($m_1 = 100$ gr y $v_1 = 500$ m/sg) choca con un cilindro macizo y homogéneo, de masa $m_2 = 9{,}8$ Kgs en reposo y que puede girar en torno a su eje. La bala se incrusta en la periferia del cilindro. Calcular la velocidad común de la bala incrustada y de la periferia del cilindro: ¿Cuál es la pérdida de energía cinética, como consecuencia del choque inelástico?

Solución: En cuanto existen rotaciones, aplicaremos el teorema de la conservación del momento cinético (momento de la cantidad de movimiento):

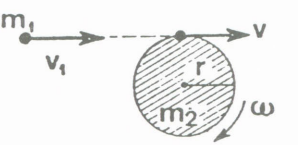


Fig. 6.XXXV.

$$m_1 v_1 r = m_1 v r + I \omega = m_1 v r +$$

$$+ \frac{1}{2} m_2 r^2 \cdot \frac{v}{r} \quad ,,$$

$$m_1 v_1 = v \left[m_1 + \frac{1}{2} m_2 \right] \qquad \boxed{v = v_1 \frac{m_1}{m_1 + \frac{1}{2} m_2}}$$

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$v = 500 \frac{0{,}1}{0{,}1 + 4{,}9} = 10 \text{ m/sg}$$

La energía cinética inicial, es:

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} 0{,}1 \times 250.000 = 12.500 \text{ julios.}$$

La energía cinética final es:

$$E_k' = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{2} m_2 r^2 \frac{v^2}{r^2} =$$

$$= \frac{1}{2} v^2 \left[m_1 + \frac{1}{2} m_2 \right] = \frac{1}{2} 100 \, [0{,}1 + 4{,}9] = 250 \text{ julios.}$$

La pérdida de energía cinética, como consecuencia del choque inelástico es:

$$E_k - E_k' = 12.500 - 250 = 12.250 \text{ julios.}$$

6.9.4. *Choques no perfectamente elásticos*

El choque perfectamente elástico queda caracterizado (conservación de la cantidad de movimiento y de la energía cinética del sistema) por la ecuación (5)

$$v_1 + v_1' = v_2 + v_2' \tag{9}$$

$$\boxed{v_1 - v_2 = -(v_1' - v_2')}$$

$v_1 - v_2$ y $v_1' - v_2'$ representan a la velocidad relativa del primer cuerpo con respecto al segundo, antes y después del choque.

«En el choque pertectamente elástico se verifica: la velocidad relativa de uno de los cuerpos con respecto al otro es, antes del choque, igual y de signo contrario a la de después del choque.»

Se llama coeficiente de restitución, al cociente de tales velocidades relativas (después y antes del choque) con signo negativo.

$$\boxed{c = -\frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2}} \tag{10}$$

En el choque perfectamente elástico (ecuación 9) $c = 1$; en el inelástico, al ser la velocidad de los dos cuerpos la misma después de realizado el choque: $c = O$.

Entre estos dos casos límites, están los que corresponden, en general, a un choque real.

En un choque no perfectamente elástico, se conserva la cantidad de movimiento, pero no se conserva la energía cinética. Conocido el coeficiente de restitución, las ecuaciones (1) y (2) resuelven el problema de determinar las velocidades después del choque, conocidas las de antes de él y las masas de los cuerpos:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'; \quad v_1' - v_2' = c(v_2 - v_1).$$

Eliminando v'_2, de las anteriores ecuaciones, obtenemos:

$$\boxed{v'_1 = v_1 \frac{m_1 - c\, m_2}{m_1 + m_2} + \frac{m_2\, v_2\, (c + 1)}{m_1 + m_2}} \quad ; \tag{11}$$

y por eliminación de v'_1, se tiene:

$$\boxed{v'_2 = v_2 \frac{m_2 - c\, m_1}{m_1 + m_2} + \frac{m_1\, v_1\, (c + 1)}{m_1 + m_2}} \tag{12}$$

Estas ecuaciones se transforman en las (6) y (7), en cuanto hagamos $c = 1$ (choque elástico); haciendo $c = 0$ (choque inelástico) obtenemos la ecuación (8).

Si la masa m_2 es enormemente mayor que la m_1, se obtiene de las anteriores expresiones:

$$v'_1 = v_1 \frac{\dfrac{m_1}{m_2} - c}{\dfrac{m_1}{m_2} + 1} + \frac{v_2\, (c + 1)}{\dfrac{m_1}{m_2} + 1} \simeq -c\, v_1 + v_2\, (c + 1)$$

$$v'_2 = v_2 \frac{1 - c\dfrac{m_1}{m_2}}{\dfrac{m_1}{m_2} + 1} + \frac{\dfrac{m_1}{m_2}\, v_1\, (c + 1)}{\dfrac{m_1}{m_2} + 1} \simeq v_2$$

Si en el caso anterior ($m_2 \gg m_1$), el cuerpo de gran masa está quieto ($v_2 = 0$), obtenemos:

$$v'_1 = -c\, v_1$$
$$v'_2 = 0$$

EJERCICIO:

Desde la azotea de un alto edificio de 64 m de altura ($h = 64$ m) dejamos caer una pelota cuyo coeficiente de restitución con el pavimento de la calle es $c = \frac{1}{2}$. Averiguar la altura a que asciende después de botar 3 veces contra el suelo.

La velocidad con que llega al pavimento es: $v = \sqrt{2\,g\,h.}$

El valor absoluto de la velocidad que adquiere tras chocar con él por primera vez es:

$v_1 = c\ \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{2\,g\,h_1}$ siendo h_1 la altura a que asciende la pelota después del primer choque; por tanto:

$$c^2 \cdot h = h_1$$

Al caer desde esta altura h_1, rebotará y llegará a una altura $h_2 = c^2 \cdot h_1$, etc.

Es decir:

$$\left.\begin{array}{l} h_1 = c^2\,h \\ h_2 = c^2\,h_1 \\ h_3 = c^2\,h_2 \\ h_n = c^2\,h_{n-1} \end{array}\right\} \quad \boxed{h_n = c^{2n}\,h}$$

En nuestro caso, sustituyendo los datos del enunciado:

$$h_n = c^6\,h = \frac{64}{2^6} = 1\ m.$$

Las respectivas alturas, antes y después de cada choque serían:

$$h = 64 \text{ m} \;,,\; h_1 = \frac{64}{2^2} = 16 \text{ m} \;,,\; h_2 = \frac{64}{2^4} = 4 \text{ m} \;,,\; h_3 = \frac{64}{2^6} = 1 \text{ m.}$$

Dejamos para el alumno el cálculo del tiempo entre el choque $n - 1$ y el choque n.

Al hablar de la reconstrucción de accidentes, veremos la importancia que tienen todas las fórmulas y ejercicios anteriormente explicados.

6.10. **Nociones de cálculo vectorial**

6.10.1. *Magnitudes escalares y vectoriales*

«Una magnitud física es escalar, cuando queda determinada por el número que expresa su medida», v. g., el tiempo; pues al decir siete años, expresamos correctamente nuestra idea.

«Una magnitud es vectorial cuando en su determinación necesitamos, además de su medida (módulo), una dirección y un sentido»; v. g., una distancia: pues al decir siete metros en línea recta, no queda perfectamente expresada nuestra idea, sin indicar la línea de dirección y, en ella, el sentido a partir de un punto origen.

6.10.2. *Representación gráfica de un vector*

Los vectores se representan gráficamente por segmentos acabados en una punta de flecha. Queda determinado su módulo por la longitud del segmento; su dirección por la de la recta a que pertenece; y su sentido por la punta de la flecha. Al origen del vector se le llama punto de aplicación.

— *Componentes de un vector:* Supuestos dos ejes de coordenadas $X\ Y$, y un vector v, a los vectores x, y, proyecciones de v sobre los ejes, se llaman componentes del vector (Fig. 6.XXXVI).

Esto lo indicamos por:

$$v = x + y$$

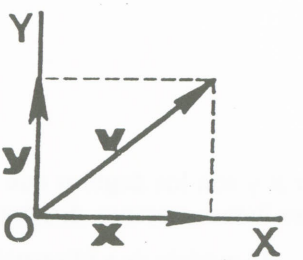


Fig. 6.XXXVI. Componentes de un vector en un plano.

No se afirma en esta igualdad que el módulo de v es la suma de los módulos de sus componentes, sino que el efecto físico que produce v es el mismo que el efecto de x e y actuando simultáneamente.

Supuestos tres ejes de coordenadas X, Y, Z y un vector v, los vectores x, y, z, proyecciones de v sobre los ejes, son los componentes del vector (Fig. 6.XXXVII). Esto lo indicamos por:

$$v = x + y + z$$

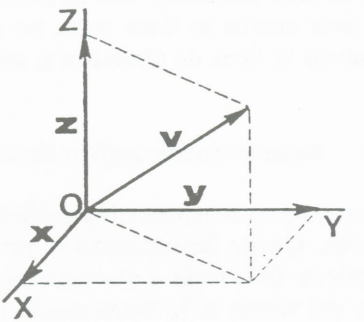


Fig. 6.XXXVII. Componentes de un vector.

No se afirma en esta igualdad que el módulo de v es la suma de sus componentes, sino que el efecto físico que produce v es el mismo que el efecto de x, y, z actuando simultáneamente.

Las componentes tienen por valor:

$$\begin{aligned} x &= v \cos \alpha \\ y &= v \cos \beta \\ z &= v \cos \gamma \end{aligned} \qquad (1)$$

α β γ son los ángulos que forman v con cada uno de los ejes. A sus cosenos se les llama «cosenos directores».

El módulo de v (diagonal del paralelepípedo construido con x, y, z como lados) es:

$$\boxed{v^2 = x^2 + y^2 + z^2} \qquad (2)$$

$$v = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Si elevamos al cuadrado las igualdades (1) y sumamos, obtendremos:

$$x^2 + y^2 + z^2 = v\,(\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma)$$

que comparada con la (2) nos determina que «la suma de los cuadrados de los cosenos directores es igual a la unidad».

$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$$

6.10.3. *Suma de vectores*

«Sumar vectores es hallar un vector que produzca los mismos efectos que los sumandos, si éstos actuasen simultáneamente».

La proyección del vector suma sobre cualquier recta ha de ser igual a la suma de las proyecciones de los sumandos.

La suma vectorial o geométrica es, en realidad, una suma algebraica de las componentes, realizadas en cada uno de los tres ejes.

6.10.4. *Distintos casos en la suma de vectores*

a) Si dos vectores tienen la misma dirección y sentido el vector resultante es de la misma dirección y sentido que los sumandos, siendo su módulo la suma de los módulos. Se construye geométricamente el vector resultante colocando los sumandos uno a continuación de otro (Fig. 6.XXXVIII).

b) Si dos vectores son de la misma dirección y sentido contrario, el vector resultante tiene la misma dirección que los sumandos, el sentido del mayor y como módulo la diferencia de los módulos, que se halla llevando el vector menor sobre el mayor; el vector resultante es el exceso de éste sobre aquél (Fig. 6.XXXVIII).

c) Si los vectores no tienen la misma dirección, el vector suma es la diagonal del paralelogramo trazado con los vectores como lados (Fig. 6.XXXVIII).

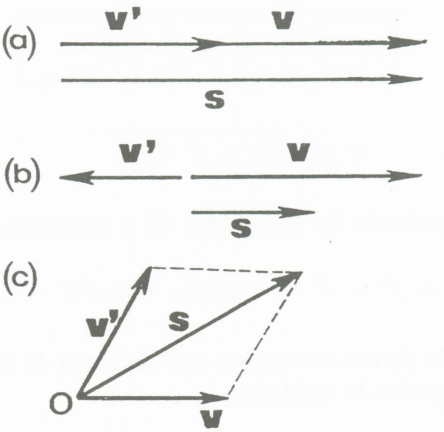


Fig. 6.XXXVIII. Diversos casos de la suma de vectores.

También se puede realizar la suma dibujando uno de los vectores (v') y desde su extremo otro equipolente a v (Fig. 6.XXXVIII).

El vector que une el origen del primero con el extremo del segundo es el vector suma. El mismo resultado se hubiese obtenido trazando, a partir de *O*, el vector v y desde su extremo el v' (Fig. 6.XXXVIII).

En todos los casos escribiremos:

$$s = v + v'$$

No se afirma en esta igualdad que el módulo de s sea la suma algebraica de los módulos de v y v' sino que el efecto físico que produce s es el mismo que el de v y v' actuando simultáneamente.

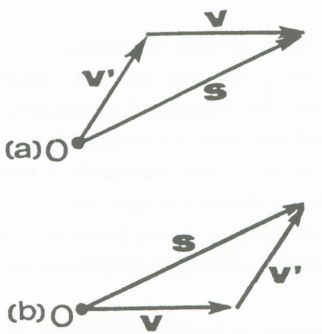


Fig. 6.XXXIX. Suma de vectores concurrentes.

El módulo de s es siempre, si son dos los vectores que se suman:

$$s = \sqrt{v^2 + v'^2 + 2\, v\, v' \cos \varphi}$$

siendo φ el ángulo formado por los dos vectores. En el caso de que los vectores tengan la misma dirección y sentido (caso *a* de la Fig. XXXVIII) el ángulo φ cero y su coseno la unidad; por tanto

$$S = \sqrt{v^2 + v'^2 + 2vv'} = \sqrt{(v + v')^2} = v + v'$$

y el módulo de s es la suma de los módulos. Unico caso en que la suma vectorial coincide con la suma de los módulos.

En el caso de que los vectores tengan la misma dirección y sentido contrario (caso *b* de la Fig. 6.XXXVIII) el ángulo φ es 180° y su coseno es — 1:

$$S = \sqrt{v^2 + v'^2 - 2vv'} = \sqrt{(v - v')^2} = v - v'$$

y el módulo de s es la diferencia de los módulos.

Es sencillo ver que la proyección de la suma sobre cualquier recta, es igual a la suma de las proyecciones de los sumandos; en el caso de vectores concurrentes por verificarse que «la proyección de la diagonal de un paralelogramo sobre cualquier recta es igual a la suma de las proyecciones de los lados concurrentes».

d) En el caso de varios vectores concurrentes — *a, b, c, d* — (Fig. 6.XL) se traza el «polígono de vectores»; es decir: por el extremo de uno de ellos — *a* — se traza un equipolente — *b'* — (vector igual y paralelo al segundo — *b* —); desde el extremo del trazado — *b'* — se dibuja otro — *c'* — equipolente al tercero — *c* — y así sucesivamente hasta agotar todos los vectores; se une el origen común con el último extremo y obtendremos el vector suma — *s* —.

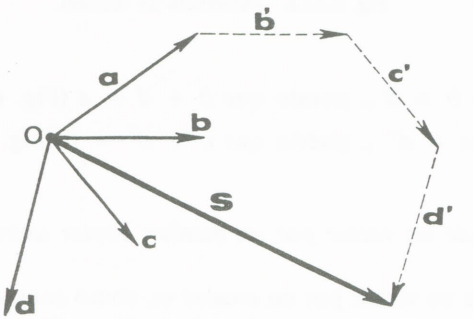


Fig. 6.XL. Suma de varios vectores concurrentes.

La proyección de s sobre cualquier recta es igual a la suma de las proyecciones de los sumandos, ya que s es un segmento rectilíneo con los mismos extremos que la línea quebrada que tiene por lados a $b'\ c'\ d'$.

6.10.5. *Diferencia de vectores*

Dados dos vectores —minuendo y sustraendo— debe hallarse otro que sumado al sustraendo nos dé el minuendo.

Si los vectores tienen la misma dirección basta sumar al minuendo un vector de sentido opuesto al sustraendo.

Si los vectores son concurrentes — a y b — (Fig. 6.XLI) unimos sus extremos, obteniendo así el vector diferencia; su sentido será del sustraendo al minuendo.

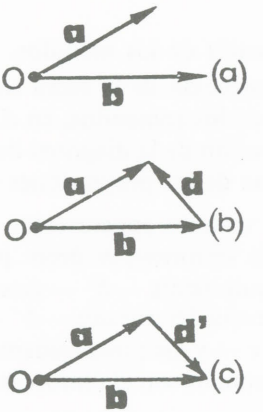


Fig. 6.XLI. Diferencia de vectores.

$a - b = d$ „ puesto que $b + d = a$ (Fig. 6.XLI).

$b - a = d'$ „ puesto que $a + d' = b$ (Fig. 6.XLI).

6.10.6. *Producto de un vector por un escalar. Vector unitario*

«El producto de un vector por un escalar es, como consecuencia del primer caso citado en la suma, otro vector de la misma dirección y sentido, cuyo módulo es el producto del módulo del vector por el número multiplicador.

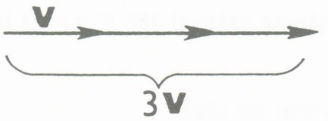


Fig. 6.XLII. Producto del vector v por 3.

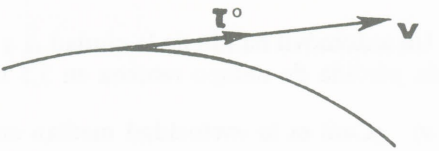


Fig. 6.XLIII. Vector unitario.

Supongamos que hemos calculado el módulo de una magnitud vectorial (por ejemplo, una velocidad, $v = 3$ m/sg) y que queremos asignarle una dirección (tangente al trayecto) y un sentido (el del propio movimiento). Tomemos sobre la tangente un vector τ de módulo cualquiera y del sentido convenido; al elevar este vector a cero — τ° — nos representará un vector de módulo unidad y de la dirección y sentido propuestos. Al multiplicar el módulo de v (3 m/sg) por el vector unitario.

$$v = v \cdot \tau^{\circ}$$

el módulo de v no varía ($\tau^{\circ} = 1$) pero el producto habrá adquirido la dirección y sentido de τ.

6.11. El espacio. El tiempo. La velocidad y la aceleración.— Conceptos y fórmulas que las relacionan

6.11.1. *Velocidad media*

«Velocidad media en un intervalo de tiempo determinado, es el valor medio del espacio recorrido sobre la trayectoria, en cada unidad de tiempo.»

Si e es el espacio y t el tiempo tardado en recorrerlo, la fórmula de la velocidad media es:

$$v = \frac{e}{t}$$

En el sistema c. g. s., la unidad de velocidad es el cm recorrido en 1 sg (cm/sg); en los sistemas Giorgi y Técnico es el m/sg.

EJERCICIO:

Un automóvil ha ido de la ciudad *A* a la *B* distante entre sí 180 Km en 3 horas y, sin pérdida de tiempo retorna en 3,5 horas.

a) ¿Cuál es la «velocidad media» en el trayecto de ida?

$$\bar{v} = \frac{180}{3} = 60 \text{ km/hora.}$$

b) ¿Cuál es la «velocidad media» en el trayecto de vuelta?

$$\bar{v}' = \frac{180}{3{,}5} = 51{,}4 \text{ Km/hora.}$$

c) ¿Cuál es la «velocidad media» en el trayecto ida-vuelta?

$$\bar{v}'' = \frac{2 \times 180}{3 + 3{,}5} = 55{,}4 \text{ Km/hora.}$$

6.11.2. *Cálculo del espacio*

Conocida la velocidad media — v — en un tiempo t, podemos calcular fácilmente el espacio recorrido sobre la trayectoria.

$$v = \frac{e}{t} \quad \text{,,} \quad \boxed{e = \bar{v} \cdot t}$$

6.11.3. *Aceleración media*

«Aceleración media en un intervalo de tiempo determinado es la variación media del vector velocidad en cada unidad de tiempo.»

Si el móvil pasa de la velocidad v_0 a la final v en el tiempo t, $v - v_0$ es la variación total de la velocidad, y su aceleración media es:

$$\boxed{a_m = \frac{v - v_0}{t}}$$

La unidad de aceleración es el cm/sg^2 (c. g. s.). (Es decir, la aceleración de un móvil que varía su velocidad 1 cm/sg cada segundo). La unidad Giorgi y Técnica es el m/sg^2.

6.11.4. *Cálculo de la velocidad*

Conocida la aceleración tangencial media ($\bar{a}_t$), la velocidad inicial (v_0) y el tiempo transcurrido (t) desde que el móvil tenía tal velocidad, calcularemos la velocidad final por la ecuación:

$$\bar{a}_t = \frac{v - v_0}{t} \quad ,, \quad v = v_0 + \bar{a}_t \cdot t.$$

El vector velocidad tiene dos componentes, que son: Aceleración tangencial y aceleración normal.

CASOS PARTICULARES

MOVIMIENTOS RECTILINEOS

6.11.5. *Movimiento rectilíneo y uniforme*

«Es un movimiento cuya trayectoria es de una línea recta y su velocidad constante.»

Al no haber variación de dirección, ni de velocidad, no existe aceleración normal ni tangencial.

Siendo constante la velocidad, el cociente del espacio al tiempo es el mismo, cualquiera que sea el valor de este último:

$$v = \frac{e}{t} \text{ de donde } e = v \cdot t \text{ y } t = \frac{e}{v}$$

La velocidad uniforme de la luz en el vacío es 300.000 Km/sg.

La velocidad de propagación del sonido en el aire es 330 metros/seg a 0 ° centígrados de temperatura y unos 340 m/sg a 20 °C.

6.11.6. *Ecuación general del movimiento rectilíneo y uniforme*

En el caso de que el origen de los espacios no coincida con el de los tiempos, es decir, que al comenzar a contar el tiempo t, el móvil tenga un desplazamiento e_0 a partir del origen, la ecuación que nos determina la distancia al punto de origen (tomado en la recta de dirección del movimiento) es:

$$e = e_0 + vt$$

6.11.7. *Movimiento rectilíneo y uniforme acelerado*

«Es un movimiento cuya trayectoria es recta y su aceleración constante.»

Al no haber variación de dirección en su velocidad, no existe aceleración normal y por tanto, el valor numérico de la aceleración tangencial es el único existente.

$$v = v_0 + at \quad ; \quad \text{Si } v_0 = 0 \rightarrow \quad v = a \cdot t \tag{1}$$

$$e = e_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

v_0 = velocidad inicial.

e_0 = espacio inicial.

Si $e_0 = 0$ y $v_o = 0$, entonces

$$e = \frac{1}{2} a t^2$$

Este será el caso del Movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado, partiendo del reposo.

Si sustituimos la fórmula (1) en la (2), se obtiene:

$$e = \frac{1}{2} v t \tag{3}$$

despejando t de la (1) y sustituyendo en la (2), obtenemos:

$$e = \frac{1}{2} a \frac{v^2}{a^2} = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} \quad ;$$

$$v = \sqrt{2\ a\ e} \tag{4}$$

Las fórmulas (1), (2), (3), (4) nos resuelven todos los problemas de movimiento uniformemente acelerado partiendo del reposo; también son aplicables al caso de movimientos decelerados llegando al reposo. En efecto: considerando la aceleración como negativa (sentido contrario a la velocidad), y designando por d el valor absoluto de la deceleración, las ecuaciones generales del movimiento, no considerando espacio inicial, se escribirán:

$$e = v_0\ t - \frac{1}{2} d\ t^2 \quad ,, \quad v = v_0 - d\ t$$

Al llegar al reposo v es cero; y por tanto:

$$0 = v_0 - d\ t \quad ,, \quad \boxed{v_0 = d\ t}$$

sustituyendo este valor en la ecuación del espacio:

$$e = d\ t^2 - \frac{1}{2} d\ t^2 \quad ,, \quad \boxed{e = \frac{1}{2} d\ t^2}$$

fórmulas idénticas a las (1) y (2) de este párrafo, de las que se deducen la (3) y (4).

6.11.8. *Ecuaciones de la caída de graves*

Las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) del párrafo son aplicables a la caída de los graves en el vacío; representaremos por h la altura de caída y por g la aceleración de la gravedad:

$$\boxed{v = g\ t} \qquad \boxed{h = \frac{1}{2} g\ t^2}$$

$$\boxed{h = \frac{1}{2} v\ t} \qquad \boxed{v = \sqrt{2\ g\ h}}$$

6.11.9. *Transformación de velocidades en kilómetros por hora (Km/h) a metros por segundo (m/sg) e inversa*

El investigador de tráfico tiene que jugar a cada instante con vehículos que circulan a una velocidad determinada en kilómetros/hora y tiempo que tarda en recorrer una distancia pequeña ante una situación de emergencia. Necesita saber los segundos que tardó en reaccionar un conductor a partir del Punto de Percepción Posible.

Para estos cálculos, hay que saber convertir los Km/hora en m/sg y viceversa. La operación se resuelve de varias formas: Utilizando la fórmula que relaciona la velocidad con el espacio y el tiempo: $v = \frac{e}{t}$ o haciendo una simple regla de tres.

En conclusión, de cualquier forma que lo hagamos, obtendremos lo siguiente:

- Para pasar de Km/hora a m/sg, basta con multiplicar la velocidad en Km/hora por 0,277.

$$v = (\text{Km/hora}) \times 0{,}277 = v\ (\text{m/sg}).$$

- Para pasar de m/sg a Km/hora, basta con multiplicar la velocidad en m/sg, por 3,6.

$$v\ (\text{m/sg}) \times 3{,}6 = v\ (\text{Km/hora}).$$

PRACTICAS A REALIZAR:

Diversos ejercicios y problemas sobre todos los apartados de este capítulo de Dinámica del Accidente, Nociones de Física, hasta que el alumno los sepa y maneje con soltura.

CAPITULO VII

LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES

7.1. Concepto

Investigar es analizar un suceso, relacionando los detalles y circunstancias que concurren en el mismo, para tratar de explicar la causa y como se produjo ese hecho.

Ahora bien, el objeto fundamental en todo proceso de investigación es el de obtener datos, recoger información, para, a la vista de estos datos o información, deducir conclusiones, sacar consecuencias.

Esto es exactamente en lo que consiste la investigación de los accidentes de tráfico. Es necesario obtener y registrar la información posible acerca del accidente para después poder formar una opinión o explicación de cómo sucedió y cuál fue su verdadera causa, y así tomar las medidas necesarias para evitar su repetición.

La investigación del accidente debe contener datos tales como diagramas, declaraciones de testigos, fotografías y toda clase de materiales o hechos que puedan servir de apoyo a las conclusiones o declaraciones. Cada accidente es diferente de los demás y presenta problemas distintos.

7.2. Diferencia entre informar e investigar

En todo proceso de investigación de accidentes es necesario distinguir dos aspectos claramente diferenciados: el de información del accidente y el de investigación del mismo.

7.2.1. *Información del accidente*

Consiste en la obtención y registro de datos de forma objetiva que permitan conocer las circunstancias del accidente, tales como:

— Dónde tuvo lugar el accidente.
— Cuándo.
— Quiénes eran las personas afectadas.
— Lesiones de las víctimas.
— Qué vehículos estaban implicados.
— Estado de los mismos.
— Circunstancias de la vía, etcétera.

El informe en cuestión no incluye conclusiones u opiniones sobre la causa, falta o posible infracción de los interesados, sino solamente los datos esenciales de carácter meramente objetivo.

7.2.2 *Investigación del accidente*

Es la obtención y registro de información para formar una opinión o explicación de:

— ¿Cómo sucedió el accidente?
— ¿Por qué sucedió el accidente?
— ¿De quién fue la culpa?

La investigación es, pues, más amplia que la información, ya que no sólo consiste en recopilar datos, sino en formar opiniones. Fruto de la investigación es el conocer la causa o causas de los accidentes, para así exculpar o no de responsabilidad a la gente y evitar que éstos se repitan.

Por lo general hay siempre más de una circunstancia o condición causante de dicho accidente. El accidente es la combinación de una serie de circustancias. Pero sólo son causas del accidente aquel o aquellos motivos sin los cuales el accidente no se hubiese producido (este es el concepto de CAUSA EFICIENTE) (aquella causa sin la cual el accidente no se hubiera producido).

7.3. **Importancia de la investigación**

El progreso de la técnica ha traído como consecuencia un trágico tributo de sangre, producido por los accidentes de tráfico. Parece que el mundo de hoy, en el que los científicos han logrado dominar la energía de la materia y se disponen a conquistar el espacio exterior, se encuentra como paralizado ante el hecho fatal de la producción de accidentes.

Sin embargo, en muchas ciudades y Estados se ha demostrado repetidamente que los accidentes de tráfico pueden ser prevenidos. Es cierto que no puede esperarse el eliminarlos completamente, debido a que los fallos humanos son su principal causa, pero es de gran utilidad para prevenirlos el estudiar sistemáticamente sus causas, su investigación.

Gracias a la investigación se puede ayudar a la identificación de las condiciones que tienden a estar asociadas en los accidentes. La investigación nos brinda, por tanto, la oportunidad de aprender mucho sobre los diferentes factores, que, solos o combinados, contribuyen a dichos accidentes.

De aquí la importancia que la investigación de los accidentes de tráfico tiene en nuestros días, ya que los peligros que la circulación acarrea constituyen una obsesión del mundo actual , y a ningún Estado se le justificaría su pasividad ante tan acuciante problema como el que plantean los accidentes de tráfico. El Estado no se debe limitar a castigar o corregir, sino que debe actuar activamente, realizando la política adecuada para evitar que los accidentes sucedan, para prevenirlos, ya que es de plena vigencia el aforismo de que «vale más prevenir que curar». Ahora bien, sólo puede prevenir si conoce el origen, si sabe por qué se producen los accidentes, si investiga.

Imaginémonos qué sucedería si no supiéramos cómo y por qué ocurren los accidentes. Los ingenieros no sabrían de qué manera perfeccionar las carreteras y los aparatos de control de tráfico. Los legisladores no sabrían qué leyes dictar. Los educadores no sabrían qué enseñar o aconsejar, porque unos y otros ignorarían como se producen los accidentes.

7.4. **Quién debe realizar la investigación**

La tarea de investigar un accidente puede recaer en casi todos los miembros de la policía. Esto es particularmente cierto en los países que no tienen investigadores especializados. En estos Estados es muy importante que todos los guardias posean algunos conocimientos de la investigación de accidentes de tráfico. De ordinario, el primer guardia que interviene en la escena lleva a cabo la investigación completa del accidente.

En las zonas urbanas que no tienen una sección de investigadores especialmente instruídos, la investigación está a cargo de los agentes destinados al tráfico en general. Los policías que se dedican a la observancia de las ordenanzas municipales, así como los que dirigen la circulación, a menudo investigan accidentes.

Es, pues, de una importancia evidente que el agente de policía sepa de qué forma se investiga. Mucho más el técnico de investigación.

La preparación que reciben las personas encargadas de la investigación es diferente, según se trate de equipos especializados o no. La policía en general debe recibir una preparación o instrucción breve; los técnicos en investigación recibirán una formación, más amplia, más exhaustiva, más específica.

En la investigación de accidentes trabajan dos clases de equipos:

— Equipos investigadores de campo o informadores.
— Equipos de técnicos de gabinete.

Los primeros, dotados con toda clase de medios técnicos al efecto, permanecen continuamente de servicio y acuden al lugar del accidente en cuanto son avisados. Sobre el propio terreno llevan a cabo tres funciones fundamentales:

— Búsqueda de testigos.
— Toma de datos.
— Levantamientos de planos o croquis, fotografías, etc.

Los datos recogidos en el informe o atestado que deben redactar estos equipos pasan a los de gabinete, quienes apoyándose en esta documentación o completando algunos datos sobre el terreno o en el reconocimiento posterior de personas o vehículos, proceden a reconstruir el accidente y analizar sus causas, emitiendo en consecuencia el «informe técnico».

Con esta investigación se buscan y analizan las causas originarias del accidente con una doble finalidad: la primera, para que las Autoridades Judiciales determinen el culpable y el grado de responsabilidad del mismo. La segunda, para que la Administración adopte medidas convenientes a fin de evitar la repetición de los accidentes o conseguir la disminución de los mismos y sus consecuencias.

De lo anteriormente expuesto apreciamos que las funciones de ambos equipos se encuentran íntimamente ligadas, pudiendo afirmar sin ningún género de dudas que el segundo no tendría razón de existir sin la colaboración del primero.

Pero si a esta incuestionable circunstancia, le añadimos el hecho de que el investigador de campo adquiere su información sobre el propio terreno, compulsa las declaraciones de participantes, recibiéndolas de boca de los mismos a los pocos momentos de ocurrido el accidente, llegaremos a una conclusión que no por problemática llega a ser utópica: se precisan equipos de hombres que cumplan ambas funciones.

De ahí surge la creación en la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil del Equipo de Atestados, que cubre esta doble función, con la confección de dos documentos fundamentales: el **ATESTADO** y el **INFORME TECNICO.**

De la mejor o peor preparación de estos Equipos dependera la calidad de los trabajos que se presenten. Pero si bien no cabe duda de que ello exigirá una preparación en las dos facetas citadas, con un doble trabajo y mayor esfuerzo por ende, el hecho de participar en el accidente desde el principio al fin, compensará este esfuerzo al lograrse una mayor y perfecta continuidad en sus actuaciones, lo que redundará a la postre en una más perfecta, si cabe, aplicación de la Justicia.

Por tanto, y siempre que en lo sucesivo citemos a los equipos de investigadores de campo o técnicos de gabinete, nos estaremos refiriendo a un solo equipo, que no es otro que el Equipo de Atestados, ya que a mayor reiteración sus componentes forman una sola unidad de actuación.

7.5. **Cualidades de un buen investigador**

El investigador se encuentra en situación de contribuir de un modo muy importante al bien común de la sociedad, realizando eficientemente su labor. Su trabajo sirve de base para la acción emprendida por todos los organismos empeñados en la prevención de accidentes. De aquí la importancia que tiene el que el investigador reúna unas determinadas cualidades, entre las que enumeramos:

7.5.1. *Preparación especial*

El investigador de accidentes debe estar preparado para ejercer tan importante actividad. La debida preparación evitará cometer equivocaciones, hará que la investigación sea más valiosa y facilitará la misma. Si no está preparado para hacer todo lo que es preciso, sin titubear, se corre el riesgo de caer en errores y pasar por alto datos que deberían haberse anotado y algún detalle que tendría que haber sido observado. El investigador tiene que tener una idea clara de lo que debe hacer y cómo va a hacerlo. Es necesaria una instrucción.

7.5.2. *Objetividad*

El investigador de accidentes debe ser objetivo. El mayor obstáculo que algunos investigadores tienen que vencer al interrogar a la gente acerca del accidente o al investigar sobre el mismo, está en el propio investigador. Lo que el investigador sienta respecto a una persona, su aprensión respecto a determinados tipos de individuos y muchas otras reacciones personales similares pueden atravesarse en su propio camino cuando empieza la investigación. Si el interrogatorio ofrece un aspecto hostil, se resistirán a darle los datos que solicita , si se muestra amistoso, le prestarán su colaboración.

Si una persona o situación es desagradable o repulsiva debe hacerse lo posible por preguntar con una actitud impersonal.

El investigador debe resistirse a toda clase de impulsos y considerar los hechos y situaciones tal y como han sucedido, sin actuar con parcialidad. Esto es ser objetivo.

7.5.3. *Ser positivo*

Para obtener respuestas útiles debe asegurarse que el conductor o testigo comprende sus preguntas. Debe hacerlas claras y específicas, tal y como quiere que sean las respuestas.

No debe inculcar nunca sus opiniones a las personas que esté interrogando, ya que muchas de ellas son susceptibles de ser influenciadas.

La información que obtiene carece de valor si no es exacta. Siempre que sea posible, debe comprobarse.

7.5.4 *Adaptabilidad*

La investigación no puede seguir rígidamente la rutina de hacer una serie de preguntas de modo metódico. Es cierto que la investigación ha de estar debidamente planificada, pero su objetivo no es, únicamente, la recopilación de datos, sino que va dirigida, especialmente, al descubrimiento de causas. El investigador ha de saber adaptarse a las circunstancias del accidente para obtener la información cuando y donde el conductor o testigo estén mejor dispuesto a dársela.

7.5.5 *Comportamiento adecuado*

La forma en que se comporte el encargado de la investigación en el lugar del accidente produce un efecto psicológico en las personas presentes. Es necesario dar muestras de una gran corrección, exquisita educación, y, sobre todo, de un dominio pleno de la técnica de la investigación, porque así dispondrá favorablemente a todas las personas afectadas en el accidente para relatarle con espontaneidad y sinceridad cómo sucedieron los acontecimientos.

Si las circunstancias del accidente revisten peligrosidad, el investigador dará la sensación de estar tranquilo y sosegado y de que controla la situación. En situaciones de emergencia debe poner en juego todas aquellas medidas que sean adecuadas para evitar que el peligro se acentúe o para disminuir el mismo.

7.6. **Fases de la investigación**

La investigación de accidentes de tráfico es un proceso lógico en el que cronológicamente van sucediéndose operaciones o fases para después de este proceso analítico poder determinar con exactitud qué ocurrió, por qué, y cómo evitar que se repita. Las fases de que se compone este proceso de investigación son:

1. *Recogida de datos*

Es la fase inicial y una de las más importantes del proceso de la investigación. En esta fase anotaremos todos los datos relativos a personas, vehículos, carretera, condiciones atmosféricas y todas aquellas huellas que queden en la vía o fuera de ella.

2. *Estudio de los datos*

Todos los datos recogidos en la fase anterior deben ser estudiados, con el fin de establecer las posibles hipótesis sobre las causas y circunstancias del accidente.

3. *Reconstrucción del accidente*

Consiste en deducir lo ocurrido partiendo de los hechos objetivos que se han logrado reunir. La reconstrucción puede ser general o eventual, según que el método empleado sea más o menos costoso.

4. *Causas que determinaron el accidente*

Esta fase consiste en determinar las causas del accidente, con el fin de averiguar quién fue el culpable y tomar las medidas conducentes a que el accidente no se repita.

CAPITULO VIII

PREPARACION DEL PERSONAL PARA LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES

8.1. Necesidad de la preparación del personal del equipo

Una investigación eficaz requiere una preparación especial. Si su trabajo ha de consistir en la investigación de accidentes, le compensará dedicar algún esfuerzo y algún tiempo a preparase para esta importante actividad. Una preparación eficiente evitará la comisión de errores, contribuirá a que su investigación sea más eficiente y, a la larga, le ahorrará tiempo, así como hará que su trabajo sea más fácil.

En la toma de datos relativos a un accidente generalmente se verá apremiado por el tiempo y, si no está debidamente preparado para tomar los datos precisos y sin titubeos, se expone a caer en errores o a omitir algún dato esencial que puede ser imprescindible en los trabajos posteriores de investigación del accidente. Así pues, al igual que los médicos que tienen que atender a los heridos en los casos de emergencia, preparan con antelación los medicamentos o instrumental que estiman puede ser necesario para un auxilio de urgencia, un investigador de accidentes debe estar preparado con el material y pericia necesarios para actuar en cualquier momento eficientemente.

No presenta grandes dificultades el tener a punto el material necesario. No se precisan muchos instrumentos, pero éstos deben estar preparados y dispuestos para su uso en el momento en que se necesiten. Pero lo más importante es que el investigador esté instruido y preparado de tal forma que en todo momento tenga una clara idea de lo que tiene que hacer y cómo debe hacerlo.

8.2. Conocimiento de las normas generales que rigen la investigación

Al objeto de conocer la clase de accidentes sobre los que investigar, así como la forma de llevar a cabo la investigación, es necesario tener conocimiento del

conjunto de normas generales dictadas por la Unidad a la que pertenece el investigador. Estas normas indican las clases de accidentes sobre los que hay que investigar, las medidas que se han de adoptar para prepararse para la investigación y para llevarla a cabo, así como la índole y objeto de la investigación a efectuar, ya que los accidentes pueden ser considerados bajo muy diversos aspectos. Verbigracia: es muy diferente la investigación que de un accidente tiene que hacer un inspector de una compañía de seguros o de una compañía de transportes de la que tiene que hacer un Guardia Civil de Tráfico, ya que persiguen objetivos completamente distintos; por ello, las normas que rijan la investigacíón a efectuar por este último serán diferentes que las que rijan la actuación de otro cualquier investigador.

Estas normas seran numerosas, destacando entre ellas las siguientes:

— Conocimiento de la demarcación sobre la cual se va a desarrollar el trabajo del investigador (carreteras, términos municipales y judiciales, Puestos del Cuerpo, destacamentos de la Cruz Roja, etc.).
— Clases de accidentes en los cuales se tienen que instruir diligencias, así como investigación que se debe de realizar.
— Relaciones con otros Equipos de Investigación, Jueces, Equipos de información, etc.

A la hora de realizar la investigación de los accidentes, en lo que concierne a la forma de realizar ésta investigación debe ajustarse a las normas dimanantes de sus Mandos Orgánicos así como de las Autoridades Judiciales y Administrativas, con las cuales tenga relación y dependencia, por tanto debe de tener un perfecto conocimiento de las normas que éstos hayan dado.

Una vez que haya realizado la investigación, esta tendrá que quedar plasmada por escrito en las correspondientes diligencias (e Informe Técnico en su caso), debe por tanto el investigador conocer el objetivo que se persigue con ésta investigación, para no omitir ningún dato esencial o bien que figure alguno que no es importante. Estas diligencias, la mayoría de las veces, deberán de ir complementadas con documentos o cualquier otro tipo de prueba, como pueden ser croquis, fotografías, partes médicos, documentos de vehículos, etc.

Casi toda la investigación que se obtiene en un accidente es confidencial, puesto que se considera parte del sumario y por lo tanto le corresponderá al Juez que lleve la causa el facilitar parte o la totalidad de esa investigación a las partes que intervengan en la causa. No obstante hay datos, como nombre, matrículas de vehículos, lugar del accidente, gravedad de las heridas y otras similares que se publican en los distintos medios de comunicación social. Será entonces una misión muy importante del investigador, conocer qué tipo de datos son confidenciales y cuales no, para actuar en consecuencia.

8.3. **Instrucción práctica del investigador**

Como para la mayor parte de los estudios, no solamente es preciso poseer conocimientos teóricos lo más profundos posibles, sino que son imprescindibles un conjunto de estudios prácticos que son imposibles de suplir teóricamente.

Avanzará mucho más rápido en el conocimiento de su misión a desarrollar efectuando el mayor número de prácticas, a ser posible con casos reales, sobre todas aquellas materias que más tarde serán objeto de su trabajo. A continuación se enumeran algunas de las prácticas que conviene que efectúe el futuro investigador:

- Conocer distintos tipos de señales de neumáticos (derrapes, frenazos, etc.), así como el grado de adherencia de los distintos tipos de pavimentos.
- Realizar visitas a desguaces y talleres de vehículos con el fin de examinar los mismos, para averiguar qué tipo de colisiones sufrieron, daños en las distintas partes de los vehículos, partes del mismo que rozaron o rasparon el pavimento.
- Distinguir los distintos tipos de líquidos que pueden tener los vehículos (aceite, valvulina, ácido, líquido de frenos, etc.), así como comprobar y saber diferenciar las distintas tonalidades que toman al derramarse sobre la calzada.
- Levantar croquis de cruces, curvas, etc. , marcando posiciones de los vehículos, así como distintas fases y puntos existentes en el desarrollo del accidente.
- Adquirir experiencia en cálculo de distancias y velocidades (esta experiencia se puede realizar en la práctica del servicio, midiendo una cierta distancia que se pueda ver desde un «punto observatorio» y con el reloj midiendo el tiempo en que un vehículo lo recorre.

8.4. **Conocimientos específicos**

Conozca las vías de su demarcación. Es imprescindible que el investigador no desperdicie el tiempo tanto en los desplazamientos al lugar del accidente como en la localización del mismo; por ello es imprescindible que tenga un conocimiento directo y profundo del desarrollo, características y particularidades de las vías situadas dentro de su demarcación. Es posible que existan diversos organismos relacionados con las consecuencias del accidente, debe saber perfectamente cuales son estos organismos, así como el lugar donde están situados. Debe conocer la ubicación de los establecimientos sanitarios, servicios de grúas y remolques, parques de bomberos, etc. Procurará tener al día una lista en que se encuentren relacionados todos ellos, así como sus números de teléfono y las horas del día en que sus servicios estén en activo.

8.5. **Material**

El material puede quedar agrupado de la siguiente forma:

1. *Elementos de seguridad*

Tanto del vehículo, como pueden ser: luces destellantes, lámparas estroboscópicas, señales de tráfico, tetrápodos, etc. así como las personales de cada componente del vehículo: linternas, equipo reflexivo, etc.

2. *Comunicaciones y transportes*

Para personarse rápidamente en el lugar del accidente, así como para estar en contacto con la base en todo momento se necesitan las transmisiones y el transporte. Es preciso además de que estos medios estén en perfecto estado de servicio, que el vehículo esté repostado y tener un plano con las «zonas de sombra» de radioteléfono, puesto que el accidente puede ocurrir en cualquier momento y en cualquier lugar.

3. *Equipo de investigación*

Este equipo es de dotación para los vehículos de atestados. Lo más importante es la cinta métrica, así como la rueda de medición. Por la noche o de día con gran contraste entre sol y sombra, será necesario el empleo del flash (tenga la precaución de que las pilas del mismo estén cargadas). La cámara fotográfica no es absolutamente necesaria, pero es muy conveniente su empleo en casi la mayoría de los accidentes.

4. *Material para anotaciones*

Papel, lápiz y máquina de escribir, son los elementos indispensables. También es conveniente el llevar formularios para accidentes, carpeta con pinza para sujetar el papel y poder escribir y realizar anotaciones, etc.

Es preciso que cada cosa ocupe su lugar en el vehículo para así ahorrar tiempo y tener todo siempre a mano en el vehículo.

5. *Conservación del material y equipo*

Es muy importante la conservación y mantenimiento del material y equipo, de esta forma el investigador al llegar al lugar del accidente, irá convencido de que no le falta ninguna cosa, para la realización de su trabajo. Los siguientes consejos le ayudarán a mantener el equipo y material «operativo».

— Coloque el material en cajones o maletines que sirvan sólo y exclusivamente para ese fín. Así en un lugar tendrá el material de escritorio y dibujo, en otro el de mediciones, en otros el de fotografía y en otro el de dactiloscopia y recogida de huellas.

— Una vez finalizada la investigación compruebe el equipo y reponga el material que ha utilizado.
— Guarde el material siempre en el mismo lugar en el vehículo (rotule en caso necesario donde se encuentran los distintos materiales y partes del equipo).

8.6. Archivos

El investigador, habitualmente tendrá que hacer muchas investigaciones en distintos casos, necesitará establecer un sistema de archivo o aprender el que utiliza su Unidad.

En el archivo del investigador deberan colocarse en carpetillas o dosieres los documentos referidos a cada accidente, hasta que termine su proceso de instrucción. Antes de colocar el material es conveniente el revisar el existente, a fin de que no existan documentos duplicados o cualquier otro tipo de escritos con poca o ninguna trascendencia respecto al caso. Es conveniente que este archivo sea despejado de tiempo en tiempo.

8.7 Planificación de la investigación

Ocurre algunas veces que, al terminar una investigación sobre un accidente, se da cuenta el investigador que ha omitido algún dato esencial y que, para llegar a una conclusión cierta, debería comenzar de nuevo todo el proceso de investigación desde el principio. Esto generalmente es falta de un plan previo o planificación.

Planificar «es trazar un curso de acción o método para conseguir los objetivos deseados». Indudablemente que para conseguir los objetivos que pretende la investigación de accidentes es necesario un plan previo. Este plan está compuesto por diferentes técnicas, cada una de las cuales requiere unos conocimientos profundos de la misma por parte del investigador. Así, entre los distintos tipos de técnicas: los interrogatorios a conductores y testigos, la atención a los heridos, toma de fotografías, mediciones, etcétera.

La planificación tiene infinidad de ventajas. Evita tener que hacer algunas cosas dos veces y se basa en el principio de «haga en primer lugar lo primero». Una investigación bien planeada produce un efecto de orden y organización.

8.8 Misión general

La planificación en la investigación de un accidente debe de guiarse por los objetivos perseguidos en la misma. Aunque no se pueden dar unas normas concretas, puesto que cada accidente es distinto, servirán como orientación las siguientes:

a) Personarse en el lugar del accidente rápidamente.
b) Evitar que el accidente adquiera mayores proporciones.
c) Auxiliar a los heridos.
e) Obtener y anotar datos.
f) Hacerse una idea de lo ocurrido a fin de encaminar la investigación de una u otra forma.

Estas orientaciones no son completamente rígidas, ni deben de seguir necesariamente el orden aquí marcado, así por ejemplo dependiendo del tipo y circunstancias del accidente unas veces será primero el auxiliar a los heridos y otras veces será el evitar que el accidente adquiera mayores proporciones.

8.9. Servicio de retén

En este tipo de servicio debe de permanecer siempre en contacto con su Unidad. Este contacto la mayoría de las veces será por vía radio, pero alguna vez, puede fallar este medio. En este caso deberá de ponerse en contacto telefónicamente; para ello es conveniente, que sepa los lugares en los cuales por existir «sombras», por la existencia de líneas de tendido eléctrico, etc., en qué lugares de su demarcación tendrá problemas con enlace radio y además debe de conocer donde hay teléfonos que pueda utilizarlos en cualquier momento, Puestos de la Guardia Civil, Cruz Roja, gasolineras, Ayuntamientos, etc. Tiene que tener en cuenta que la comunicación la debe de mantener, incluso en las interrupciones de la investigación, como pueden ser horas de comidas, refrescos, café, etc., pues bien, incluso en estos casos el operador del radioteléfono, debe de tener constancia del lugar en que se encuentra, así como de la forma o el medio mediante el cual puede mantener el enlace con usted o con algún componente de su Equipo.

Compruebe al iniciar el servicio, que tiene al completo todo el material que tenga que utilizar en el transcurso del servicio, que las transmisiones y todos los aparatos especiales con los que está dotado, funcionan correctamente y que el vehículo que va a utilizar se encuentra en perfecto estado y repostado para cualquier emergencia.

8.10. Actuación al enterarse del accidente

Al recibir una llamada en la que se le indica que ha habido un accidente, debe informarse del que llama (sea quien sea), de todos los datos que éste le pueda dar sobre el lugar, hora, gravedad, etc. Con estos datos, mentalmente, debe formarse una imagen del lugar donde ha ocurrido. Mientras se encamina al punto del accidente deberá hacerse las siguientes consideraciones:

8.10.1. *La gravedad del accidente*

Dependiendo de la gravedad del mismo, número de heridos, vehículos implicados, etc., su actuación será de una o de otra forma, tenga presente si se ha solicitado o no medios de auxilio a los heridos, si se ha pasado aviso a grúas, Juzgado, etc.

8.10.2. *Volumen de tráfico*

Dependiendo del mismo, tendrá que tener en cuenta, cuál es el lugar más idóneo para acceder al lugar del accidente, posibilidad de «quedarse atascado» en la retención que puede producir el accidente, así como posibilidad de que le presten ayuda en el lugar del accidente, alguna pareja de motoristas o cualquier otro tipo de fuerza que pueda concurrir al accidente.

8.10.3. *Hora del día*

Si tiene que ir a un accidente por la noche, tenga en cuenta que deberá de extremar las medidas de precaución que se adoptan de día. Además de señalizar el accidente debe de tener en cuenta que puede ser necesario un equipo de iluminación, sobre todo en accidentes en que se encuentran implicados vehículos de transporte de personas, o bien gran número de vehículos implicados, o en caso de despeñamiento, etc.

8.10.4. *Conducción*

En la mayoría de los accidentes es de suma importancia el llegar con rapidez al lugar del accidente no obstante debe de conducir con seguridad, no haga alarde innecesario de dispositivos de señalización de emergencia (sirena y prioritarios).

Una vez que haya llegado al lugar del accidente, aparte el coche de forma tal que no cause un accidente y que avise a los usuarios de la presencia del accidente.

8.11. **Al llegar al lugar del accidente**

Cuando llegue al lugar del suceso, si encuentra algún asunto de resolución urgente, considere qué es lo que podría provocar un empeoramiento de la situación, esto es lo primero de lo que debe preocuparse.

La mayoría del público desea que se atienda siempre primero a los heridos, cosa muy comprensible. No obstante, antes de hacerlo, piense en estas dos posibilidades:

a) *Fuego:* Si existe incendio procure apagarlo tan pronto como pueda, y si es posible solicite ayuda de los bomberos. Si no hay incendio, debe de vigilar cualquier posibilidad del mismo, sobre todo cuando hay gasolina derramada o cualquier otro tipo de líquido inflamable; procure que no se

acerque nadie fumando. Si algún vehículo implicado se encuentra en marcha, desconecte el sistema eléctrico. Si hay cables por el suelo, procure enterarse si son de teléfonos o si son eléctricos; avise a la compañía a la que pertenezcan para saber si existe algún peligro no visible a simple vista y para que subsanen la avería.

b) *Los vehículos que se aproximen:* Son peligrosos de noche, en todo momento en que la visión de un automovilista es limitada: niebla, humo, nieve, accidente topográfico o construcción que oculta una parte de la vía donde ha ocurrido el suceso. Si la carretera está bloqueada o parcialmente obstruida hay que advertir a los conductores de los vehículos que se aproximen para que no se precipiten contra las víctimas o vehículos siniestrados. Será conveniente colocar rápidamente los intermitentes y triángulos de peligro que adviertan del accidente. Si es preciso, debe colocarse uno de los componentes del equipo a bastante distancia del lugar del suceso, para apercibir el peligro a los conductores de vehículos que se dirijan a dicho lugar. Esta función reguladora del tráfico puede en muchas ocasiones realizarla una pareja de motoristas.

Si no existen ninguna de estas dos posibilidades o ya se ha hecho cargo de las mismas, auxilie a los heridos hasta donde sea necesario con el fin de que su estado no empeore. Si es preciso y nadie lo ha hecho, llame a médicos y ambulancias.

Esté alerta a los robos y hurtos, especialmente de mercancías desparramadas por los camiones, o de efectos personales de heridos o personas muertas.

Si los vehículos siniestrados obstruyen la calzada, mándelos retirar no sin antes haber tomado fotografías y marcado las posiciones si hay que tomar medidas, pues la demora en despejar la calzada puede causar mayor congestión.

8.12. **Después de salir del lugar del accidente**

En algunos accidentes, especialmente los de escasa importancia, la investigación puede completarse en el mismo sitio, incluyéndose la redacción del parte correspondiente. Sin embargo, otros accidentes pueden incluir graves infracciones de la Ley, como atropello y fuga u homicidio por negligencia o graves delitos que requieren mucho trabajo con posterioridad a la investigación en el lugar del suceso.

Algunas veces tendrá que interrogar a los conductores o testigos en los hospitales o en sus domicilios, especialmente cuando han resultado heridos en el suceso.

Los parientes o amigos de los muertos o heridos han de ser avisados tan pronto como sea posible; también hay que avisar a los Jefes de las compañías de autobuses o de camiones cuyos vehículos se han visto implicados en accidentes graves. En los accidentes mortales o con heridos de gravedad, es posible que tenga que adquirir información por medio de los familiares o amigos de las víctimas antes de que pueda concluir la investigación.

Una de las más importantes actividades del procedimiento es informar a las autoridades competentes de la posibilidad de que, por cualquier circunstancia relativa a la vía, señales, etcétera, pueda ocurrir un hecho similar o nuevos accidentes. Por ejemplo, por no limpiar de la vía restos de cristales, en los lugares resbaladizos por derrame de gas-oil.

8.13. **Accidentes comunicados con retraso**

No tendrá necesidad quizás de personarse en el lugar del accidente comunicado tardíamente, si puede obtener suficiente información en otra parte. Esta información la conseguirá en los domicilios de los conductores, en oficinas y hasta por teléfono, generalmente en casos de poca importancia. En todo accidente informado tardíamente no hay necesidad de acudir rápidamente al lugar donde ocurrió.

El mayor problema que el investigador encontrará en esta clase de accidentes consistirá en obtener información fidedigna sobre los mismos, pues a medida que transcurre el tiempo cabe la posibilidad de que las declaraciones de conductores y testigos sean menos dignas de fiar en lo que respecta a su veracidad y precisión. Procure localizar todos los que pueda. También averigüe si hubo alguien que tomara fotografías y trate de localizarlo si es posible.

Puede pedir a conductores y testigos se personen en el lugar del suceso para reunirse con usted para la aclaración de los hechos. Es posible que precise también tomar medidas o sacar fotografías. Puede haber importantes pruebas materiales como huellas de patinazos, o defectos de ingeniería que necesiten ser corregidos.

Las investigaciones de accidentes comunicados tardíamente difieren de las otras en lo siguiente:

1. No hay mucha urgencia o necesidad de acudir de prisa.
2. Existe menos investigación en el lugar del suceso que en los otros casos habituales.
3. Generalmente son de escasa importancia.

CAPITULO IX

INTERROGATORIO DE CONDUCTORES

9.1. La comunicación

La comunicación es un proceso complejo, que incluye, la mayoría de las ocasiones, una serie de pasos que deben de realizar el emisor-fuente (para la transmisión de su mensaje) como el receptor (para interpretar este mensaje).

El emisor quiere transmitir algo, por tanto elabora el mensaje, lo codifica (de acuerdo con la norma social) y emite la información que desea transmitir. El receptor, realiza el proceso en orden inverso: recibe la información, la decodifica, reconstruye el mensaje y lo interpreta. Una vez que se ha producido esta comunicación y siguiendo el paradigma de LASWELL (Cuadro 9.1) el receptor se comunica con el emisor mediante el «Feed back», bien mediante palabras, gestos o actitudes, que le deben de servir al emisor para captar hasta que punto ha sido comprensibe su proceso de comunicación.

9.1.1. *Factores que inciden en el elemento personal emisor receptor del proceso de comunicación*

Se deben de tener en cuenta:

1. Los marcos de referencia personales: culturales, ideológicas, experiencial, etcétera.
2. Las actitudes entre emisor y receptor en el acto de la comunicación, muy especialmente los relacionados con el rol de cada uno.
3. Las mutuas actitudes previas, sobre todo cuando están fundadas en informaciones estereotipadas o bien apoyadas en prejuicios de cualquier tipo.
4. La situación anímica, tanto del emisor como del receptor.

9.1.2. *Dificultades en el canal*

Pueden ser de dos tipos principalmente:

1. Las limitaciones físicas propias del canal utilizado.
2. Las dificultades «propias del ambiente» en el que se desenvuelve la comunicación: ruidos, teléfono, entradas y salidas, etc.

9.1.3. *Circunstancias en el «feed back» que afectan a la comunicación*

Pueden ser:

1. La manipulación voluntaria de los indicios que constituyen la información del «feed-back», bien por su autocontrol o por la utilización de códigos ocultos o raros (esotéricos).
2. Las propias del canal (señaladas en 9.1.2).
3. Que el emisor sepa «leer» los signos.

9.2. **El interrogatorio como parte de la investigación**

En la mayor parte de las investigaciones, las fuentes más importantes de información son los conductores y los testigos. La obtención de información de los conductores y testigos reviste particular importancia por estas dos razones:

1. Una vez unida a la información adquirida de todas las demás fuentes, recapitula la obtenida de las mismas.
2. Sirve de término de comparación y puede acreditar y desacreditar la información obtenida de otras fuentes, fundadas en la evidencia material o en las declaraciones efectuadas por otros conductores o testigos.

Debe tener en cuenta que conseguir declaraciones de la gente es un método de la investigación de accidentes, no es el objetivo de la misma. Las declaraciones no son forzosamente decisivas. Son útiles únicamente en cuanto que ayudan a formular hipótesis acerca de lo que realmente ocurrió. Por consiguiente, es muy importante que sepa cómo ha de conseguir una información exacta y abundante que le proporcione una idea lo más exacta posible del accidente.

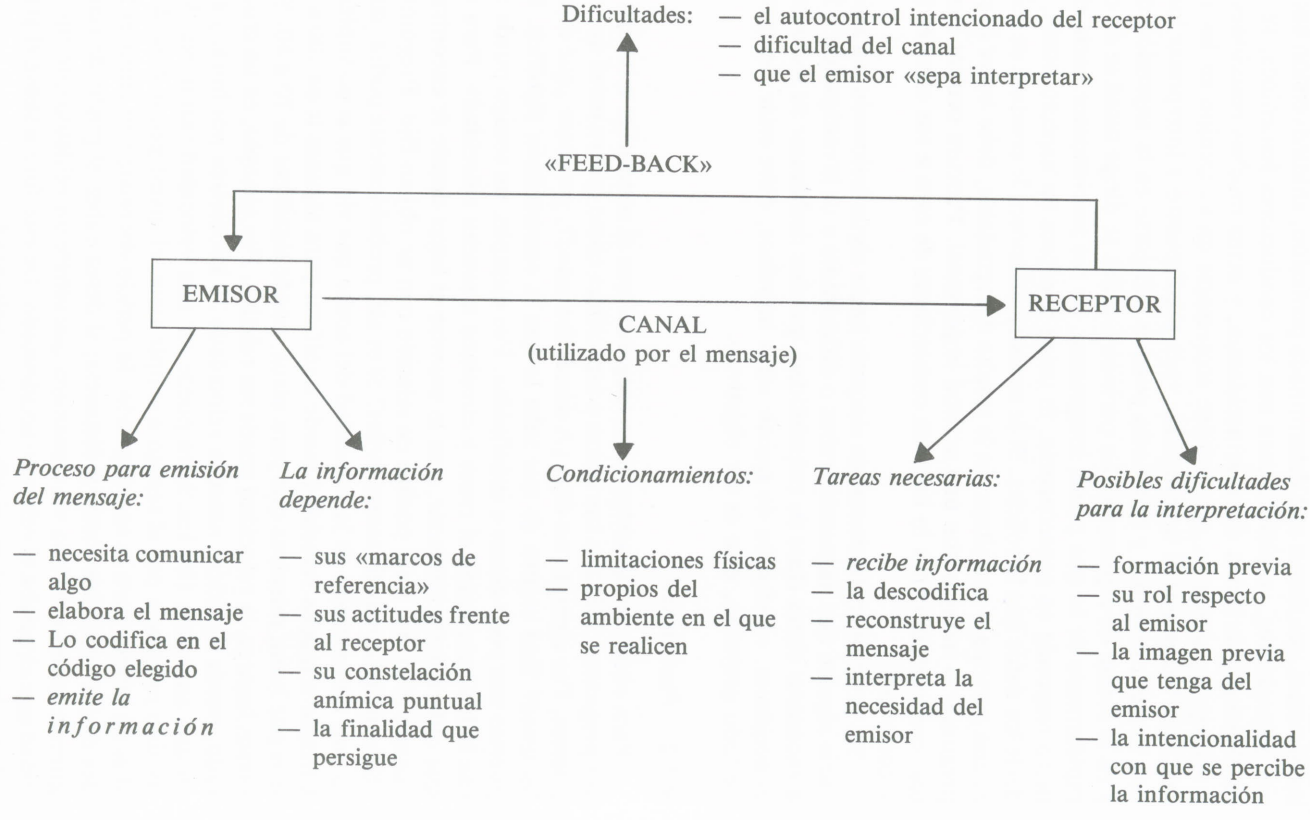
9.3. **Principios de la obtención de la información**

9.3.1. *Objetividad*

El mayor obstáculo que algunos investigadores tienen al interrogar a la gente acerca de los accidentes está dentro de ellos mismos. Su opinión particular sobre

CUADRO 9.1

El proceso de comunicación



las personas que tienen una determinada profesión, animadversión hacia los jóvenes imprudentes, su actitud para con los conductores femeninos, su preferencia en el estudio de cierta clase de accidentes, y otras muchas reacciones personales y subjetivas, similares, que pueden atravesarse en su camino en los interrogatorios, que hacen que el investigador vaya predispuesto a interpretar los hechos de una manera personal y que hasta pueden reflejarse en la expresión de su rostro y en la forma de expresarse. La persona a quien se dirige usted se da cuenta, más rápidamente de lo que puede imaginarse, de sus sentimientos hacia ella y por lo tanto responde en consecuencia. Si usted le ofrece un aspecto hostil, se resiste a darle los datos que le solicita. Si se muestra amistoso, le prestará su colaboración. Si una persona o una situación le resulta desagradable, debe hacer lo posible para preguntar o indagar con una actitud impersonal. Procure ocultar sus sentimientos, compórtese como lo hace un comerciante de cara a sus clientes (amabilidad y corrección).

Sus propios sentimientos de simpatía hacia algún lesionado, su animadversión hacia alguien que ha puesto trabas o dificultades a su investigación o la tendencia a encontrar cierta clase de culpabilidad, pueden desbaratar su recto criterio hacia el accidente. «Usted ha de resistir estos impulsos, debe estar siempre al margen de todo prejuicio, esto es ser objetivo».

9.3.2. *Positividad*

Para obtener respuestas útiles asegúrese que el conductor o testigo comprende sus preguntas. Hágalas tan claras o específicas como quiera usted que sean sus respuestas. Por ejemplo no diga ¿A dónde iba usted?, pregunte ¿qué dirección llevaba usted? Esté seguro de que sabe lo que la contestación significa. Muchas respuestas son poco claras o indefinidas. Por ejemplo, un testigo puede decir «el coche había traspasado el cruce y circulaba a mucha velocidad». Para averiguar lo que quiere decir traspasar, que le muestre el lugar donde se encontraba el coche cuando él lo vio, a ser posible en relación con un objeto fijo. Pregúntele también, ¿Sabe usted conducir automóviles? Si es así, probablemente podrá darle un cálculo más aproximado de la velocidad del coche que vio que si no supiera conducir. Circular a mucha velocidad puede significar para algunos ir de 100 a 120 kilometros por hora, mientras que para otros, puede significar de 70 a 80. Según los diversos lugares, la velocidad puede ser relativa. Por ejemplo, en un cruce muy saturado, puede significar «mucha velocidad» 30 kilometros por hora, y sin embargo, en una autopista 100 km/hora puede ser una velocidad razonable. La velocidad ha sido calculada por el testigo a simple vista, el investigador deberá comprobar, si es de interés para la investigación, la pericia del testigo en conocer las velocidades de los vehículos vistos a distancia; si desea saber el grado de fiabilidad, pregúntele cuando sea una vía transitada que señale un vehículo que circule a la velocidad que circulaba el vehículo accidentado. De este forma sabrá el grado de fiabilidad y la exactitud en el cálculo de la velocidad.

9.3.3. *No sugerir las respuestas*

Así como sus preguntas deben ser objetivas, lo mismo deben serlo las respuestas que deba obtener de los interrogados. No influya en absoluto con sus preguntas o sus actitudes en el ánimo de las personas interrogadas. Las hay susceptibles de dejarse influenciar fácilmente y cualquier insinuación suya le puede parecer a esa persona como una idea propia. Por ejemplo, si se trata de determinar la velocidad del vehículo en un accidente, no le diga al conductor: «Usted iba a 50 km/hora ¿no es verdad?». Si «50 km/hora» le parece razonable al conductor es probable que convenga que marchaba a aquella velocidad. Sin embargo si le hubiera preguntado ¿a que velocidad marchaba? es posible que dijera «a unos 30 km/hora», respuesta que puede arrojar una luz completamente diferente sobre el accidente y además el interrogado da por sí mismo la respuesta correspondiente a su cálculo de la velocidad, no el de usted.

9.3.4. *Evitar las discusiones*

Procure, hasta donde sea posible, evitar las discusiones entre conductores y testigos, y sobre todo entre ellos y usted. La mejor forma de lograrlo es manteniendo apartados a los conductores y testigos hasta que cada uno haya hecho su declaración, después se les puede permitir que se junten. Para mantenerse al margen de las discusiones hay que ser objetivo y no querer arreglar las desavenencias de los demás.

9.3.5. *Adaptabilidad*

En la investigación no se puede seguir un método rígido en las preguntas, si lo hiciera así tropezaría con muchas dificultades y perdería muchas pistas. La investigación de accidentes no consiste en una recopilación de datos estructurada anteriormente, para rellenar las columnas de un parte; esto sería redactar un parte de accidentes y podría realizarse de un modo rutinario. La investigación tiene por objeto el conocimiento de las causas del accidente y no puede limitarse a tomar un conjunto de datos y siempre los mismos, sino que debe adaptarse a las circunstancias, haciendo hincapié en aquellos puntos que más interesen para la clase de accidente que se investigue, y procurando escoger el momento psicológico y el lugar más apropiado en los que el conductor o testigo esté mejor dispuesto para sus respuestas.

9.3.6. *Compruebe las manifestaciones*

La información que obtiene carece de valor si no es exacta. Siempre que sea posible procure comprobarlo. Hay diversas formas de hacerlo . Una de las más corrientes es hacer repetir su relato al conductor o testigo y mirar si coincide con su primera versión. Otra de las formas es comparar los relatos de diversas per-

sonas para ver si concuerdan. Puede darse cuenta de que las declaraciones están en pugna y por lo tanto una de ellas ha de ser inexacta. Otro método consiste en comparar lo que dice una persona con los datos que usted posee y su propio parecer basado en las pruebas materiales por usted recogidas. Por ejemplo, si un conductor manifiesta que marchaba a 30 km/h. y su coche ha marcado en el pavimento unas huellas de frenada de 30 metros de longitud, a usted le consta que no dice la verdad, que la velocidad es muy superior.

9.3.7. *Sea diplomático y comprensivo*

Su entrada en contacto será diferente si entra en relación con un conductor o un testigo. Los conductores de los vehículos accidentados están un tanto trastornados después del suceso y sienten a menudo un desasosiego muy pronunciado. Recuerdan, de una manera muy vaga, que tienen que cumplimentar ciertos requisitos en los casos en los que les ocurra un accidente, pero lo recuerdan de una manera muy vaga. El conductor, generalmente después de un accidente, siente verdaderos deseos de contar como sucedió, pero esto no quiere decir que ellos le vayan a contar a usted siempre espontánea y libremente sus infracciones o equivocaciones. Casi todos los conductores quieren, consciente o inconscientemente disculparse. Ahora bien, cuando se trata de espectadores es muy diferente. No se encuentran en dificultad alguna, pero piensan que pueden sufrir molestias si cuentan algo del accidente. Tienen temor de la posibilidad de ser citados como testigos. No quieren verse envueltos en discusiones que no les interesan. Naturalmente hay excepciones notables tanto entre los conductores como entre los testigos. Los pasajeros pueden comportarse al interrogarlos, bien como conductores o bien como espectadores. Usted debe desarrollar todo su caudal de recursos y de diplomacia para sacarles lo que saben.

El investigador obtendrá más y mejor información si es simpático, prudente y comprensivo. Por ejemplo, cuando interrogue a una persona que consulta frecuentemente su reloj y demuestra estar nervioso o tener prisa, dígale «lo siento», ya se que usted tiene prisa, pero no deseo retenerlo aquí más tiempo que el preciso, vamos a ver si aclaramos todo esto en un momento y usted podrá marcharse tan pronto se esclarezcan los hechos y le tome manifestación.

En muchos casos puede obtener información valiosa animando amablemente a alguna persona a que hable sobre algo en lo que esta persona esté interesada. Por ejemplo: permita que un conductor que ha tenido que demorar sus vacaciones por causa debidas al accidente le hable un rato de sus problemas. En esta situación poco quizá podrá ayudarle, pero usted de momento podrá amablemente escucharlo para después, una vez se encuentre tranquilo, volver a interrogarle.

No censure nunca la conducta de los conductores en el accidente, a pesar de las infracciones que hayan podido cometer.

9.3.8. *No aturdir a la gente*

Unas personas son más impresionables que otras, hay personas que, principalmente cuando se tratan de informes personales, se aturden un tanto. Siempre que pueda pregunte a esas personas en un lugar separado del resto de la gente, de tal manera que nadie oiga su informe. No grite ni tome a broma alguna de sus declaraciones, eso le conduciría a predisponer al declarante contra usted. Puede con una actitud de poco tacto contribuir a agravar el problema psicológico y humano de las personas que han sufrido o visto un accidente. El temor, la indignación, el esfuerzo mental, todo contribuye a que las personas tengan menos capacidad y menos voluntad para razonar y hablar claramente. Sea usted humano y comprensivo, cuando interrogue, haga por hacer entender a quienes pregunte que comprende sus problemas y que lo que desea es conocer el fondo de la cuestión, precisamente para ayudarles en lo posible.

9.4. **Los conductores como fuente de información**

9.4.1. *Localizar a los conductores*

Lo primero que hay que hacer después de haber solucionado las situaciones de emergencia en el lugar del accidente, es localizar a los conductores de los vehículos implicados. Si no puede hallar al conductor y desconoce su paradero, comience la investigación. En muchos accidentes resulta fácil encontrar al conductor. Puede estar todavía sentado al volante de su coche o él y otro conductor pueden ser las únicas personas que se encuentren en el lugar del suceso. Algunas veces se llegará a usted inmediatamente para identificarse.

Muchas veces, sin embargo, cuando llegue al lugar escenario del suceso ya se habrá formado un corro. En este caso, lo primero que tiene que hacer es localizar al conductor entre la gente. Busque la persona o personas más significadas en el momento de su llegada, dos personas que están enzarzadas en una discusión, o una que está escribiendo algo, uno que parece ser el centro de la discusión y alrededor del cual se agolpa la gente, una persona que inspecciona los daños, levantando un capó o recogiendo objetos de alrededor de los vehículos, cualquiera de ellas puede ser un conductor de cualquiera de los vehículos implicados o un pasajero del mismo.

Lléguese directamente a la persona elegida y pregúntele: «¿Cuál es el coche que conducía usted?». Si él es el conductor, ha ganado usted mucho tiempo y además cree el interpelado que usted ya sabe algo de él . Si no es el conductor hay grandes posibilidades de que sea un pasajero. Si le dice: «Yo no conducía ninguno de los dos coches» u otras palabras en este sentido, pregúntele: «¿Puede usted decirme los conductores?», luego, mientras está con él, averigüe si podría ser un testigo útil y concierte en tal caso hablar con él más tarde. Por supuesto, si nadie aparenta

ser el conductor pregunte en voz alta o a alguien que haya presenciado los hechos: «¿quién es el conductor de este coche?».

¿Qué es lo que influencia a los conductores a responder a las preguntas? Casi todo el mundo se ve afectado por varios factores materiales y sentimentales que influyen en su capacidad y voluntad de dar una información veraz. El mero hecho de que un investigador le pregunte, basta a menudo para crear una situación de tensión o preocupación. La mayoría de las personas no pueden pensar ni hablar normalmente como acostumbran si se encuentran trastornados o heridos. De ordinario los heridos graves no quieren ni deberían ser requeridos para un interrogatorio. Si las heridas son leves, se puede, no obstante, interrogarles, generalmente con provecho.

Ordinariamente se presentan unos signos externos de tensión emocional. Algunas de estas señales pueden ser: respiración, fatigas, temblor de manos, tartamudeo al hablar, etcétera. No obstante, aunque la persona no muestre indicios externos de emoción, no adopte la conclusión de que la persona no tiene ningún trastorno. Puede no mostrar ningún trastorno externo y sin embargo estar muy desasosegado. Por otra parte, una persona muy nerviosa puede estarlo en todo momento y sin motivo, o bien por un motivo muy fútil. A veces, lo que pueda parecer una alteración emotiva, es otra cosa muy diferente, generalmente una intoxicación por alcohol, drogas, etc. Procure llegar hasta las verdaderas causas, empleando las pruebas aprobadas por las Leyes.

Desde luego, todas las personas envueltas en un accidente no están impresionadas por las mismas cosas. Mientras conductores, testigos y pasajeros pueden quedar impresionados por algunos factores comunes, cada grupo tiene sus problemas peculiares al mismo. Vamos a continuación a tratar de los factores que afectan a los conductores, dejando para más adelante las cuestiones relacionadas con testigos y pasajeros.

9.4.2. *Problemas personales*

Con frecuencia, la capacidad o complacencia del conductor en contestar las preguntas con precisión está influenciada por lo que él considera sus problemas personales muy importantes. Estos problemas casi nunca tienen relación con las causas del accidente. Deliberadamente dará algunas veces una información inexacta para ocultar la relación del accidente. Puede querer ocultar que conducía un coche sin autorización, o bien fuera del sitio por el cual debería hacerlo.

El conductor está frecuentemente tan preocupado por estos asuntos que no quiere prestar la atención debida al contestar a preguntas acerca de lo que ocurrió. Retrasos en los viajes, y pérdida económica son problemas personales muy frecuentes, vacaciones frustradas, citas incumplidas, un conductor autónomo que trabaja con su automóvil y sufre menoscabos en su economía por no continuar su trabajo a causa del accidente. Todo ello puede influir en las facultades anímicas del implicado para no dar una declaración exacta de los hechos.

9.4.3. *Racionalización*

Otras veces el implicado, sin mala intención, pero siguiendo un impulso innato o inconsciente de conservación, encuentra razones que justifican su actuación en los hechos constitutivos del accidente. No existe mala fe ni deseo de mentir o tergiversar, sino que su actuación se debe al referido instinto de conservación. A este proceso se le llama racionalización. Las personas que se acogen a ella creen realmente lo que dicen. La racionalización verdadera no implica mentira. Cuanto más tiempo tenga una persona desde el momento del accidente hasta la declaración, más probable es que lo racionalice.

9.4.4. *Evasión de la responsabilidad*

Algunos intentarán deliberadamente desorientarle, dándole información inexacta. Comúnmente son los que han violado la Ley o son los que saben que son culpables de haber causado un accidente. Algunas personas falsearán las declaraciones para poder cobrar el importe de los desperfectos. A veces, aun cuando no sean responsables penalmente o civilmente no querrán reconocer la falta que hayan podido cometer o el error, que ha sido causa del accidente, por mero orgullo o causa personal. Evadir la responsabilidad sin mala intención y a efectos de un impulso innato de conservación es RACIONALIZACION y el hacerlo deliberadamente tergiversando los hechos, es MENTIR. Cuando note algo en su manifestación que «no cuadre o encaje» con los hechos, confronte todo lo que pueda, puede ser que la mayoría de lo que le ha dicho, o lo más importante a efectos de la investigación sea falso, o bien no cierto del todo.

9.4.5. *Amnesia retrógrada*

Es la pérdida momentánea de la memoria debido a la conmoción. Técnicamente se define como amnesia retrógrada o R.A. Puede producirla una conmoción por lesiones en la cabeza, grandes hemorragias y otras condiciones. Es muy frecuente en los accidentes de tráfico. Claro que es más fácil en las colisiones graves y puede sobrevenir amnesia siempre que una persona quede inconsciente por lesiones. Las personas que padecen amnesia por conmoción generalmente no recuerdan nada de lo que sucedió durante un considerable tiempo anterior al accidente. La pérdida de memoria de los acontecimientos puede durar sólo unos minutos, pero a veces puede abarcar varios días. En la mayoría de los casos la persona herida nunca recuerda lo que ocurrió en el «período confuso», aunque puede creer y decir que lo recuerda porque se lo hayan contado otras personas.

Cuanto más tiempo esté inconsciente una persona, después de un accidente, más largo puede ser el «período confuso» anterior al accidente. Muchas veces la pérdida de memoria de los acontecimientos previos al accidente dura casi el mismo tiempo de la inconsciencia después del accidente. Por consiguiente, puede usted

poner en duda todo lo que cuenta de lo acontecido poco antes del accidente la persona que ha quedado inconsciente.

9.4.6. *Falta de observación*

Muchas personas son incapaces de darle una buena información, simplemente por haber dejado de observar. Por esta razón, los expertos investigadores de accidentes conceden poco crédito a las observaciones casuales de algunos conductores y testigos. Sin embargo, a veces, la gente no se halla en condiciones de observar lo que ocurre. Por lo tanto, sea receloso para con las manifestaciones de los que han intervenido en el accidente respecto a lo que pasó entre el momento de la colisión y la posición final de los vehículos.

La gente tiende a observar lo que les interesa. Por ejemplo las mujeres examinarán detenidamente las ropas y efectos personales, mientras que los muchachos le dirán la marca y modelo del coche. Unos individuos hacen observaciones generales mejor que otros, quizás por estar más habituados a la observación. Por ser con frecuencia erróneas las declaraciones, ha de procurar comprobar toda la información que pueda. Trate de conseguir respuestas específicas, pero no obligue al conductor o al testigo a que hagan un cálculo o conjetura insensata, por querer terminar pronto el interrogatorio. Esto podrá desorientarle a usted y a otros.

9.4.7. *Cuándo y dónde preguntar*

Es importante que haga un plan para el periodo del interrogatorio. Tendrá usted mucho más éxito si considera detenidamente lo que tiene que preguntar a la gente y si sabe escoger el mejor momento, lugar y método de obtener la información que necesita. No dude, sin embargo, en cambiar de táctica o modificar el orden del programa mientras interroga.

El mejor momento para el interrogatorio depende mucho de las condiciones en el lugar del suceso. Después de intervenir en los asuntos más urgentes, ordinariamente procederá al menos a una entrevista preliminar con el conductor a fin de conseguir su identificación y, si es preciso, vuelva a interrogarle más tarde. En algunos casos, en la primera entrevista ya conseguirá toda la información que necesita. Pero si hay otros asuntos urgentes como recogida de restos, y otras pruebas materiales, como huellas, etcétera, que pudieran desaparecer, limítese en la primera entrevista a identificarlo, demorando el interrogatorio extenso para después. Si hubiera dos investigadores podrían efectuar dos actividades al mismo tiempo.

Debido al estado de conmoción o turbación en que tan prematuramente son hallados los conductores, quizá será preciso interrogarlos en los hospitales. Antes de interrogar, pedir permiso al médico.

9.5. **Qué clase de información hay que obtener de los conductores**

Dos clases de información. Una de trámite, necesaria para rellenar los partes de accidente, por ejemplo, nombres, direcciones, etcétera, pero de escaso valor para la investigación propiamente dicha; y otra, que quizá no sea indispensable para el informe del accidente, pero si esencial para descubrir lo que ocurrió y al culpable. Un ejemplo de esta segunda clase de información es saber si el conductor aplicó sus frenos. Ambas clases de información son igualmente valiosas, cada una dentro de su propia finalidad. Las casillas del formulario de accidentes sirven para recordar la información que hay que consignar respecto al qué, cuándo, dónde y quién. Por lo general, los conductores podrán suministrar fácilmente estos datos. En realidad, gran parte de los datos pueden obtenerse copiándolos directamente de la documentación del conductor y la del vehículo. El registro de estos datos forma parte del informe de rutina.

La obtención de datos sobre el cómo y porqué de un accidente es una cuestión totalmente diferente. Ningún formulario de informe de accidente puede ayudar a recordar todas las preguntas que habrá que hacer.

Con frecuencia, los conductores no pueden o no quieren dar la información que se necesita. Esta información será, seguramente, tan inexacta o insegura que hará falta una constante y paciente comprobación de la misma. Ni siquiera así podrá el agente estar seguro de haber obtenido toda la información necesaria. Cada dato, por insignificante que parezca, puede plantear nuevos problemas. Esta clase de investigación se descuida a menudo, quizá por que resulta muy engorrosa. Con todo, la capacidad o habilidad para efectuarla, preparar el interrogatorio y formular las preguntas para obtener las mejores respuestas, es una de las cosas que marca la diferencia entre el buen investigador y el agente que se limita simplemente a redactar un informe de rutina.

9.5.1. *Identificación del conductor del vehículo*

(Ver capítulo anterior.)

9.5.2. *Circunstancias del accidente*

Como procedimiento de rutina por cada Unidad de tráfico implicada, sea conductor o peatón, habrá que buscar las respuestas al cuestionario descrito a continuación. El agente comprobará las manifestaciones del conductor, confrontándolas con las declaraciones de otras personas y sus propias observaciones personales sobre las condiciones y pruebas materiales en el lugar del accidente.

1. *¿Dónde se encontraba usted, exactamente, en el momento en que vio por primera vez al otro vehículo?*

   (Y qué otros factores estaban también implicados a la sazón, por ejemplo, un peatón, un objeto fijo, una curva, un bache, etcétera.)

   La finalidad de esta pregunta es establecer el primer momento y lugar en que el conductor tuvo conciencia del peligro. Por tanto, en vez del vocablo vio quizá sería más adecuado decir oyó o sintió. Es preferible que, en vez de relatarlo, el conductor le enseñe el lugar en cuestión. Es importante localizar el sitio para poder efectuar luego las oportunas mediciones. Desde este punto, el agente echará una mirada al escenario para comprobar lo que el conductor vio.

2. *¿Qué estaba usted haciendo en el momento en que vio al otro vehículo por vez primera?*

   Dejar que el conductor lo explique a su manera. Después si no se ha explicado con suficiente claridad, formúlele las dos siguientes preguntas:

   a) Su marcha: velocidad, dirección, aceleración o deceleración.
   b) Su atención: ¿hacia dónde estaba mirando? ¿Estaba hablando con alguien?

3. *¿Dónde se encontraba usted cuando se percató por primera vez de que se hallaba en dificultades?*

   Esta pregunta es para determinar el punto de percepción real, también es preferible que el conductor le señale el lugar, si es posible.

4. *¿Qué estaba haciendo en el momento en que comprendió que se hallaba en dificultades?*

   Esta pregunta implica también los factores de marcha y atención a la pregunta número 2. No formulará si la respuesta ha de ser la misma que la referida pregunta.

5. *¿Qué hizo usted exactamente si es que hizo algo para evitar el accidente?*

   Aquí lo más importante es comprobar si hubo una acción evasiva. No conviene insistir demasiado en esta pregunta, ya que el interrogado podría contestar lo que piensa que debería haber hecho y no lo que realmente hizo. Este es el momento de incluir el inciso «si es que hizo algo». La respuesta pude ser: «No tuve tiempo de hacer nada». Esta es una valiosa respuesta. Si la contestación es: «Frené» o «inicié un giro» o «Toqué el claxon» o bien algún otro hecho específico, preguntarle: «¿Con qué fuerza

lo hizo?». Sobre todo en los casos de frenado, es importante averiguar si el conductor aplicó los frenos con todas sus fuerzas, o sólo ligeramente, y si los mantuvo aplicados.

6. *¿Qué ocurrió luego?*

Dejar que el conductor describa el verdadero suceso clave con sus propias palabras.

7. *¿Dónde tuvo lugar exactamente la colisión?*

(U otro suceso clave.) No formular esta pregunta si ya se conoce la respuesta por observaciones personales o pruebas materiales.

8. *¿Dónde fue a parar después de la colisión?*

(O de otro suceso clave.) No formular esta pregunta si ya se sabe con certeza cuál es la respuesta, que, generalmente, viene dada por la posición de los vehículos. Si se formula la pregunta y existe posibilidad, conviene que el conductor muestre el lugar exacto.

9. *¿Qué es lo primero que recuerda después del accidente?*

Conviene que el interrogado lo relate con sus propias palabras. El agente no debe apremiar la respuesta.

10. Si el conductor quedó inconsciente, aunque sólo fuera por un momento, formular la pregunta núm. 9, desde luego y a continuación: *¿Qué es lo último que recuerda claramente antes del accidente?*

Para asegurarse de que no sea un relato imaginario, buscar a alguien que pueda confirmarlo. Si el relato es comprobado, el agente contará con todas las probabilidades a su favor de que el conductor haya dicho la verdad al respecto. Recordar que no conviene ejercer presión alguna para obtener datos ni aparentar sorpresa alguna por nada de lo que se pueda oír. Esta información ayuda a establecer el plan de viaje, dónde empezó el conductor su viaje y cual era su destino, y también puede indicar la duración del «bache amnésico» mencionado en el párrafo 9.4.5. Anotar la duración real del estado de inconsciencia.

11. *¿A quién vio primero después del accidente?*

Esto puede proporcionar una buena pista para la localización de un posible testigo aunque el conductor no sepa su nombre. Puede preguntárselo luego por una posible segunda persona que haya podido ver, en especial si la primera estaba también implicada en el accidente.

12. *¿Qué es lo que le dijo?*

La finalidad aquí es tener una idea de la explicación que dio el conductor del accidente inmediatamente después de ocurrido. Animarle para que siga contando «más cosas», diciéndole, por ejemplo: ¿Qué más recuerda usted?

13. *Qué versión le ha contado el otro conductor?*

Estas trece preguntas no recogen de modo alguno, todos los aspectos que pudieran aclarar totalmente lo ocurrido. Puede que el agente desee saber también, entre otras cosas la posición del vehículo en el momento de la colisión o que los pasajeros pudieron decir o hacer en aquellas circunstancias. Recordar que este cuestionario es de rutina para cada Unidad de tráfico implica, peatón, conductor, ciclista y otro usuario de la carretera, sin tener en cuenta sea o no culpable.

Hay que enterarse del itinerario propuesto de cada Unidad de Tráfico implicada para darse una idea de lo sucedido. Es el movimiento precisamente anterior al accidente e incluye lo que el conductor había proyectado y habría realizado de no haberse producido ningún accidente.

9.5.3. *Acción evasiva*

Es lo que hicieron el conductor o peatón para evitar el accidente, después de darse cuenta de lo que se podía producir. No es parte del itinerario propuesto. A veces la ruta propuesta queda bastante explicada por las mismas circunstancias del accidente y, principalmente, queda aclarada por su investigación acerca de los acontecimientos del accidente tal y como se indica en 5.2. Si no tiene una seguridad completa respecto al itinerario propuesto, pregúntesela al conductor. Muchas veces su información acerca de qué modo llegó al punto del accidente será veraz, pero también es probable que no diga la verdad o la falsee, acerca de lo que intentó o procuró realizar. Compruebe sus declaraciones interrogando a otros testigos, especialmente pasajeros.

9.5.4. *Plan de viaje*

A veces, en un accidente, vale la pena estudiar, no tan sólo la ruta propuesta, sino el plan total de viaje. Esto significa averigüar el sitio del que partió el conductor y donde pretendía ir. Anote la hora de llegada y salida de todos los lugares en que paró durante el trayecto y averigue la hora en que esperaba llegar a su inmediato destino. Puede usted comprobar lo que previamente dijo el conductor y lo que opina después del accidente y sus circunstancias. Por ejemplo, comparando la distancia recorrida con la hora de salida de cierto punto, y la hora y lugar del accidente. Puede usted, con estos datos, hallar la velocidad media que llevaba y hacerse una idea de su posible velocidad antes del accidente.

Puede usted comprobar el rumbo que tendría que haber llegado al destino que ha indicado. También puede saber si se detuvo o no en un bar, lo cual puede indicar que estuvo bebiendo.

Puede determinar, si lo ignora, si el accidente ocurrió con luz diurna o al crepúsculo o de noche cerrada.

De una forma sucesiva, exhaustiva y sin interrupción, intercale otras clases de preguntas a fin de que el conductor no vea un interés excesivo en usted para conocer el plan de viaje. De lo contrario, puede contarle una narración lógica que incluya exclusivamente actos legales pero no le relate toda la verdad. Si él desconoce su interés o intenciones, será más sincero.

9.5.5. *Posible contribución del conductor al accidente*

Haga preguntas para averiguar si concurrían en el conductor algunas circunstancias que le indujeran a caer fácilmente en el accidente. Dicho en otras palabras, si su estado y actitud eran tales que estuviera más expuesto a sufrir un accidente que si su estado hubiera sido otro. Las preguntas relativas al plan de viaje pueden proporcionarle una pista que le revele el estado del conductor. Por ejemplo, ¿tenía prisa porque llegaba tarde a una cita o al trabajo?, ¿estaba aburrido o fatigado por haber conducido mucho tiempo? Averigüe también si estaba turbado, nervioso, indignado o bebido o enfermo, si ignoraba el significado de las señales o semáforos, si no conocía las normas de la circulación, si sabía como tenía que obrar en las circunstancias que precedieron al accidente. Para adquirir esta clase de información, no haga preguntas inútiles, como: ¿conoce usted el significado de señales y semáforos?, seguramente que el conductor le contestará que «sí» , porque él cree que los conoce. Hágale explicar el significado de algunas señales y luces, cerca de la escena del accidente.

9.6. **Nociones sobre interrogatorios a delincuentes**

Hasta ahora hemos visto el interrogatorio a personas implicadas en un accidente. Ahora bien, debe de tener en cuenta que los Equipos de Atestados de la Agrupación, también a veces realizan diligencias por delitos que no son los relacionados con el tráfico. Estos interrogatorios no son iguales a los que hemos comentado hasta ahora. Vamos a dar una serie de normas a tener en cuenta ante este tipo de interrogatorios. En primer lugar hay que conocer la diferencia entre interrogatorio y testimonio. La primera es la manifestación de sospechosos (normalmente detenidos) y la segunda es la manifestación de testigos (no sospechosos, ni detenidos, en principio).

Antes del interrogatorio al detenido hay que tener una serie de precauciones, que debe en todo momento de tratar de cumplirlas lo más exactamente posible y que podemos resumir en:

— Cacheo y registro de la persona, para tratar de localizar armas, drogas, documentos, papeles, etc.
— Registro minucioso del vehículo, con la misma finalidad.
— Aislamiento del detenido, para evitar que se pongan de acuerdo los detenidos o que oiga conversaciones relacionadas con la investigación a seguir.
— Cumplimentar todo lo relativo a derechos que asisten al detenido (Art.° 17 de la Constitución y 520 de la L.E.Cr.).

9.6.1. *Número de interrogadores*

El número es variable y dependerá de:

— Disponibilidad del personal.
— Clase de investigación que se realice.
— Método a utilizar.

Lo ideal es que sean tres; uno interroga, otro toma notas y otro realiza alguna otra gestión relacionada con el tema. No es aconsejable que haya un sólo interrogador en la sala de interrogatorios. En el lugar del interrogatorio debe procurarse que solamente se encuentre el equipo que realice la investigación. En el caso de interrogatorio a mujeres puede ser en ciertos momentos conveniente que la interrogue otra mujer.

9.6.2. *Sala de interrogatorios y colocación de las personas*

Tendremos que tener en cuenta la disponibilidad de medios y material con el cual se cuente, pues serán éstos normalmente los que nos marquen nuestras posibilidades. A continuación se dan unas serie de normas a tener en cuenta, siempre de acuerdo con la disponibilidad antes marcada:

— A ser posible una habitación dedicada exclusivamente a este fin.
— Debe procurarse que sea la sala más aislada del público y ruidos molestos que causen distracción. Que no sea lugar de paso obligado para otras dependencias a fin de cortar entradas y salidas de personas ajenas al equipo interrogador.
— No debe tener teléfono y si lo tiene que posea un dispositivo de desconexión para utilizarlo sólo cuando convenga.
— No posea *reloj de pared* (el interrogado tampoco debe tener reloj), el paso del tiempo es un apoyo muy grande para el detenido. Tampoco debe el interrogador abusar de su propio reloj de pulsera (el interrogado percibe inteligentemente el apremio o prisa del interrogador).
— Debe tener luz buena, sin deslumbrar; incluso luz natural (ventana) para ventilación y luminosidad; la luz debe permitir una buena iluminación del detenido para poder apreciar bien sus estados de ánimo (sonrojo, palidez, nerviosismo, párpados..., etc.). El interrogador debe estar de espaldas

a donde penetra la luz natural (si es de día); si hay luz artificial la luz debe caer algo detrás del interrogador y más sobre el interrogado (pero sin deslumbrarle).

— Ventanas y balcones, que permitan la entrada de la luz, pero cerradas (evitar reacciones imprevistas, intentos de huida, suicidios..., etc.).

— Sobre la mesa, no debe haber armas, punzones, abrecartas..., etc. Es aconsejable que el interrogador no porte armas a la vista.

— No debe estar decorada (banderas, almanaques, fotografías, láminas..., etc.) que hagan perder la atención del interrogado.

— Mobiliario sencillo y sobrio; la silla del interrogado sin apoya-brazos (incluso sin respaldo).

— Los medios de grabación (si interesan) deben estar ocultos, pues la ostentación de ellos «retraen» al interrogado.

— El abogado debe sentarse por detrás del interrogado.

— El miembro del Equipo (1 ó 2) que no interrogue, que toman nota o escriben a máquina (en la toma de declaración), debe estar situado en línea con el detenido algo retrasado y viéndole el perfil de la cara y las manos.

— El interrogado debe sentarse frente a frente con el interrogador, pero no muy cerca de la mesa que permita apoyarse en ella. El interrogador debe estar sentado más alto que el interrogado (ventana psicológica).

9.6.3. *Elección del momento del interrogatorio*

— Hay que elegir convenientemente el momento de llevar a cabo el interrogatorio, de tal manera que se obtengan las máximas ventajas para el equipo interrogador y las mínimas para el interrogado.

— El interrogatorio debe ser lo antes posible, sobre todo con personas inteligentes, con experiencia delincuencial, frías y reflexivas, para no darle tiempo a que puedan «crear» «fabricarse» su propia coartada.

— Si por el contrario, prejuzgamos que ya tienen una coartada porque era inminente su arresto (ya lo esperaban horas antes) o se entregaron a la policía e incluso pudieron recibir asesoramiento de abogado, habrá que posponer al máximo el interrogatorio y tratar de «distraer al sospechoso» para que olvide el «hilo» de la coartada o el antedicho asesoramiento.

— En todo caso, la decisión de cuando se empieza a interrogar dependerá también del tiempo disponible que tengamos, en consonancia con el número de detenidos y medios propios.

9.7 **Obtención de información de los testigos**

9.7.1. *Localización de los testigos*

9.7.1.1. Busque testigos tan pronto como sea posible, tras su llegada al lugar del suceso. Si sólamente hay unas cuantas personas, pueden localizarse los testigos preguntándoles quiénes vieron el accidente. Muchas veces los testigos estarán comentando entre sí o hablando con los conductores o viendo los desperfectos ocurridos.

9.7.1.2. Cuando se dirija al lugar del accidente, es conveniente que observe los vehículos que circulan en sentido contrario, por si acaso observa algún vehículo o bien la actitud de algún conductor sospechosa. Anote en este caso la matrícula, punto kilométrico, e incluso la hora; puede ser que le sirva en la fase de investigación.

9.7.1.3. Cuando en el lugar del accidente se encuentra un gran gentío es difícil hallar testigos, pues los que se ofrecen voluntarios son muy raros. Es conveniente en este caso dirigirse al gentío en tono de ruego, solicitando colaboración, diciendo por ejemplo: ¿Hay entre ustedes alguien que pueda dar información de este accidente? A veces surtirá buenos efectos el apelar a los sentimientos de compasión. Diga por ejemplo: Este hombre está mal herido, ¿alguno de ustedes que posea información sobre el caso sería tan amable de prestarnos su colaboración?

9.7.1.4. Otra forma de buscar testigos es observar alguna reacción entre la gente que rodea al conductor cuando éste habla o hace su declaración. Suponía por ejemplo que el conductor dice que circulaba a 30 km/h. Repita usted esto en voz alta, y es posible que algún testigo de entre el grupo diga, no, eso no es cierto, circulaba a 60 km/h. Ese voluntario puede darle más información. Es importante observar la expresión de los rostros de los presentes cuando se pueda, quizá por un simple gesto se puede identificar a una persona que está disconforme con lo que se habla y a la que se le podrá preguntar con posibilidades de éxito.

9.7.1.5. Los factores que influyen en los testigos: Algunos de los factores que influyen en los conductores pueden también influir en los testigos. Por ejemplo, puede un testigo quedar afectado ante el espectáculo del accidente y su secuela de heridos. Puede tener problemas personales y por lo tanto querer permanecer en el anonimato o desear salir rápidamente del lugar. Desde luego, generalmente no están tan afectados como los conductores y no padecen amnesia por conmoción o evaden la responsabilidad.

9.7.1.6. Algún testigo puede ser reacio a la colaboración por diversas razones. Que no comprenda la necesidad de su colaboración, que no se crea obligado ni legal ni moralmente a dar su colaboración, o simplemente porque no desea inmiscuirse en asuntos de los que se puede derivar responsabilidad para alguna persona. También muchas veces no colaboran porque creen que si se prestan tendrán que estar muchas horas entretenidos ante un tribunal.

9.7.1.7. La buena disposición de la gente para colaborar depende en gran manera del grado de prestigio que tenga entre ella su Unidad. Este prestigio dependerá en gran manera de la forma de comportarse los investigadores y de la eficacia o no de su actuación en otros accidentes. La colaboración del público está muy relacionada con su prestigio.

9.7.1.8. También puede existir el caso contrario, el testigo exhibicionista, persona que habla mucho y da detalles que muchas veces sólo son opiniones, sepa mucho o no sepa nada del caso. Esto lo hace para llamar la atención, para que el público vea que es alguien. Otras veces, un voluntario puede tener un interés personal, puede conocer a algún conductor y puede estar de antemano predispuesto en su favor o en su contra. Uno de los mejores métodos para averiguar la existencia de uno de estos testigos es observar después de hecha la investigación algún detalle que indique esto.

Cierta vez un investigador volvió la cara hacia detrás, cuando se alejaba un testigo «desinteresado» y observó que era llamado por un conductor por su nombre de pila e invitado a dar un paseo con su coche.

9.7.1.9. El testigo ideal. Es aquel que vio u oyó algo importante. Está seguro de sí mismo y de su relato. No es fácil que deje influenciar su ánimo ni que se desconcierte ni incluso cuando es interrogado por el Tribunal. Se sabe expresar bien y le dirá con calma, claridad y precisión, cuanto sepa y nada más. No tiene interés personal en el accidente y presenció el suceso al pasar por allí. Es muy raro encontrar una persona que posea todas estas condiciones, pero si tiene que decidir entre qué personas ha de elegir para tomarles declaración, elija a la que se asemeje más al testigo ideal.

9.7.1.10. Cuándo y dónde debe interrogar. Se seguirán aproximadamente los mismos principios que para el interrogatorio de conductores.

9.7.1.11. Los testigos son más propensos a marcharse del lugar del suceso sin dar información que los conductores. Por ello, conviene aún antes de

efectuar otras operaciones importantes, tener una entrevista con el personal que se encuentra en el lugar del suceso y tomar las señas de aquellos que pudieran ser testigos interesantes, es decir, aquellos que posean información y se aproximen en algo al testigo ideal, así, si se marcha del lugar del suceso puede interrogarle posteriormente en su domicilio.

9.7.1.12. Interrogatorio de testigo: Los testigos son los más aptos para contarle las verdaderas circunstancias de un accidente. De ordinario, poco puede decirle acerca de la identificación del conductor ni de su plan de viaje. Un testigo puede haber observado las condiciones del conductor, del tiempo o de la carretera, pero, generalmente, no le dirá muchas más de las que usted no haya observado por sí mismo, a no ser que las condiciones hayan cambiado desde el momento en que acaeció el hecho hasta el momento en que usted llegó al lugar. Por lo tanto, el interrogatorio de testigos será muy importante en aquellos casos en que el investigador ha llegado con tardanza al lugar de los hechos.

9.7.1.13. No se acostumbre a emplear la palabra «testigo». A muchos este término no les agrada, y lo interpretan torcidamente. Al dirigirse al público no pida «testigos del accidente», solicite más bien la colaboración de quien tenga algún informe que pueda ser importante.

9.7.1.14. Por supuesto, que los mismos principios generales al interrogar valen para los conductores y para los testigos. Existe, no obstante, un principio que destaca en lo que se refiere a la interrogación de testigos, es la veracidad. ¿Vio u oyó realmente el testigo lo que dice? Un testigo cree haber visto, a veces, una cosa que no vio.

Un testigo, por ejemplo, pretende haber visto una colisión. En la realidad fue lo siguiente: salía del cruce en que ocurrió la colisión. Vio uno de los coches que penetraba en el cruce y luego oyó un estruendo. Al volverse vio el resultado del accidente, pero él cree que vio el accidente en sí.

9.7.1.15. Al establecer lo que el testigo pudo haber visto realmente, evite preguntas como éstas: «Digame lo que ocurrió». Puede decir, en vez de esto: «Cuénteme lo que vio u oyó». Luego, como rutina con todo testigo, pregunte: «¿Dónde estaba usted cuando ocurrió el accidente?». Esto determinará si se encontraba bastante cerca para haberlo visto. Podía hallarse bastante apartado. Luego pregunte: «¿Qué estaba haciendo usted cuando ocurrió el accidente?». Si paseaba o llevaba un coche por el escenario, las probabilidades de que realmente vio el accidente son

mejores que si hubiera estado trabajando en su huerto o limpiando cristales. Si andaba o conducía por las inmediaciones pregunte: «¿A dónde iba usted?». Establezca si se encaminaba hacia la escena o si procedía de ella. Entonces, si comprueba que se hallaba cerca de la escena y pudo haber presenciado el accidente, pregunte: «¿Dónde miraba usted en el momento de ocurrir el accidente?». Su cabeza podía estar vuelta hacia fuera de la escena, o pudo haber estado mirando directamente al suceso. Si estaba mirando hacia el lugar del accidente, averigüe el porqué. Pudo, por ejemplo, haber oído chirriar los neumáticos y mirar en aquella dirección.

9.7.1.16. A veces los testigos no pueden darle unas respuestas precisas a estas preguntas, simplemente pueden no recordar. Deles tiempo para pensar y no les fuerce a contestar. Recuerde que aunque un testigo no viese realmente el accidente, puede darle algún informe importante respecto al mismo. Por ejemplo, puede haberse dado cuenta de algún acto peligroso por parte de un conductor o peatón momentos antes del accidente, alguien circulando por la parte prohibida de la calzada o un peatón atolondrado.

9.7.1.17. Clase de testigos:

- *Interesados:* Están interesados en que se aclaren los hechos; pertenecen a este grupo la víctima (denunciante), familiares de la víctima; el celoso; el subordinado del Jefe; el rival de un negocio..., etc. La pregunta que nos debemos plantear es ¿Qué gana este testigo inculpando al detenido? Son poco objetivos y pueden incurrir en falso testimonio.
- *Hostiles:* Aquellos que en la investigación del delito tienen algo que perder, porque tengan miedo de una posible responsabilidad o crean que corren peligro prestando su testimonio (camareros del restaurante o club donde se propagó un incendio con muerte de personas..., etc.). La pregunta que nos debemos plantear es ¿Qué pierde este testigo si el hecho se descubre?
- *Desinteresados:* Son lo más solventes y objetivos; no tienen nada que perder ni ganar. La pregunta que nos debe preocupar es: ¿qué haría yo para que este testigo se sienta lo más a gusto posible?

9.7.1.18. La edad en el testimonio:

a) *El niño* (5 a 14 años):

- Percibe las cosas superficialmente y sólo ve lo que le atrae; pero tiene gran memoria para esto.

- Es muy egocéntrico.
- Distingue mal el tiempo y el espacio.
- Tiene mucha imaginación (dificultad para separar lo real de lo imaginario).

b) *El joven* (15 a 18 años):

- Afán de notoriedad.
- Gran fantasía.
- Le gusta ser sensacionalista.

c) El *anciano:*

- Puede mentir para ocultar y no reconocer sus mermadas cualidades psicosomáticas.
- Se «enrollan» mucho con vivencias personales.
- Limitaciones sensoriales por desgastes de los sentidos.

— *La mujer en el testimonio*

No existen grandes diferencias con el hombre, pero sí ciertas peculiaridades:

- Es muy afectiva y puede traducirse en una falta de objetividad.
- Se fija mucho en pequeños detalles.
- Tiene tendencia a deformar más la realidad que el hombre.
- Tiene más capacidad para interpretar un papel.
- Son fácilmente manejables e influenciables por familiares, amigos..., etc.

— *El denunciante:*

Puede ser considerado como un testigo hostil e interesado; hostil porque casi nunca estará satisfecho con el trato recibido en la dependencia policial (para él su caso es el más importante), e interesado porque busca el castigo del culpable; por lo tanto su testimonio debe verificarse y comprobarse, pues no es infrecuente la exageración de los hechos.

Otro aspecto que habrá que tener muy en cuenta es su motivación en la denuncia.

- ¿Actúa en recta justicia, persiguiendo únicamente el castigo justo y la restitución del mal que se le ha causado a él o su familia?
- ¿Actúa por celos, venganza, odio?
- ¿Busca eliminar un rival, en lo político, económico, sentimental..., etcétera?

- ¿Su denuncia es meditada y reflexiva o es fruto de una alteración emocional, obcecación o arrebato?
- ¿Está interesado posteriormente en ser parte del proceso penal o simplemente desean una actuación policial que les dé la razón?
- ¿Denuncian hechos reales, o están simulando delitos inexistentes?

9.8. Obtención de informes de los pasajeros

9.8.1. Tenga la precaución de interrogar a todos los pasajeros implicados, especialmente en los accidentes graves o complicados. Evidentemente, se hallan en excelente posición para dar información útil. Mientras efectúa el interrogatorio, puede ir apreciando la clase de las posibles heridas con miras a redactar el parte. Del mismo modo que con los otros testigos, si no tiene tiempo de interrogar a todos los pasajeros en la escena, tome sus nombres y domicilios para poder hallarlos más tarde si hubiera necesidad.

9.8.2. Averigüe el parentesco de cada pasajero con el conductor. Esta información le ayuda a determinar en qué grado puede estar influido. Si son parientes cercanos es más probable que el pasajero sienta prejuicios en favor del conductor que si se tratara, por ejemplo, de alguien a quien invitaron a subir al coche al salir del trabajo para llevarlo a su casa. Tenga en cuenta que un pasajero puede colocarse en la misma postura que un espectador cualquiera que pasara casualmente por el lugar del suceso. Lo hace así, por supuesto, para testificar en favor del conductor, pues sabe que las declaraciones de los espectadores corrientes son consideradas menos parciales.

9.8.3. Procure primeramente interrogar a cada conductor y pasajero por separado, con el fin de que nadie sepa lo que ha dicho el otro. Confronte más tarde los relatos para ver si concuerdan. Uno de los más importantes servicios del testimonio de los pasajeros es que facilita la comprobación de lo que le haya contado el conductor. Por hallarse en el mismo vehículo, los conductores y pasajeros tienen mucha información en común. Los pasajeros saben casi siempre a dónde se dirigía el conductor (el plan de viaje) y pueden dar testimonio del estado o identificación del conductor y de las incidencias del accidente.

9.8.4. Al igual que con los demás testigos, asegúrese de averiguar lo que los pasajeros pudieran haber visto. Como acto rutinario, pregunte a cada pasajero dónde estaba sentado. Si un pasajero se encontraba en el asiento delantero pudo haber visto más que si hubiera estado sentado detrás. Averigüe lo que estaba haciendo en el momento del accidente. Si estaba dis-

traído o dormido, es claro que no pudo observar tanto como el que estaba alerta vigilando la carretera.

9.8.5. Después de determinar lo que el pasajero pudo haber visto, haga la misma clase de preguntas que hizo al conductor acerca de las incidencias del accidente. Por ejemplo: «¿Dónde se encontraba el coche en el que iba usted, en el momento que se dio cuenta de que se hallaba en dificultades?». Y después: «¿Qué hizo el conductor?». Puede que le haga un relato completamente diferente al del conductor, pero si los relatos concuerdan en gran parte, hay buenas perspectivas de que sean veraces.

CUADRO 9.2

CLASIFICACION DE LOS TESTIGOS

NO PARTICIPANTES		PARTICIPANTES	
VISUALES	AUDITIVOS	USUARIO de algún vehículo participante	PEATON participante en accidente
Peatón no implicado	Conductor vehículo no participante		
Usuario de vehículo no participante		Conductor de vehículo participante	

Hasta ahora nos ceñimos a los conductores y testigos de un accidente de circulación, pero como se ha dicho anteriormente, no todas las diligencias que haga serán por accidente de circulación Veamos una serie de métodos aceptados en infinidad de países para el interrogatorio de «delincuentes comunes». Estos métodos son:

DIFERENTES METODOS PARA EL INTERROGATORIO

a) *Método Directo:* Para casos de culpabilidad cierta o con gran grado de certeza, el interrogador debe transmitir al interrogado la seguridad de que ya hemos probado su culpabilidad y por tanto las preguntas, que se formulan sin rodeos, son tales como éstas:

— ¿Qué motivo tuvo Vd. para efectuar el delito... que sea?
— ¿Quién le ayudó a efectuarlo?
— ¿Dónde esconde o qué hizo con el arma?
— ¿Dónde oculta la mercancía, la droga... etc.?
— ¿Cuánto tiempo hace que se dedica Vd. a esto?

b) *Método Indirecto:* Se emplea cuando no existen pruebas de culpabilidad, pero sí fuertes indicios de culpabilidad. Se pueden hacer preguntas como éstas:

— ¿Dónde estaba Vd. a la hora del suceso?
— ¿Qué hacía Vd. en el lugar del suceso?
— ¿Dónde tiene Vd. la pistola que tiene autorizada?
— ¿Cómo ha obtenido Vd. el dinero que maneja últimamente?

Al contestar estas preguntas el interrogado, no tendrá más remedio que admitir su involucración o montar coartadas y mentiras, que poco a poco serán contradictorias e inconsistentes.

En interrogatorios sucesivos volverá a mentir pero empleará otras argumentaciones diferentes (la verdad es fácil mantenerla porque se ha tenido en vivencia, pero la mentira, como no se han vivido, no pueden recordarse y exponerse siempre de la misma forma).

Cuando el interrogador aprecie una contradicción debe descubrirla haciéndola notar al interrogado y advirtiéndole que el camino que lleva lo único que le acarrea es perjudicarle más que si dice la verdad.

En el momento en que el sospechoso admita algo que empiece a perjudicarle, inmediatamente se le interrumpe y se pasa al métido directo.

c) *Método emotivo:* Se persigue que afloren en el sujeto las emociones básicas y explotarlas seguidamente. Se estimula con emociones al sujeto:

— Se apela al daño que ha ocasionado y puede reparar.
— Se apela al peso de su conciencia.
— Se apela a sus sentimientos familiares, religiosos, de padre de familia.
— Se apela a su caballerosidad, profesión, amigos, superiores.

Con esta apelación se consigue que se emocione y se le brinda una explicación de los hechos.

Igualmente cuando empieza a admitir verdades, se pasa al método indirecto y luego al directo.

d) *Método del Subterfugio:* Se empieza haciéndole ver que poseemos indicios o pruebas que en realidad aún no poseemos, formulándole una hipótesis imaginaria fabricada por el interrogador. Se le puede mostrar pruebas trucadas, tales como huellas dactilares, informes balísticos..., etc.

— Igualmente si «muerde el anzuelo» y empieza a admitir algo se pasa al método directo.
— Este método puede ser muy útil, pero resulta poco recomendable, pues si se da cuenta del engaño conduce al más completo de los fracasos.

e) *Método de exageración:* Consiste en exagerar las imputaciones al interrogado para que admita lo suyo que es mucho menos grave de lo que la policía le imputa.

Por ejemplo, se puede emplear la frase «sabemos que es Vd. el jefe de una banda internacional de drogas, que opera en Madrid y que tiene Vd. varios traficantes que le venden la droga..., etc.», ante la gravedad de la situación puede admitir lo suyo o un poco menos diciendo que él no es el jefe y que en realidad sólo ha vendido una vez, información o admisión que si da resultado se pasa al método indirecto o directo.

f) *Método comprensivo:* Consiste en justificar ante el interrogado sus acciones, quitándole importancia, minimizando la gravedad de los hechos y haciéndole ver incluso que comprendemos su postura, que cualquiera en su lugar hubiera hecho lo mismo. Puede combinarse con el método emotivo. Si da resultado se pasa al método indirecto o directo.

g) *Método de culpar a otro:* Se trata de exculpar al interrogado haciéndole ver que la culpa y responsabilidad es de otro, que fue quién le indujo, quien se aprovecha del resultado del delito; que es la sociedad la culpable. Puede continuarse con el emotivo y con el comprensivo.

h) *Método repetitivo:* Este método consiste en hacer repetir al interrogado respuestas a preguntas formuladas repetidas veces, dejando tiempo entre las mismas, obligándole a caer en contradiciones. La misma pregunta se le formula cuando él no la espera.

i) *Métodos de desconcertar:* Consiste en dialogar con el detenido de varios temas, que se varían continuamente, incluso de temas intrascendentes para la investigación, introduciéndole de sorpresa, de vez en cuando, preguntas comprometidas, pasando posteriormente a otro tema y así sucesivamente.

j) *Método de la amabilidad:* Uno de los interrogadores ha jugado previamente un papel de malo, de «duro». A continuación otro interrogador hace de «bueno» más compasivo, más «educado».

Es un método que da poco resultado con delincuentes profesionales y habituales, pues lo conocen sobradamente. Puede combinarse con el emotivo y comprensivo.

k) *Método de la indiferencia:* Consiste en que el interrogador se muestre indiferente hacia el interrogado; le hace ver que sólo va a cumplir con un procedimiento habitual y necesario, pero que nada de lo que le diga es importante para la investigación, se puede emplear la frase «mire Vd., esto es un simple trámite que hay que pasar, así es que diga Vd. lo que quiera y acabemos cuanto antes» . No es un método aconsejable salvo que el interrogado tenga ganas de manifestar por odio, venganza, o prisas por terminar el interrogatorio.

l) *Método de exaltación del interrogado:* Da resultado cuando el interrogado es un ególatra. El interrogador le resalta su gran destreza, su inteligencia, su valentía por haber efectuado el delito; le «ensalza» para satisfacer el ego del detenido con afán de notoriedad.

Este método es útil cuando se quiere avanzar, descubriendo otros hechos aún ocultos cometidos por el interrogado.

En resumen, existen varios métodos, sin embargo el interrogador deberá usarlos siempre sin salirse de la Ley y con la flexibilidad posible para, según evolucione el interrogatorio, poder cambiarlos.

Pero el mejor de los métodos es el METODO LOGICO para el caso concreto que consiste en emplear la lógica (el más común de los sentidos), por el interrogador, haciendo las cosas con «profesionalidad» con «Tecnicismo» y con «paciencia», valorando las mentiras, las contradicciones, el estado de ánimo del interrogado, sus reflejos, nerviosismo, experiencia delincuencial y otros muchos detalles que no deben pasar desapercibidos por el buen interrogador, y los demás miembros que integran su equipo.

CAPITULO X

LA VIA

10.1. La vía. Estructura

Ya hemos indicado que dentro de los elementos que intervienen en el accidente la vía es el más estable, componente de alto coste y que, en ocasiones, influye en el evento, primordialmente a través de su constitución, trazado y señalización. También es necesario resaltar el conjunto de circunstancias extrínsecas que modifican sensiblemente las peculiaridades de la vía, tales como los factores atmosféricos, obstáculos, etc.

Iniciaremos el estudio de la vía analizando su constitución. Originariamente, las calzadas se construían destinadas esencialmente a soportar las cargas y a transmitirlas a la capa de terreno inferior sin que se produjesen deformaciones permanentes. En la actualidad, además de esa función importantísima desde el punto de vista económico y de duración, deben tenerse en cuenta otros factores, en especial, los relativos a las características del pavimento.

Las carreteras pueden ser de firme *rígido o flexible.* Los primeros están constituidos por bases de hormigón que tienen como cualidad el trasmitir los esfuerzos a distancia, repartiéndolos en una gran superficie. Los segundos, se forman por capas de materiales con poca resistencia a la tracción y, por lo tanto, la trasmisión de las presiones se efectúa de un modo normal. El rígido está constituido por dos capas y necesita hormigón de gran calidad, es caro, bueno para tráficos intensos y pesados, con gran duración, pero incómodo y de reparaciones de elevado coste y dificultosas. El flexible se ajusta a las deformaciones del terreno, y tiene las ventajas e inconvenientes contrarias a las de los rígidos.

El *pavimento* es la capa superior del firme, la que se halla en contacto con la atmósfera, crea una superficie de rodadura cómoda y segura y tiene como misiones: resistir la acción mecánica de los vehículos y los agentes atmosféricos y tiene que impermeabilizar el conjunto.

Otras capas que constituyen el conjunto del firme son: la *base,* que permite soportar las acciones mecánicas, la *sub-base,* que refuerza la acción de la base y drena las aguas filtradas, la capa *anti-contaminante,* que evita en terrenos arcillosos que ascienda la arcilla hacia la sub-base y la contamine y, la *explanada mejorada,* que ofrece a la sub-base una resistente explanada.

La *explanada,* es el asiento del firme y está constituida por el material con el que se ha hecho el terraplén o que ha quedado al descubierto, una vez efectuadas las operaciones de desmonte. La arista de la explanada, es la intersección del talud del desmonte o terraplén con el terreno natural (Fig. 10.1).

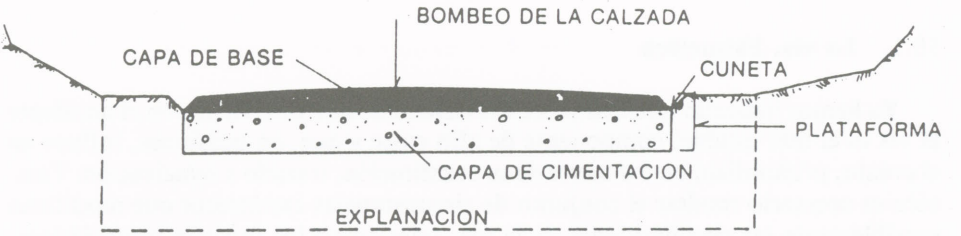


Fig. 10.I

Hemos indicado que los pavimentos pueden ser de dos clases diferenciadas: cemento y aglomerado. Este está constituido por un elemento granuloso (árido) y un ligante bituminoso (asfalto, betún o alquitrán) . Los *áridos,* además de cumplir con misiones de consistencia de la mezcla y permitir la mayor adherencia posible de los neumáticos, debe ser resistente al desgaste, de lo contrario el rozamiento haría desmerecer las mejores condiciones adherentes en poco tiempo. Los áridos pueden ser:

- Gruesos
  — Grava 20 mm.
  — Gravilla 20 ∅ 2
- Fino 2 ∅ 0,5 mm.
- Filler.— Polvo procedente del machaqueo. Támbién puede ser cemento. Su característica, es por lo tanto, ser más fino.

El tamaño máximo actual es el árido del macadam: de 4 a 6 cm. de grosor.

El empleo de un tipo u otro de árido en la mezcla viene condicionado por la finalidad que se pretenda repecto a las peculiaridades de la carretera y al costo re-

querido. En el anexo se describen diversas denominaciones de pavimentos atendiendo a su composición.

Los pavimentos pueden ser *abiertos,* cuando presentan de un 6 a un 12 % de huecos y cerrados cuando los huecos son de un 2 a un 6 %.

Antes de ser vertidos para realizar la capa aglomerada, los áridos reciben en la planta asfáltica el adecuado *ligante,* mezcla que se hace en caliente y a una temperatura normalizada con la finalidad de conseguir la correcta dosificación y trabazón. El ligante es un producto bituminoso que procede de la destilación del petróleo (asfaltos y betunes asfálticos) o de materias carbonosas (alquitranes). Estos productos son muy viscosos a temperaturas ordinarias, pero sea mediante calentamiento o por una preparación especial se emplean en modo fluido y con ello proporcionan:

— Cohesión, formando una película estanca e impermeable y a su vez elástica.

— Adhesividad, propiedad de pegar entre sí a los áridos.

Siendo el alquitrán más adhesivo que el asfalto, tiene una tendencia superior al envejecimiento. Actualmente, la investigación ha proporcionado numerosos avances y el número de mezclas ligantes ha aumentado en cantidad y en calidad.

Los pavimentos deben tener las siguientes cualidades:

a) Uniformidad. Cuando no existen ondulaciones ni denivelaciones, la calzada es uniforme y el perfil longitudinal y transversal difieren muy poco del perfil teórico. Esta cualidad asegura el confort de los usuarios, disminuye los gastos de tracción, reduce el desgaste de los neumáticos y de la calzada misma.

b) Rugosidad. Juega un papel esencial en la estabilidad de los vehículos y en la adherencia tanto longitudinal como transversal (deslizamiento, par motor, adherencia, deceleración). Depende fundamentalmente de los áridos, que sean angulosos, que se desgasten menos y de la dosificación de ligante, cuando existe exceso del mismo, la adherencia es menor.

c) Impermeabilidad. Es esencial que la superficie de la calzada asegure la impermeabilidad de las aguas de lluvia para evitar el cuarteo de la superficie y las consecuencias que ello trae consigo.

d) Drenaje. Si el agua de lluvia se acumula sobre el pavimento ya conocemos sus efectos, origina una menor adherencia del neumático, disminuye considerablemente la visibilidad de las marcas viales y además molesta continuamente al usuario en su posibilidad de observar la situación en el transcurso de la conducción. Hasta hace poco, el drenaje se llevaba a cabo mediante el bombeo de la calzada, en la actualidad con el aglomerado drenante se obtiene una porosidad en los áridos que permite que el agua no

se deposite en la superficie y que consigue que se evacúe a través de los huecos hacia el arcén, todo ello permite incluso mejorar la adherencia, evitar el agua proyectada y una enorme mejora de la visibilidad. Otra de las ventajas que presentan los aglomerados porosos, es su menor sonoridad que conlleva una mayor comodidad.

10.2. Condiciones de la superficie del pavimento

A.— Una mala ejecución o mal proyecto de la extensión del pavimento puede originar ya desde el inicio defectos de notoria transcendencia para ser tenidos en cuenta en un serio estudio de la vía.

A continuación reseñaremos una serie de causas del fracaso y las observaciones que presentan.

- Una *cimentación insuficiente,* provoca que el firme se agriete al exceder la deformación de la admisible, la acción de los agentes atmosféricos acelera, iniciada la avería, la ruina del firme.
- Mala *composición granulométrica,* origina un firme poco resistente, puede producirse su desagregación por falta de resistencia o de capacidad de duración.
- El *exceso de ligante,* provoca una oscilación de la masa por demasiada plasticidad. El *defecto,* lleva a la rápida aparición de grietas y disgregación del firme.
- Un calentamiento inadecuado de los áridos o el betún, genera por exceso una pérdida de sus peculiaridades aglomerantes, por defecto un firme demasiado plástico y con ello poco adherente.
- El *frío o la lluvia* durante la ejecución llevan a un firme poco compacto o resistente.

B. Desgaste

El desgaste se produce a medida que transcurre el tiempo, pero es necesario señalar que unas circunstancias influyen más que otras. Carreteras de montaña que padecen numerosas heladas, las de gran tráfico pesado con porcentaje alto en infracciones de peso, explanaciones con terreno inestable, etc. , todas ellas, conocerán el deterioro con mayor prontitud.

El tráfico intenso es otro elemento que va limando la aspereza de los áridos, suavizando su textura y perturbando su capacidad de adherencia.

Los pavimentos a base de hormigón tienen una vida más larga.

A nuestros propósitos, debemos apreciar el estado de rodadura del pavimento; para ello, el tacto de nuestra mano nos dará una idea de la rugosidad (macrotextura) que mantiene el escenario del accidente. En los aglomerados asfálticos, el color es determinante a la hora de analizar su antigüedad, más oscuro, casi negro recién echada la capa superior; blanco azulado o grisáceo, tras varios años de rodadura.

Así podremos clasificar un pavimento según su *estado:*

— Bueno: Presenta buen aspecto, los áridos bastante angulosos.
— Regular: Buen aspecto, pero con áridos ya desgastados y redondeados, presenta algunas deficiencias en su contextura.
— Mal estado: Piedras totalmente desgastadas, necesidad de bacheado, grietas notorias, ondulaciones, etc.

Siempre que podamos, debemos hacer constar la fecha o año de construcción o última pavimentación.

C. Surcos

Los surcos o roderas contribuyen a los accidentes, pues las ruedas del vehículo pueden perder el control o adherencia. Los accidentes que se producen son casi idénticos a los que producen los pavimentos deslizantes. Su efecto es mucho más fácil de identificar que el deslizamiento, ya que permanecen después del accidente. Los surcos tienen más probabilidades de ser un factor contribuyente cuando se circula a altas velocidades. En general, los surcos longitudinales causan grandes inconvenientes; las ruedas siguen por ellos como sobre raíles. El conductor procura dominar la marcha, pero no puede salirse del surco hasta disponer de un ángulo suficiente; luego, «salta» el surco, saliéndose repentinamente en ángulo muy cerrado. El investigador examinará atentamente los lados del surco y los neumáticos del vehículo, a ver si hay pruebas de fricción o desgaste y comprobar así si el surco fue un factor del accidente. Estas pruebas pueden hallarse fácilmente en surcos de barro, tanto secos como húmedos, pero será muy difícil localizarlos en la nieve.

Averiguar con sumo cuidado si los hoyos en la calzada o los surcos en el arcén fueron hechos por el vehículo como resultado del accidente, o si eran anteriores y contribuyeron al mismo. Esta cuestión se planteará cuando se trate de surcos en materiales blandos, sobre todo si han endurecido o helado posteriormente. A veces los testigos pueden informar sobre este particular. Otras, el investigador podrá comprobarlo por sí mismo examinando minuciosamente si se corresponden con los neumáticos del vehículo accidentado.

Vuelco. Cualquier surco que exceda de los ocho centímetros de profundidad y que sea pisado en ángulo, especialmente si el coche patina de costado sobre un pavimento rígido y compacto, puede causar un vuelco, ya que el neumático queda

detenido y el resto del vehículo, por inercia, tiende a seguir la marcha. Investigar, pues, esta posibilidad en todos los casos en que vuelque un vehículo, a no ser que el vuelco fuera causado por el bordillo de la carretera.

D. Baches

Los hoyos o baches en la carretera tienen que tener una longitud superior a los 30 centímetros y una anchura mayor que la del neumático para que produzcan una alteración que supere a la mera vibración. Si un conductor alega que su vehículo perdió el control a causa de un pequeño hoyo o bache, el investigador mantendrá sus reservas al respecto y tratará de buscar otros factores o circunstancias del propio conductor que hayan podido contribuir al accidente, tales como, por ejemplo, una brusca maniobra para reintegrarse a su carril después de efectuar un adelantamiento. Una serie de pequeños hoyos en línea puede producir una vibración suficiente para que el vehículo pierda el control; no ocurre así cuando se trata de un solo hoyo o bache. El tipo más corriente es el conocido como «tabla de lavar», que se caracteriza por una serie de ondas o rizos en la superficie de la carretera. Esto suele ocurrir en dos circunstancias: cuando el tráfico circula a grandes velocidades por firmes con grava suelta en su superficie o sobre asfalto que forma depresiones al decelerar los vehículos, en especial los autobuses cuando el asfalto está reblandecido por los efectos del calor. Si un neumático pisa un bache de este tipo con una violencia rayana en el peligro, será posible localizar pruebas del golpe en el mismo, donde se observarán grietas en sus paredes laterales. Tales marcas no sólo probarán, sino que confirmarán, la conclusión de que el referido bache contribuyó al accidente. Puede ocurrir que un vehículo vuelque al pisar uno de estos baches sin dejar señal alguna ni en el neumático ni en el bache, sobre todo si los bordes de éste son redondeados. También pueden hallarse marcas dejadas anteriormente por otros vehículos.

En cualquier caso, son mucho más peligrosos los baches aislados, por la sorpresa que causan que los contínuos y numerosos, puesto que ante una carretera muy bacheada, difícilmente el conductor podrá dejar que la presencia del hueco que le modificó la trayectoria fue inesperada. Todo el mundo conoce que ante una carretera en malas condiciones debe reducir la velocidad.

E. Bordillos. Medianas centrales de cemento

Los bordillos actúan como surcos. Si un neumático tropieza en ángulo con un bordillo, se hallarán marcas de roce lo mismo en la parte exterior del neumático que en el bordillo. Tales marcas suelen identificar el punto por donde el coche se salió de la carretera. A veces, es importante indicar *si fue la rueda trasera o la*

delantera la que tropezó primero, o si fueron ambas a la vez. Examinar el bordillo y el neumático con todo cuidado y buscar otras marcas de deslizamiento en la carretera y el arcén para aclarar esta cuestión. Cuando un coche tropieza contra un bordillo en ángulo y luego gira sobre sí mismo de modo que chocan sucesivamente la rueda delantera y la trasera, la rueda que tropieza primero casi siempre deja una marca de roce más evidente, lo mismo en el neumático que en el bordillo, por ser la que sufre el golpe más violento. Los bordillos son también frecuente causa de vuelco o pérdida de control del vehículo. En la mayor parte de los casos existen también determinadas maniobras del conductor que se unen y contribuyen a las fuerzas que normalmente actúan entre los neumáticos y el bordillo.

Las medianas o protecciones centrales, existentes en muchas autovías y autopistas, tienen como misión impedir que un vehículo invada el sentido contrario. Si un vehículo colisiona con ella, puede salir despedido hacia el margen derecho. Averigüe cuando haya una salida por un costado, si en un tramo anterior existen marcas de roce con la mediana que impulsaran al conductor a maniobrar de forma súbita, acarreando la salida accidentada. Asegúrese que las marcas son coincidentes tanto en el vehículo como en el cemento o barrera metálica de protección, para constatar que corresponden al mismo hecho.

F. Bordes de la calzada

El borde de los pavimentos de carreteras interurbanas del tipo que se denomina escalonados, puede ser un importante factor de accidentes. Se suele omitir como tal factor cuando el coche se sale de su mano o choca con un vehículo que viene en dirección opuesta. Este borde en declive está unido al arcén bajo a ambos lados de algunos pavimentos rígidos. Tiene importancia cuando el arcén está a más de diez centímetros por debajo del nivel del pavimento, sobre todo en firmes de hormigón con un perfil recto. Si el declive tiene diez centímetros o más, un conductor distraído puede asustarse y perder el control cuando percibe que la rueda derecha se sale del pavimento, en especial si los arcenes están reblandecidos o tienen surcos. La mayoría de los accidentes de este tipo ocurren, sin embargo, cuando el conductor intenta reintegrarse a la calzada sin decelerar lo suficiente en tal maniobra.

El bordillo ejerce el mismo efecto que un surco o un raíl en el sentido de que no se puede controlar eficazmente el coche hasta que las ruedas delanteras estan a un angulo adecuado, es decir, un angulo muy cerrado. Luego, súbitamente, la rueda derecha remonta el borde, y antes de que el conductor la pueda enderezar, el vehículo se desplaza en determinado ángulo a su izquierda a través de la calzada. Consecuentemente, pueden producirse los siguientes accidentes:

1. Colisión de frente o de costado contra otro vehículo situado a la izquierda de la carretera.

2. Derrape hacia la cuneta izquierda.
3. Patinazo forzado del vehículo en la carretera.
4. Giro forzado hacia la derecha precipitándose en una zanja o cuneta.

Siempre que ocurra uno de estos casos, sobre todo si no se encuentra otra explicación mejor, se debe investigar un posible desnivel del firme con respecto al arcén o viceversa, desnivel que puede encontrarse incluso a unos 100 metros del lugar del accidente. Casi siempre hay marcas en la parte interior del neumático frontal derecho y en el borde del pavimento. La señal en el borde tendrá que ser reciente, no sea que la hubiese dejado con anterioridad otro vehículo.

G. Arcenes

Los arcenes blandos pueden hacer que el vehículo pierda el control; vuelque o frene tan violentamente que suponga un peligro. Normalmente, suelen hallarse pruebas de estas incidencias en el lugar del suceso, a no ser que las marcas en el arcén hayan sido borradas por otros vehículos o los peatones con anterioridad a la llegada del investigador. Los arcenes blandos se combinan con fallos del conductor para causar el accidente.

Todo esto depende, naturalmente, de lo que el conductor trató de hacer en el momento. Normalmente, el conductor trata de girar violentamente cuando se halla sobre un arcén blando. Las ruedas delanteras hacen un surco, y antes de que el conductor se percate de lo que ocurre, su coche se verá embutido en el suelo reblandecido y probablemente volcará. Con velocidades bajas, los arcenes blandos no suelen contribuir a los accidentes. Puede que el vehículo se hunda en el barro, nieve o arena, pero esto no ofrece, por lo general, peligro. Son precisamente las altas velocidades las que resultan peligrosas en estos arcenes. Cuando un arcen blando esté implicado en un accidente, convendrá saber primeramente por qué llegó hasta allí el conductor y, si es posible, qué maniobra suya pudo contribuir al mismo. Esta información podrá obtenerse de los propios conductores.

H. Observación final

Hasta este punto hemos visto condiciones de la vía que contribuyen y explican el accidente en su desarrollo, mas no debe llegarse tan lejos como para concluir como causa determinante algo que no lo es. Si un vehículo se sale de la calzada ligeramente, y el borde de la misma origina una brusca conmoción en la dirección que de por sí conduce al accidente, incluso si el conductor es el más experto imaginable, la causa eficiente siempre será la que decidió la inicial salida del vehículo. Pueden acontecer supuestos en que la vibración en la dirección sea más leve pero determine igualmente una brusca e imprevista maniobra evasiva del conductor

que fracase igualmente, el factor velocidad es muy importante en estos casos a la hora de resolver la situación de conflicto. No obstante, determinadas condiciones intrínsecas de la vía son suficientes para originar el accidente. En cualquier caso, estaremos ante la verdadera causa eficiente; por ejemplo, un profundo socavón no señalizado, una grieta amplia, etc.

10.3. **Trazado**

El trazado de una vía es su configuración geométrica. Debe diferenciarse, en todo caso, la doble acepción del término: en planta y perfil. El trazado en *planta,* supone su consideración a vista de pájaro (Fig. 10.II) con lo que abarca unas características de anchura, división y número de carriles, forma y clase de vía; en cambio, el *perfil* (Fig. 10.III) permite conocer primordialmente las magnitudes en sentido vertical, pendiente, elevación y rasantes.

El trazado influye, *en cierta medida,* en la producción de accidentes:

- Salidas de vía en curva por velocidad inadecuada.
- Salidas de vía por monotonía.
- Colisiones o embestidas en intersecciones.
- Choques en estrechamientos.
- Colisiones frontales por adelantamientos en cambio de rasante.

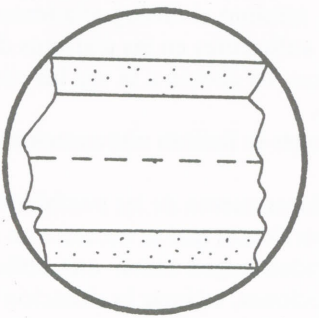


Fig. 10.II

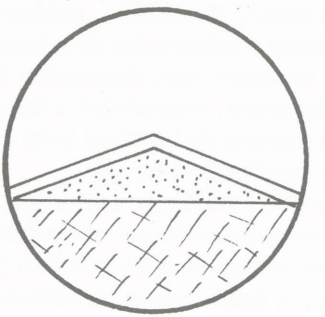


Fig. 10.III

Una carretera recta y llana raras veces contribuye a los accidentes, a no ser por el estado de su superficie. Cualquier alteración en el trazado, como una curva o cambio de rasante, representa, sin embargo, un peligro potencial para los conductores, que no podrán superarlo en algunos casos dentro del breve lapso de tiempo de que disponen. El accidente más común de esta especie es simplemente, «salirse de la carretera». También es posible «invadir el sentido contrario» o «patinar en una curva». Estas mismas dificultades pueden surgir, no obstante, en carreteras

totalmente rectas, aunque la probabilidad es mucho menor. Por otra parte una carretera recta y llana puede producir monotonía, que provoca el sueño del conductor (autopistas).

Cualquier cambio en el trazado de una carretera cuando es un factor del accidente, irá siempre acompañado de un fallo del conductor o un defecto del vehículo. En ocasiones, el fallo está en los propios ingenieros u organismos responsables al no advertir debidamente del peligro a los conductores mediante las señales adecuadas, lo cual, a su vez, constituye también un factor contribuyente. En estas alteraciones del trazado no se incluyen las obstrucciones visuales debidas a cambios de rasante u obstáculos en esquinas o curvas. Nos referimos al itinerario que el vehículo debe seguir.

En el trazado existen condiciones que aumentan el riesgo de modo notable y son: las intersecciones, las curvas, los cambios de rasante y los estrechamientos. La confluencia de dos factores de riesgo aumenta la posibilidad de accidente, si además un tercer factor incide en el tramo, la situación puede resultar desastrosa. Imaginar una curva de reducida visibilidad en un cruce con cambio de rasante, supondrá, sin lugar a dudas, su catalogación como punto negro. El investigador debe contribuir con sus informes a modificar dicho estado de cosas.

A. *Intersecciones*

La disposición de los cruces tiende a permitir que las corrientes puedan sucederse sin peligro de colisión, reduciendo al mínimo el entorpecimiento, logrando que subsistan posibilidades de intensidades suficientes en las distintas direcciones. En otros términos, esta disposición debe tener en cuenta a la vez las consideraciones de seguridad, comodidad e intensidad.

En la mayoría de los casos estas condiciones se limitan mutuamente y debe buscarse un equilibrio entre ellas.

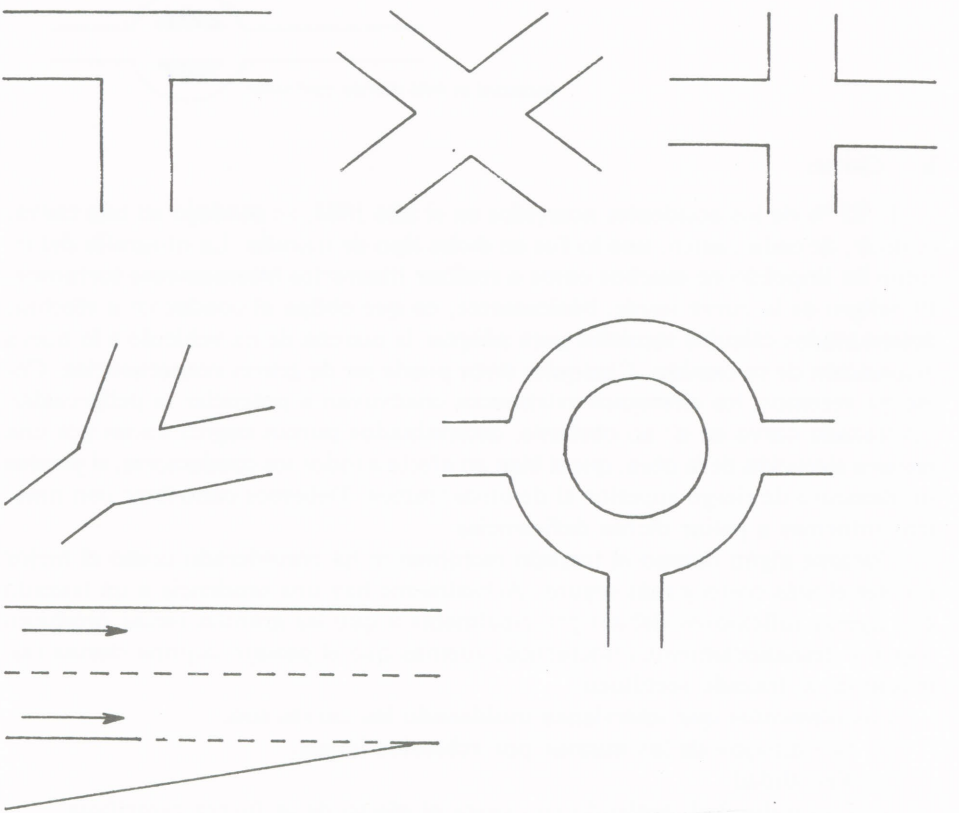
El conductor al llegar a un cruce, debe darse cuenta de las posibilidades de maniobra y asegurarse de que en las distintas corrientes que se encuentran con la suya no existen vehículos cuya posición y velocidad hagan temer una colisión. Debe, por lo tanto, inspeccionar las distintas direcciones, estimar la situación y la velocidad de los vehículos que se encuentran en ellas y apreciar la oportunidad de entrar en el cruce. Por todo ello:

- La velocidad de los vehículos debe estar limitada en función de la visibilidad.
- La colocación de una señal de parada (stop) es un medio eficaz para reducir la velocidad, la línea de paro debe estar muy cerca del itinerario principal de manera que el tiempo empleado por el vehículo en su nuevo arranque sea pequeño y que la visibilidad sea total.
- Es recomendable evitar que un vehículo pueda encontrarse, en un mismo punto, con varias corrientes distintas de circulación.

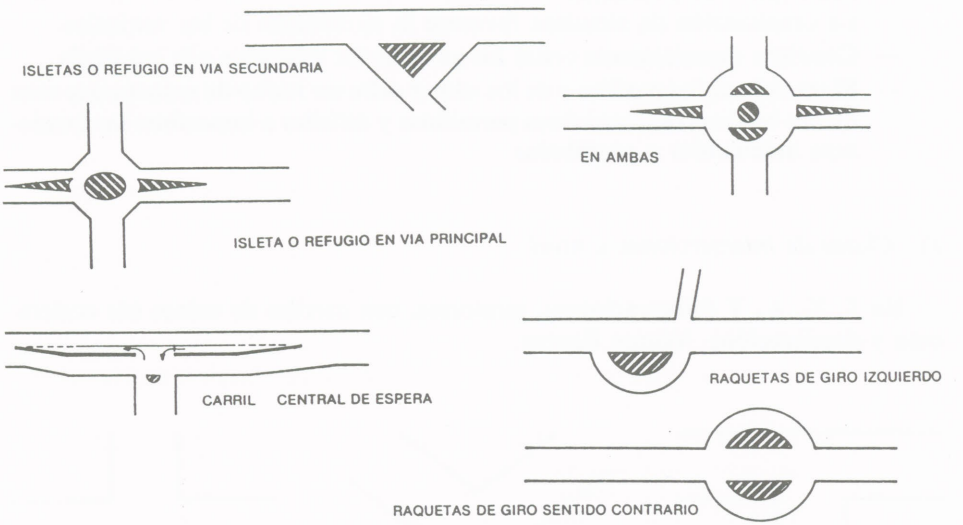
— Es conveniente que los cruces se produzcan con un ángulo cercano a los 90 °, ya que el tiempo de ocupación de la superficies comunes a las dos vías debe reducirse al mínimo.
— La canalización de circuitos favorece la circulación de los vehículos.
— Conviene especialmente evitar los giros de los vehículos a la izquierda.
— El trazado de los pasillos y de los islotes debe ser hecho de manera que sean fáciles las diversas maniobras permitidas y difíciles o imposibles las maniobras indeseables o prohibidas.

a) *Clases de interserciones a nivel*

En T, X, +, Y (bifurcaciones), giratorios, con carriles de enlace (de aceleración y deceleración). Véanse figuras.



b) *Clases de acondicionamientos.* Son:



B. *Curvas*

El 25 % de los accidentes ocurridos en el año 1988, se produjo en una curva, es decir, de cada cuatro, uno lo fue en dicho tipo de trazado. La orografía del terreno ha impelido en muchos casos a realizar itinerarios intensamente tortuosos. El peligro de la curva reside, básicamente, en que obliga al conductor a efectuar determinados cálculos mentales para adaptar la marcha de un vehículo a la nueva disposición de su camino. Cualquier error puede ser de graves consecuencias. Como ya veremos, los elementos extrínsecos coadyuvan a potenciar la peligrosidad del trazado curvo en sí; no obstante, determinados puntos negros nacen por una errónea ejecución de la obra, que si bien no afecta a todos los conductores, si plantea un elemento de riesgo superior al de otros tramos. Debemos contribuir con nuestros informes a paliar dichas deficiencias.

Durante algún tiempo el trazado rectilíneo se ha considerado como el mejor por ser el más corto y más seguro. Actualmente hay una tendencia a un trazado con ligeras inflexiones debido principalmente a que las grandes rectas producen sopor y deslumbramientos nocturnos, además que el paisaje impone ciertas restricciones al trazado rectilíneo.

Los *elementos* que intervienen moldeando las curvas son:

— El «dibujo» de las mismas por vehículos largos.
— Visibilidad.
— La estabilidad, teniendo en cuenta el efecto de la fuerza centrífuga.

A la hora de determinar el radio de una curva se tiene presente el *radio de giro* de determinados vehículos largos.

La *visibilidad* puede ser buena, escasa o reducida y habrá que estar a la configuración del terreno circundante o trinchera de las curvas, en todo caso siempre es comprobable con una sencilla inspección ocular.

El *peralte* asegura una mejor repartición del peso sobre la calzada y da al conductor una impresión satisfactoria, que le evita la tentación de «tomar la cuerda» (tentación difícil de evitar cuando la curva no está peraltada) . El peralte será naturalmente mayor cuanto menor sea el radio de la curva y de modo general es progresivo a lo largo de la misma.

Si en una curva la calzada está más elevada en el exterior que en el interior, se dice que tiene peralte. Esta pendiente o sobreelevación transversal hacia el exterior de la curva, impide que los coches puedan despistarse. En las curvas con peralte, pues, los vehículos pueden circular con mayores velocidades y menor peligro que en las curvas a nivel. A veces se introduce en la carretera una elevación central para facilitar el desgaste. Esta elevación forma un talud descendente hacia el exterior de la curva, es decir, un peralte invertido, que obliga a disminuir la velocidad para no deslizarse.

Constituyen *elementos peligrosísimos* en el trazado:

— La curva aislada de pequeño radio rompiendo la homogeneidad del trazado.
— La unión, sin alineación intermedia, de dos curvas con la concavidad en el mismo sentido y de radios diferentes: el conductor se encuentra de improviso ante un aumento brutal de curvatura y tiene el peligro de no poder adaptarse a ella a tiempo, o de patinar debido al aumento de la aceleración centrífuga.

Si un vehículo circula a gran velocidad en una curva, el vehículo patinará o se deslizará. Por supuesto también se patinaría con velocidades moderadas en curvas cerradas y deslizantes. Para que un coche pueda seguir una curva, sus ruedas delanteras han de girar en dicha dirección, neutralizando así la inercia que impulsa al vehículo hacia el exterior de la curva, es decir, las ruedas tendrán que «agarrarse» fuertemente al suelo para no desplazarse. Si circula a gran velocidad y la curva es pronunciada, tendrá que «agarrarse» al suelo aún con más fuerza para mantenerse en la curva. pero si la velocidad es demasiado elevada y la curva excesivamente cerrada, las ruedas ya no podrán «agarrarse» con suficiente fuerza, y el coche patinará y tenderá a salirse de la calzada. El conductor ha contribuido, pues, al accidente al circular con una velocidad inadecuada.

C. *Cambios de rasante*

Tan peligrosos son los de pequeña cota como los de gran elevación, incluso algunos de los primeros lo son más.

Los cambios de rasante afectan primordialmente a la visibilidad y con ella a las maniobras de adelantamiento. Así, los efectos de los accidentes en este tipo

de trazado, son frecuentemente muy graves, debido a que el vehículo que efectúa la maniobra antirreglamentaria de adelantamiento suele acelerar para culminar en menor tiempo la misma, la nula visibilidad le impide calcular distancias y tiempos, y el accidente sobreviene ante el escaso tiempo de percepción, es decir, que la distancia entre el punto de percepción real y el punto clave se reducen al mínimo.

Habrá que tener en cuenta en la inspección ocular la correcta colocación de las señales de prohibición de adelantar, o bien su ausencia en determinados casos que fueran necesarias.

Otro tipo de accidentes que suelen producirse son los alcances a vehículos lentos, especialmente, ciclos, tractores agrícolas o de vehículos de tracción animal. Efectivamente, cuando un móvil rápido culmina el cambio de rasante y aprecia como el vehículo lento se halla a distancia escasa, la diferencia de velocidades impedirá una maniobra de evasión eficaz en la mayoría de los casos.

— *Determinación de las distancias de visibilidad*

En determinado tipo de accidentes puede ser necesario concretar la distancia de visibilidad de un cambio de rasante, básicamente para calcular el P.P.P., o incluso para corregir un defecto de señalización. La distancia mínima que se debe adoptar es un compromiso entre las exigencias de seguridad y las de fluidez de la circulación; si se adopta la distancia más larga, es decir, la que corresponde a las condiciones más desfavorables, las líneas que de acuerdo a ella deben marcarse garantizan teóricamente la seguridad pero restringen considerablemente el uso de la calzada, por el contrario, si en una sección de carretera en que la distancia de visibilidad es dudosamente suficiente no se marca línea continua, se convierte en peligrosa.

Las distancias mínimas de visibilidad para adelantamientos que según experiencia, realizan el compromiso buscado entre las exigencias de la seguridad y fluidez, son las siguientes:

V (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D (m)	50	75	100	130	165	205	250

La velocidad que se toma es la que no sobrepasa el 85 % de los vehículos.

Para determinar la distancia existen varios métodos, el más rápido y útil en nuestra labor, consiste en la utilización de dos vehículos dotados con radioteléfono. Se marca en el parabrisas de uno de ellos una señal a la altura de 1,20 metros (mediante una cinta aislante, por ejemplo) de modo que quede a la altura del conductor; el primer vehículo marcha lentamente y el segundo (el de la marca) le sigue a la misma velocidad, dejando la distancia conveniente. Cuando éste pierde la visibilidad alineada a través de la señal del vehículo que le precede, lo comunica por radio y ambos se detienen a la vez. La distancia se mide y con posterioridad, se hace la medición en sentido contrario.

El mismo procedimiento se puede seguir en las curvas de visibilidad reducida.

D. *Rampas y Pendientes*

Las grandes pendientes incrementan notablemente el riesgo de los grandes camiones que necesitan una continuada energía frenante que puede desgastar o alterar sus posibilidades mecánicas. Inducen en conductores inexpertos al incremento inadecuado de velocidad y comoquiera que casi inevitablemente el trazado es curvo, el tramo descendente puede resultar peligroso. Las rampas convierten a los vehículos pesados en lentos, con posibilidades de alcances. Muchas rampas disponen de carril de vehículos lentos, proyectado en ocasiones con tan mala fortuna que en su terminación se transforman en verdaderas trampas; la presencia de huellas de deslizamiento en dichos puntos nos confirmará dicha apreciación. Ello es así debido a que, generalmente, goza de preferencia el vehículo rápido, sin embargo, si la finalización del carril adicional es en el propio cambio de rasante, el vehículo lento no suele ceder el paso debido a las dificultades que va a encontrar para poder arrancar de nuevo en cuesta.

E. *Estrechamiento*

Aunque este problema no suele ser ya frecuente, al menos en la construcción de las modernas vías de comunicación, es cierto que subsisten especialmente en carreteras locales y comarcales.

Los estrechamientos pueden ser: *de obra de fábrica, por obras y otros.*

a) *Obra de fábrica*

Tales como puentes, alcantarillas, que generalmente presentan un perfil de obra que obliga al estrechamiento de la calzada. El problema de la peligrosidad surge cuando no están debidamente señalizados y el conductor no se apercibe de su presencia hasta que se encuentra prácticamente junto a él, con lo cual se provoca un accidente por raspado con el vehículo que circula en sentido contrario o con el pretil.

En otras ocasiones, la visibilidad de dicha obra de fábrica puede verse dificultada por la maleza y entonces se produce un choque con la misma.

b) *Por obras*

Los estrechamientos como consecuencia de obras en la calzada suelen estar señalizados, pero en ocasiones existen notables deficiencias en la misma, tales como insuficiente antelación para que el usuario tenga el espacio necesario para adecuar su marcha, defectos de iluminación durante la noche, o bien ausencia total de la misma. En ocasiones, los conductores respetan poco las señales, ante la permanencia habitual de éstas tras haber culminado las obras y no haber sido retiradas.

c) *Otros*

Puede haber otro tipo de estrechamientos debido principalmente a fenómenos extraordinarios: desprendimientos, caída de cargas y accidentes previos.

Tener presente la diferencia que existe entre el estrechamiento de la calzada, que probablemente provocará un despiste lateral del vehículo, y el estrechamiento de los espacios marginales libres, que seguramente originará colisiones laterales contra objetos fijos o vehículos aparcados. Un árbol o poste colocado muy cerca de la calzada puede considerarse incluso como un estrechamiento de esta especie. Sin embargo, no deben considerarse así los obstáculos situados en curvas y contra los cuales pueden chocar los vehículos que se hayan salido de la calzada por el exterior de la referida curva.

10.4. **Ordenación del tráfico. Señalización**

El tráfico necesita ser regulado mediante una ordenación, sus fines son obtener una mayor fluidez y seguridad. De este modo, la ingeniería no solo pretende adecuar las condiciones ergonómicas de la vía, también alcanzar una correcta y eficaz estructuración del tráfico.

Uno de los medios universalmente aceptados es la señalización. Esta, si bien es extrínseca a la carretera, forma con ella un todo tan conjuntado que sería difícil encontrar una vía sin ningún tipo de señalización y absurdo hallarla en otros lugares diferentes.

La señalización ejerce las siguientes funciones:

— Información.
— Regulación del uso de la vía.
— Avisar de los peligros existentes.
— Aconsejar al usuario de la mejor manera de comportarse.

La señalización puede ser *fija o provisional,* según su misión concreta. La señalización provisional está destinada a cubrir una eventualidad y por lo tanto, debe ser retirada en cuanto termine su objetivo, de lo contrario, origina confusión en el usuario. Toda señalización es mejorable y también debe tenerse presente que un exceso de la misma puede empeorar su cumplimiento.

No debemos olvidar que el mayor porcentaje de causas de accidentes son las que se refieren al hecho de desobedecer la imposición de una señal. Estamos ante el bloque más numeroso e importante de la siniestrabilidad.

No todas las señales tienen el mismo baremo de relevancia en la investigación de accidentes, indudablemente influyen mucho más aquellas cuyo incumplimiento genera de modo automático el suceso, al menos, una situación de riesgo. Podríamos distinguir:

- Las que requieren una *acción* concreta del conductor: «Stop», «Ceda el paso», «limitación de velocidad». Detener el vehículo, reducir la velocidad, etc.
- Las que *limitan* su potestad de maniobra: «dirección prohibida», «adelantamiento prohibido», «líneas», etc.

- Las que *informan* de una situación *peligrosa* «pasos de peatones», «balizamiento», «curva peligrosa», etc.
- Las que meramente *informan* de un *servicio o actividad* que el usuario puede o no utilizar o realizar.

No todas tienen la misma trascendencia en la producción de accidentes. Por ejemplo, la señal que indica la presencia de una gasolinera en las proximidades difícilmente originará un accidente, a no ser que provoquen la distracción del que la observe. Este tipo de señales son las menos dignas de consideración en el proceso de la investigación, pero no se debe olvidar que en determinadas circunstancias pueden ser fuente de distracciones. Averigüe los antecedentes del lugar y sospeche cuando se ocasionen multitud de accidentes achacables a una distracción del conductor.

Otro tipo de señalización interviene de un modo más indirecto o mediato en el origen de los siniestros; así, un panel direccional, una señal de peligro y todo el conjunto de las que informan de una situación de riesgo o conflicto. En ocasiones, la mera colocación de una señal de este tipo ha hecho desaparecer la consideración de punto negro al lugar en cuestión. En estos casos, incida sobre ello en su informe,investigue acerca de la existencia de una señal que pudo retirarse o moverse antes del incidente.

Los dos primeros tipos de señales son las que influyen de un modo más directo en el origen de los percances. No siempre que se incumple lo que dispone la señal sobreviene el riesgo, afortunadamente, pero todo el mundo espera que los conductores respeten las señales. Ese principio de confianza necesario en la circulación hace que el que no infringe la norma circule convencido de que el otro la cumplirá, disminuyendo por lo tanto, su grado de atención y teniendo menos posibilidades de soslayar el riesgo. El que transita por una calle de sentido único y de improviso observa que alguien lo hace en dirección prohibida está menos preparado y se sorprenderá de la situación. Dentro de este tipo de señales se encuentran los semáforos, orígen de muchos accidentes primordialmente en ámbitos urbanos.

Las señales en general, pero fundamentalmente las que obligan o prohíben hacer algo, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Uniformidad. Sería un caos que en cada comarca o región existiesen señales diferentes.

b) Visibilidad. Tanto de día como de noche, por ello deberán ser lo suficientemente reflectantes como para que puedan apreciarse en la oscuridad. Una señal carente de dicha cualidad puede ser inútil, en especial en condiciones atmosféricas adversas. En determinados tramos peligrosos incluso la moderna técnica ha mejorado la posibilidad de observación de la señal que la Autoridad pretende sea respetada. La visibilidad indica la exigencia de que sea vista por el conductor en cualquier circunstancia, que no se da siempre, por ejemplo, con la floración en primavera, determinado tipo de señales visibles durante todo el año son obstruidas por la vegetación. Existen otro tipo de obstrucciones visuales accidentales que ya estudiaremos en el próximo tema.

c) *Legibilidad.* Aunque existe una tendencia internacional encaminada a eliminar todo tipo de leyendas de las señales, no informativas,las que disponen de palabras deben permitir por el tamaño de las mismas y de acuerdo a la velocidad media de la vía en que se encuentren emplazadas, su lectura.

d) *Eficacia.* Que incluye la sencillez, para que sea comprensiva a todo el mundo y además, lo más importante, que cumpla adecuadamente el objetivo por el que se colocó, de lo contrario, será inútil. Por ejemplo, disponer la señal de limitación de velocidad tan próximo al lugar del peligro que sea imposible para el conductor ejecutar la orden, provoca el incumplimiento de aquélla y por ende, su ineficacia.

Las señales y marcas en el pavimento constituyen también una forma de señalización. Algunas tienen un significado muy concreto en lo que al tráfico se refiere. Las franjas divisorias son las más importantes. Se utilizan para separar el tráfico en dos direcciones, en cambios de rasante, en curvas de visibilidad reducida y en algunas carreteras con más de dos carriles. Las franjas centrales y las de los pasos de peatones regulan el tráfico, y por ello tienen cierta importancia en la investigación de accidentes. Las marcas, si son reflectantes, ejercen una extraordinaria acción de ayuda al conductor en la determinación del trazado, durante la noche.

Las señales de aparcamiento sólo son importantes cuando un vehículo que aparca infringiendo la señal es un factor del accidente y existe un defecto en dicha señal que impidió que el conductor se percatara de que estaba cometiendo un acto ilegal.

Además de los tipos de señalización resevados, existen otros tipos de elementos que están destinados unos a evitar accidentes (preventivos) tales como, captafaros, isletas de seguridad, refugios, luces y balizamientos y otro tipo de dispositivos que pretenden disminuir los efectos del accidente si éste llega a ocurrir (paliativos), barreras de seguridad, biondas, pretiles, etc. Una mala disposición de alguno de estos elementos puede agravar las consecuencias de los hechos.

El investigador cuando sospeche que la causa o factor del accidente ha sido el incumplimiento de determinada señal debe comprobar los siguientes extremos:

— *¿Existía la señal en el momento del accidente?*
— *¿Funcionaba el correspondiente semáforo?*
— Si existía o funcionaba, *¿era legible?, ¿funcionaba* el semáforo correctamente o estaba averiado por la lluvia o cualquier otro motivo?
— ¿Es de *tamaño* suficiente para ser observada?
— ¿Pudo existir alguna *obstrucción* que impidiese al conductor o peatón observar la señal o semáforo?
— ¿Pudo existir algún tipo de *deslumbramiento?*
— ¿Se halla bien *conservada?* ¿Es *reflexiva* durante la noche?
— ¿Pudo *confundir* al usuario?
— ¿Está bien *emplazada* para cumplir su objetivo?
— Las *barreras o pasos a nivel,* ¿funcionaron correctamente? ¿Durante cuánto tiempo? ¿Se impacientó el conductor ante la tardanza?

No se debe poner en el informe que existía una señal defectuosa hasta tanto no se esté seguro de ello, en todo caso, se debe repetir con el vehículo oficial el itinerario seguido en la vía por las distintas unidades de tráfico, para contestar a todas las preguntas formuladas anteriormente.

Concluyendo, si el accidente se ha ocasionado por la infracción de una norma de circulación el Agente debe estar seguro que la señal que compele al cumplimiento de la misma, era la correcta, adecuada, estaba bien emplazada y además era perfectamente visible para el infractor; de lo contrario, la misma habrá intervenido como factor y, en ocasiones, como causa del accidente. Unos ejemplos nos aclararán lo expuesto:

Si el trazado de la vía es tal que una curva de visibilidad reducida se halla en un cambio de rasante, de modo que el panel direccional se halla oculto para los vehículos que circulan en dicho sentido, la salida de la vía estará afectada por la condición aludida.

En determinado punto de una calle muy transitada está prohibido el giro a izquierda. Los conductores que habitualmente pasan por aquel lugar saben que nadie va a girar a la izquierda. Ahora bien, con motivo de las fiestas navideñas se colocan algunos adornos en el poste que sostiene la señal, tapándola. Llega un forastero y quiere girar a la izquierda. No tiene la menor idea de que esté prohibido el giro y no ve señal alguna. Consumada la maniobra choca con un vehículo cuyo conductor tenía motivos para creer que ningún conductor giraría a la izquierda. La condición de la señal es un elemento muy importante dentro del accidente que se ha producido. En este caso, lo que nos interesa no es el fallo del conductor en obedecer la señal, sino más bien el fallo de la señal en no transmitir el mensaje al conductor.



Muestra detalle aglomerado y áridos que lo forman.

ANEXO NUM. 1
DESCRIPCION DE TERMINOS

— **Obras de fábrica.** Construcción hecha con piedra, ladrillo, hormigón y, en general, con materiales pétreos, que forma parte de un camino.
— **Caño.** Tubo de sección circular construido para desaguar pequeños caudales de agua.
— **Tajea.** Los que, no siendo caños, tienen luces que no exceden de un metro.
— **Alcantarilla.** Los de luces superiores a un metro y que no exceden de tres metros.
— **Pontones.** Los que excediendo de tres metros no superen los diez metros.
— **Cuneta.** Zanja abierta en el terreno con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia.
— **Caz.** Faja estrecha longitudinal, generalmente situada al borde de la calzada acondicionada especialmente para recoger y conducir aguas superficiales.
— **Arqueta.** Cavidad revestida de ladrillo, hormigón u otro material, que se intercala en puntos apropiados de una conducción de agua para decantación, registro, limpieza u otros fines.
— **Riego de imprimación.** Es la aplicación de ligante bituminoso que penetra por capilaridad en una base granular.
— **Simple tratamiento superficial.** Es la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie, a la que seguirá su cubrimiento con una capa de árido que se compactará debidamente.
— **Zahorra.** Mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría de los elementos que la componen es de tipo continuo.
— **Macadam.** Conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con árido fino, llamado recebo (filler).
— **Alquitrán.** Ligante hidrocarburado de viscosidad variable, preparado a partir del residuo bruto obtenido de la destilación destructiva del carbón a altas temperaturas.
— **Betún asfáltico.** Ligante hidrocarbonado sólido o viscoso, preparado a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxigenación o «craking», que poseen propiedades aglomerantes características.
— **Emulsión bituminosa.** Dispersión de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado en una solución de agua y un agente emulsionante de carácter aniónico o catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión.
— **Macrotextura.** Aspecto que presenta el pavimento considerado un tramo extenso. Puede ser, *lisa,* cuando es uniforme o, *rugosa,* cuando presenta irregularidades con la finalidad de hacer más adherente el suelo.

— **Microtextura.** Consideración del aspecto del pavimento desde el punto de vista de la configuración de los áridos aisladamente considerados. Puede ser, *pulida,* cuando el árido es liso o *áspera,* cuando la piedra presenta aspecto rugoso.

— **Granulometría continua.** La que corresponde a suelo uniformemente graduado en todos sus tamaños, desde los más gruesos hasta los más finos.

— **Granulometría discontinua.** La que corresponde a un árido o suelo al que le faltan tamaños intermedios.

ANEXO NUM. 2
DESCRIPCION DEL FIRME

1. ESTADO
   - Mojado _____ Encharcado _____ Inundado _____ Helado _____
     Escarcha _____ Rocío _____
   - Nieve _____ Capa _____
   - Hielo _____ Capa _____
   - Barrillo _____ Barro _____ Hojas _____
   - Seco _____ Polvo _____ Gravilla _____ Extensión _____

2. OBSTACULOS
   - Piedras _____ Situación _____
   - Ramajes o troncos _____ Situación _____
   - Otros _____ Situación _____

3. MANCHAS
   - Materia _____ Extensión y cantidad _____
   - Emplazamiento _____

4. CONSTITUCION
   - Clase _____ Descripción _____
   - Aridos
     — Tamaño _____ Angulosidad _____ Densidad _____
   - Ligante
     — Clase _____ Proporción _____
   - Macrotextura
     — Lisa _____ Rugosa _____
   - Microtextura
     — Pulida _____ Aspera _____

5. FECHA DE EXTENDIDO _____

6. ESTADO GENERAL Bueno _____ Regular _____ Malo _____

7. ADHERENCIA

8. OTRAS PECULIARIDADES
   - Agrietado _____ Bacheado _____ Ondulado _____ Concavidades _____
   - Rodadas _____
   - Baches _____ Emplazamiento _____

ANEXO NUM.3
GUIA PARA EL INVESTIGADOR

A continuación expondremos un resumen y posible guía para la investiación de este factor:

1. *Identificación del punto*
   a) Nombre de la carretera o calle.
   b) Punto kilométrico. Si es vía urbana, el número de la casa más próxima.
   c) Término municipal.
   d) Algún elemento fijo de identificación posible: mojones kilométricos, puentes, etc.

2. *Categoría de la vía*
   a) Autopista, autovía, carretera nacional, comarcal, vía de servicio, etc.
   b) Calle principal, calle secundaria, etc.
   c) Plaza.
   d) Travesía.

3. *Trazado*
   3.1. Recta
   3.2. Curva
      a) Radio
      b) Peralte
      c) Inclinación
   3.3. Paso a nivel
      a) Con barreras
      b) Sin barreras
   3.4. Intersección
      a) En +, Y, T, X, V.
      b) Giratoria
      c) Enlace o ramal
   3.5. Cambio de rasante
   3.6. Pendiente. Rampa (%). Llano.

4. *Régimen de Circulación*
   a) Sentido único.
   b) Doble sentido.
      b.1) Sin carriles marcados
      b.2) Con dos carriles marcados
      b.3) Con tres o más carriles marcados. (Sentido de cada uno.)

c) Vía de dos calzadas
d) Con o sin pistas para ciclistas
e) Con o sin pista para vehículos lentos

5. *Medidas de la vía*
   1. Ancho de la calzada
   2. Ancho del arcén
   3. Ancho de la cuneta
   4. Ancho del andén o acera para peatones. Si está provisto de bordillo o separación y altura o elemento separador
   5. Ancho de la mediana

6. *Tipo de pavimento*
   1. Aglomerado
   2. Cemento
   3. Adoquines
   4. Macadán.
   5. Tierra batida
   6. Empedrado no pulido
   7. Losetas

7. *Estado de la superficie*
   1. Húmeda
   2. Mojada
   3. Encharcada. Acqua-planning.
   4. Barrillo
   5. Con nieve
   6. Helada. Escarcha
   7. Con hojas secas
   8. Gravilla suelta
   9. Con aceite o grasa
   10. Seca

8. *Accidentes de la calzada*
   1. Baches
   2. Lomos
   3. Badén
   4. Piso ondulado
   5. Estrechamiento longitudinal
6. Reducción de la altura por puentes, obras de fábrica, etc.

9. *Obstáculos en la calzada*

   1. Material acopiado para obras de reparación
   2. Obras sobre la calzada o sus proximidades
   3. Otros.

10. *Bordes de la calzada*

   1. Con bordillo elevado
   2. Con línea de cemento
   3. Con línea blanca
   4. Con fila de adoquines
   5. Sin línea
   6. Descarnados
   7. Escalón lateral

11. *Laterales de la calzada*

   Los laterales de la calzada pueden ser:

   1. Al mismo nivel
   2. En talud (cuando sube)
   3. En desnivel (cuando baja)

   Los obstáculos laterales pueden ser:

   1. Vallas de protección. Biondas
   2. Arboles
   3. Edificios
   4. Semáforos, señales, postes, etc.
   5. Pilastras u obras de fábrica
   6. Ríos, canales, acequias, arroyos, etc.

12. *Circunstancias de visibilidad*

   — Recta
   — Oblicua
   — Restricciones de visibilidad

13. *Señalización*

   1. Señalización vertical
      a) Clase de señal
      b) Distancia al punto del accidente
   2. Señalización horizontal
      a) Marcas o tipos de señalización
      b) Colocación, forma y situación en relación con el accidente
   3. Semáforos
      a) Clase de semáforos
      b) Duración del ciclo
      c) Distancia de valoración respecto al accidente
   4. Balizamientos

CAPITULO XI

ELEMENTOS EXTRINSECOS QUE MODIFICAN LA VIA. EL AMBIENTE

11.1. Consideraciones generales

Tras el estudio de la vía intrínsecamente considerada, pasamos a analizar el cúmulo de aspectos que la modifican o alteran, en ocasiones de una manera intensa capaz de cambiar radicalmente las condiciones de visibilidad, en otras, de un modo menos notorio, y por último, raras veces de un modo accidental.

11.2. Condiciones atmosféricas

Pertenecen al conjunto de factores que transforman de modo completo las caracaterísticas de la vía. De todos es sabido que una carretera helada no permite siquiera alcanzar velocidades lentas, so pena de sufrir un accidente.

a) *Nieve.*— La nieve afecta a la visibilidad, de modo que en copiosas caídas de nieve aquélla se reduce de manera intensa, incluso negándola en caso de ventisca. Afecta de igual modo a las condiciones de adherencia. Una nevada fuerte permitirá al investigador apreciar el itinerario de las unidades de tráfico implicadas en el accidente, si llega con rapidez suficiente y no sigue nevando. En todo caso, será más factible que las impresiones se conserven en el trayecto exterior de la calzada.

La nevada intensa obstaculiza la fluidez del tráfico y obliga a cerrar la vía en muchas ocasiones, al menos, temporalmente. El uso de cadenas permite alcanzar mayor adherencia y con ello una conducción más segura. El investigador deberá hacer notar en el informe el uso de aquéllas o de ruedas con clavos (más infrecuente en nuestro país).

A pesar de que el riesgo de accidente es muy elevado, originado en la mayoría

de los supuestos por una velocidad inadecuada, unido a cierta impericia en otras eventualidades, lo cierto es que la gravedad de los mismos no es grande, al circular a velocidades bajas.

Numerosos eventos se producen por salidas de vía, invasión del carril contrario o alcance motivados primariamente por una pérdida de adherencia súbita acompañada por una ineficaz maniobra evasiva. Los tramos nevados se tornan más peligrosos en dos situaciones:

— Durante la noche, al transformarse en hielo la capa inferior de la nieve que se halla en contacto con el pavimento.
— En situaciones de escasa circulación, especialmente de vehículos pesados, capaces con su masa de licuar los tramos helados.

Las grandes rampas y pendientes son extremadamente deslizantes para los camiones y autobuses.

La nieve con el sol brillante afecta de modo negativo a la visión del conductor, lo que genera un cansancio mayor y deslumbramientos, a veces.

En investigador se encontrará en muchas ocasiones con la inexistencia de huellas de deslizamiento que le permitan reconocer el recorrido del vehículo instantes antes de la colisión o salida, debido a la insuficiente temperatura alcanzada por los neumáticos para imprimirlas. Las rodadas del paso de otros vehículos por el lugar del accidente pueden conducir a confusión. Por fortuna, la mayoría de sucesos, presentan una causa básicamente constatable y, la escasa gravedad de las lesiones podrá permitir el testimonio testifical.

La altura de la nieve no dejará, a veces, observar todos los detalles y vestigios habidos; será conveniente retornar con el deshielo si éste no se produce muy lejano en el tiempo.

b) *Hielo.*— Cabe apuntar como válido todo lo dicho anteriormente,teniendo en cuenta que el factor de adherencia es aún menor que en la nieve. Su peligrosidad es mayor por la sorpresa de su aparición, en zonas umbrías, de noche, etc. A veces, determinados riegos por aspersión que vierten agua sobre la calzada en invierno, generan placas de hielo en extensiones determinadas que son sumamente peligrosas.

Además de lo inesperado que resulta para el conductor,suelen ser más graves debido a la velocidad, muy superior a la desarrollada en la nieve.

Sospeche de la presencia de hielo, ante salidas de la vía o invasión del carril contrario, cuando el accidente acontezca en la madrugada o primeras horas de la mañana en pleno invierno. Aprecie si aún existe en la calzada alguna zona mojada procedente de la licuación del hielo, especialmente en la trayectoria probable seguida por el vehículo. Observe las cunetas y alrededores de la vía y anote la presencia de escarcha que ayude a confirmar aquella posibilidad.

Tanto la nieve como el hielo afectan notablemente a la visibilidad de las se-

ñales verticales, en las que alteran su reflectancia y ocultan las líneas longitudinales.

c) *Lluvia.* La lluvia incide en la seguridad desde los siguientes aspectos:

— Visibilidad, de todos es conocido el problema que sobreviene ante una lluvia intensa o incluso leve, cuando ensucia el parabrisas y el conductor ve mermadas las posibilidades de visión de la carretera. Si se trata de un vehículo de dos ruedas el efecto es mucho más grave, por cuanto se tiene la posibilidad de protegerse tras un cristal, y además, la propia visibilidad queda mucho más reducida para el resto de los vehículos.

— Disminución de la adherencia. Que se multiplica cuando se producen las primeras gotas de lluvia tras un largo período de sequía al mezclarse con el polvo y grasa y generarse una película sumamente deslizante.

— Modificación de la reflectancia de las señales. Esencialmente de noche la lluvia fuerte es capaz de eliminar el efecto reflectante de las pinturas de la señalización vertical y horizontal.

Cuando existe gran cantidad de agua sobre el pavimento, se puede producir el denominado efecto de «acqua-planning», consistente en la pérdida total de contacto con el suelo debido a las motivaciones que quedan reseñadas en el capítulo correspondiente a los neumáticos. El efecto es de consecuencias catastróficas debido a las altas velocidades en las que se suele circular cuando se presenta, especialmente en autopistas y autovías.

La dificultad para el investigador viene dada por la variación de las condiciones a su llegada al lugar de los hechos, la intensidad de caída de la lluvia cambia de un momento a otro, lo mismo ocurre con la presencia de gran cantidad de agua sobre el firme. Por lo tanto, puede producirse una observación errónea y por ello, un inexacto informe acerca de dichas condiciones ambientales. Se debe interrogar a los posibles testigos, incluso a los que no hallándose en la escena del accidente en el momento de ocurrir los hechos, estuvieren cerca, tales como agricultores, empleados de estaciones de servicio, etc.

Una sobresaliente situación de peligro sobreviene en aquellas carreteras de por sí con índice de adherencia bajo y que reciben la lluvia como elemento aún más distorsionador de una buena circulación.

En carreteras normales, cuando un vehículo transita tras un vehículo pesado recibe una enorme cantidad de agua que salpica constantemente el parabrisas, creando situaciones de escasa visibilidad, en especial, cuando se maniobra el adelantamiento.

El investigador deberá constatar el estado del limpiaparabrisas del vehículo accidentado, su funcionamiento y, en todo caso, la profundidad del dibujo de los neumáticos.

La nieve, hielo y lluvia obligan a todos los conductores a adecuar su velocidad

a las condiciones existentes a tenor de las propias posibilidades, la ausencia de dicha determinación conducirá a afrontar situaciones de riesgo.

d) *Niebla.* Afecta notoriamente en la reducción de la distancia de visibilidad tanto al frente como hacia atras, y por lo tanto, acerca el P.P.P. al punto de conflicto, aumentando el riesgo.

Como en todos los accidentes atmosféricos, las circunstancias pueden haber variado cuando el investigador llegue al lugar de los hechos; tendrá que averiguar a través de manifestaciones la distancia de visibilidad existente en el instante del evento.

Los conductores no siempre son conocedores de la actitud que deben tomar ante la existencia de bancos de niebla, que además pueden presentar claros que incrementen negativamente la autoconfianza del conductor. La circulación de ciclomotores y otros vehículos lentos en estas condiciones acrecienta gravemente la peligrosidad; lo mismo ocurre con los peatones. Muchos conductores, con falso «sentido ahorrativo» piensan que el alumbrado de un vehículo solo se dispone para ver ellos mismos, cuando la realidad es que lo más importante es que el resto de los usuarios de la vía perciban su presencia. Examine, en caso de accidente, todo el conjunto del alumbrado, en especial los faros antiniebla si están instalados. Determine la posición de la palanca correspondiente.

En determinadas vías rápidas existen señales especiales en el pavimento que marcan la distancia de visibilidad y directamente la velocidad máxima a seguir en atención a aquélla.

La mayoría de los accidentes son alcances o colisiones frontales por adelantamientos arriesgados sin visibilidad. En autopistas si no se actúa rápidamente el accidente puede alcanzar proporciones insólitas. Algunas veces ha habido más de cien vehículos implicados en accidentes bajo estas condiciones.

Espesas humaredas procedentes de incendios, fábricas o vertederos, mezcladas con la niebla, hacen el problema mucho más conflictivo.

Las espesas y largas nieblas generan cansancio en los conductores, que se pueden ver tentados a adelantar impetuosamente en malas condiciones o bien, aumentar su velocidad de crucero aconsejable con el fin de acabar cuanto antes con situación tan molesta.

En todo caso, el investigador no debe olvidar que la velocidad adecuada en estos supuestos, como en la oscuridad, es la que permite detener el vehículo ante cualquier eventualidad previsible.

e) *Oscuridad.* No es casual la certeza estadística de que el 50 % de los fallecidos en accidentes de tráfico en nuestro país acontece en la noche, a pesar de que tan sólo circulan un 10 % de los vehículos que lo hacen en horas diurnas.

Aparte de otras justificaciones, es evidente que la gravedad del accidente es mayor durante la noche por:

— Disminución de la visibilidad y campo de acción del conductor.
— Disminución, por lo tanto, del espacio de maniobra, y de la distancia entre el P.P.P. y el P. de conflicto.
— Imperceptibilidad de determinadas eventualidades, tales como situación en la calzada, de peatones, animales u objetos.
— En general, velocidad de impacto superior por las razones apuntadas.

Pero no todo tipo de accidentes, que ocurren durante la noche debe imputarse a la oscuridad. En efecto cualquier tipo de accidente con cualquier causa puede sobrevenir a esas horas. Aquélla será un factor contribuyente cuando el mismo no hubiese acaecido de día.

El investigador debe, básicamente, examinar todo el alumbrado de los vehículos participantes en los accidentes nocturnos, muy especialmente, el de los vehículos lentos y los estacionados en la calzada.

Conviene estudiar el problema de la visión del peatón o conductor. Para ello, lo mejor es que el agente ocupe su misma posición.

— El conductor ha atropellado a un peatón con traje oscuro en una zona residencial. El investigador hará colocar a otro peatón, con ropas similares a la de la víctima, en el mismo sitio donde éste sufrió el atropello. Luego, en un vehículo con faros frontales análogos a los del vehículo causante del atropello, se irá acercando lentamente y anotará el punto donde puede ver claramente al peatón por vez primera. En el mismo momento comprueba que hay una intensa sombra producida por unas ramas entre el peatón y la luz distante. El peatón no puede ser visto en este fondo oscuro hasta que el vehículo se halla a unos 40 metros del mismo. A una velocidad de unos 70 km/h., el conductor se vería en dificultades para evitar el atropello del peatón si éste se pone en su camino. He aquí, pues un problema de visión.

La distancia visual que dispone un conductor en un coche en marcha, dentro de la cual pueda pararse es siempre inferior que la distancia que podría alcanzar en posición de reposo. En otras palabras, no se puede captar un objeto imprevisto a tanta distancia desde el interior de un coche que circula a gran velocidad como si se hallara parado o circulando lentamente y mirando con cuidado a ver si surge un peligro. En los ensayos de visibilidad nocturna excepto en el caso de zonas iluminadas o superficies relectorizadas por intensas luces, sólo es posible obtener una idea aproximada de la distancia a que el conductor puede haber visto el peligro. La distancia a que puede ver el objeto el observador parado es, seguramente, distinta a la que puede alcanzar el conductor en un vehículo en marcha. Así, pues, la distancia desde un punto de reposo será mayor que desde un vehículo en movimiento. Una de las razones de esta diferencia ya ha sido explicada. La otra es que quizá el conductor no pueda ver bien debido a algún defecto de la vista. Si es persona de edad, o de salud precaria, su capacidad de visión nocturna será, probablemente, escasa.

f) *Otras*

— Viento: Los vehículos ligeros, en especial los remolques y caravanas, se ven afectados por los ventarrones, capaces de volcar el vehículo remolcado y a su vez, al tractor. Las motocicletas reciben el impulso de viento racheado de modo sorprendente capaz de alterar las condiciones de marcha; el efecto se produce tras el paso de protecciones laterales y es especialmente peligroso el de costado. Vientos huracanados entran dentro de los casos de fuerza mayor, y son capaces de originar verdaderas catástrofes.

— Corrientes de agua. Tras grandes lluvias, la calzada puede verse cruzada por flujos de agua, que inesperados, pueden provocar el efecto acqua-planning. El investigador tratará de comprobar la veracidad de la concurrencia de dicha circunstancia, observando los alrededores de la calzada que, generalmente, presentarán las huellas inequívocas del paso intenso del agua. En ocasiones, las riadas son tan fuertes que arrastran cualquier vehículo o elemento que hallan a su paso. No es tanto un accidente de tráfico como un accidente por fuerza mayor.

11.3. **Obstáculos**

La vía no puede aislarse de su entorno y por lo tanto recibe las influencias del exterior. Algunos elementos circundantes son emplazados bien por la mano del hombre, bien por la naturaleza, bien a través de otros vehículos, en el pavimento provocando de inmediato su transformación en los aspectos de la seguridad.

Cuando el *hombre* sitúa obstáculos en la calzada, puede hacerlo de modo voluntario o involuntario, tratando de originar el accidente o no, pero en todo caso, existirá una infracción penal dolosa o imprudente si la naturaleza del obstáculo es lo suficiente considerable como para provocar un grave riesgo. Los ejemplos más corrientes son los abandonos de piedras y maderas utilizadas como calzos; el derrame de aceite, gasóleo, intencionado o no; la pérdida de parte de la carga; el olvido de algún neumático; etc. En estos supuestos, la labor deberá centrarse en averiguar la identidad del que emplazó el impedimento. Naturalmente no todos los objetos o líquidos son intrínsecamente capaces de causar el accidente; en ocasiones, contribuye al mismo la desatención del conductor o la impericia del mismo al no reaccionar adecuadamente ante la disfunción. Igualmente, no todos los tipos de vehículos se ven afectados de la misma manera; así, un ciclomotor es más sensible a su paso por encima de un tronco que un turismo.

La *naturaleza* puede situar también objetos o partículas distorsionadoras sobre el firme. El barrillo que se desprende de las hojas cuando llueve y cae sobre la calzada; el barro o tierra de explotaciones agrarias; los troncos o ramajes que se desgajan, elementos arrastrados por el viento; desprendimientos de tierras o rocas; son ejemplos de la acción natural. Su importancia en la producción del acci-

dente vendrá dada, como es obvio, por el tamaño del obstáculo y su mayor o menor visibilidad. La situación con respecto al trazado de la vía también es una circunstancia a tener en cuenta.

11.4. **Obstrucciones visuales**

Los obstáculos pueden impedir que un conductor vea a otra unidad de tráfico, o un peligro potencial o una señal. Las obstrucciones visuales de este tipo son, quizás, las «trampas» más comunes para los conductores imprudentes. El agente averiguará con exactitud si había o no alguna obstrucción visual. No aceptará por las buenas las declaraciones de un conductor o testigo en el sentido de que una obstrucción visual contribuyó o no a un accidente. Procurará obtener pruebas que confirmen o descarten tales declaraciones.

«Obstrucción visual» no es lo mismo que «visibilidad reducida». En el caso de visibilidad reducida originada habitualmente por la oscuridad, la nieve, la niebla u otras condiciones atmosféricas, el objeto se hace visible gradualmente a medida que la distancia se va reduciendo. En cambio, si la falta de visibilidad se debe a un obstáculo, el riesgo puede surgir inopinadamente detrás del mismo.

Los objetos situados a los lados de una carrretera no necesitan ocultar completamente a un vehículo para constituir una obstrucción visual. Tener presente que el conductor normal, cuando se aproxima a una intersección, no suele mirar cuidadosamente a todas las esquinas para ver si hay vehículos en la intersección. Su mirada presurosa le impedirá captar algo que hubiera visto perfectamente de haber mirado con más atención. Aun cuando existan señales de tráfico, barreras, arbustos o árboles, buzones de correos, postes de luz o teléfono, gasolineras o incluso peatones, el conductor puede tener la impresión de que la visibilidad es despejada. Desde luego, el conductor podrá ver parcialmente a través de dichos obstáculos; pero si éstos son muy numerosos y están muy juntos, le impedirán ver a través de los mismos.

A menudo, un solo objeto no mucho mayor que un vehículo y bastante distanciado de la calzada, resulta ser una obstrucción visual engañosa. No parece lo bastante grande para ocultar un coche, o, si lo hiciere,sería solamente durante muy pocos segundos. Pero si se da la circunstancia de que esto ocurre en el preciso instante en que el conductor mira a ver si se aproxima algún otro vehículo, el riesgo quedará oculto por completo, como se indica en la figura 11.I. Los carteles publicitarios, pequeños edificios, grupos de árboles, coches aparcados y muchos otros, plantean este problema.

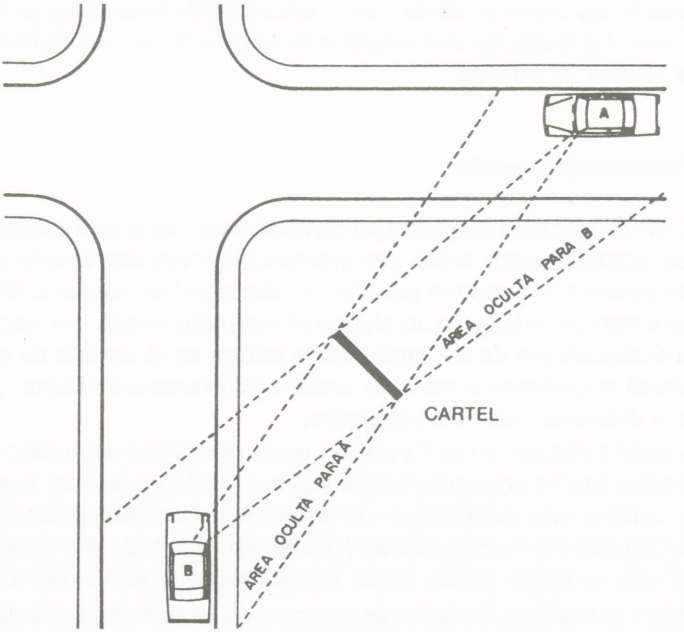


Fig. 11.I



Foto 11.1

Obstrucciones visuales verticales

Son las crestas de las colinas y, a veces, los puentes. Como todo el mundo sabe, pueden ocultar los coches cuando se aproximan. Sin embargo, mucha gente no se da cuenta de que por muy pequeña que sea la colina o elevación puede ocultar otros peligros. Estudiar, pues, todos los accidentes frontales desde este punto de vista, aunque el terreno parezca relativamente llano. Puede que el agente desee conocer la distancia visual, es decir, la distancia a que se hallaba un vehículo del otro cuando se supone que se vieron por primera vez. Esta distancia se puede medir aunque sólo sea «a groso modo» si el agente y un ayudante se aproximan al punto de colisión en coches semejantes a los del accidente. Para ello, se acercarán uno al otro desde puntos opuestos, observando con mucho cuidado y anotando el momento en que ambos comienzan a verse mutuamente. Conducir lentamente y procurar encontrarse en el punto exacto de la colisión. Sería mejor retroceder desde el punto de colisión y observar mutuamente la desaparición de ambos vehículos, pero esto es demasiado peligroso. Hará falta una tercera persona en el punto de colisión que les diga al agente y a su ayudante cuándo deben partir. Probablemente, habrá que repetir esta operación varias veces para obtener la exacta combinación de velocidades y distancias. Si el accidente ocurrió de día, el agente y su ayudante anotarán el punto en que se hallen cuando puedan ver mutuamente unos 15 cms. de la parte superior de cada vehículo. En ese momento, ya se conoce la distancia a que se hallaban los coches cuando los conductores pudieron y debieron verse recíprocamente. Luego, una vez hecho el cálculo de las velocidades a que circulaban los vehículos durante la reconstrucción del accidente, será posible calcular el tiempo de que dispuso cada conductor para emprender una acción evasiva después de verse mutuamente.

Cambio de rasante

Averiguar cuidadosamente la posible existencia de una característica engañosa para el conductor, cual es una protuberancia inesperada en un terreno aparentemente llano, que suele encontrarse en largos tramos rectos en terrenos ligeramente ondulados.

— La Figura 11.III muestra un perfil de carretera. La distancia A B mide aproximadamente un kilómetro de longitud o algo más. El conductor en A puede ver hasta la cresta del punto C. En la misma dirección y más allá, la carretera sigue a lo lejos rebasando el punto B. El conductor en A no ve nada en una larga distancia y conduce de acuerdo con esta eventualidad. Sin embargo, en B (aproximadamente a la misma distancia de C que A), y circulando a la misma velocidad y en sentido contrario, hay un coche que está precisamente por debajo de la línea visual

del conductor en A. Ambos vehículos pueden hallarse fuera de sus respectivas líneas visuales durante medio minuto o, posiblemente, un minuto, y cuando finalmente aparecen en la cresta C, sólo los separan unos cien metros, con un posible margen de tiempo de dos segundos antes de encontrarse. Si cada conductor circula por su propia mano, no habrá dificultades. De lo contrario, tendrían que maniobrar con rapidez para evitar la colisión.

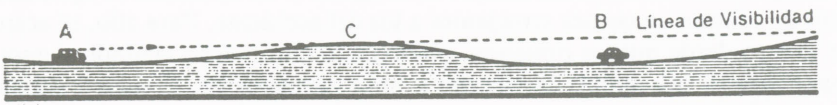


Fig. 11.III

— Otro tipo de obstrucción visual es la depresión en una carretera, según se indica en la figura 11.IV. Esta también le da al conductor la impresión de que la carretera que tiene frente a sí está libre porque puede ver el trecho que hay más allá. El conductor B no sufre esta especie de «espejismo», pues no ve la carretera más allá y, por tanto, no infiere que el camino está libre.

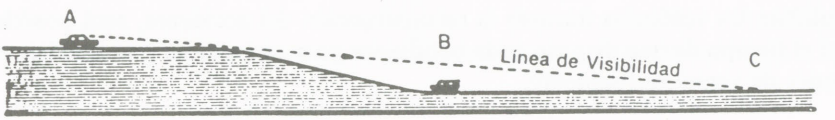


Fig. 11.IV

Si los vehículos chocan, el agente puede sospechar que uno de ellos se vio imposibilitado para reintegrarse a su carril por otro vehículo al que trataba de adelantar en el momento de aproximarse a la cima de la colina. Este accidente sería imputable a una infracción del Código por adelantamiento en cambio de rasante. Estas zonas de adelantamiento prohibido suelen estar señalizadas, circunstancia que deberá anotar el agente para presentarla como prueba adicional.

Tanto las obstrucciones horizontales como las verticales pueden verse muy afectadas por la *oscuridad.* Anotar las condiciones de luz y la hora del accidente. Por ejemplo, un terraplén o muro por encima de los cuales podría verse claramente de día la parte superior de un coche que se aproxima en una intersección, pueden impedir que se vean los faros frontales de noche. Sin embargo, en algunos casos una obstrucción visual puede ser menos peligrosa de noche que de día. Por ejemplo, un edificio en una esquina puede impedir que los conductores se vean mutua-

mente hasta que se hallan a menos de veinte metros de día; mientras que de noche los faros frontales de los coches que están fuera de la línea visual pueden proyectar un resplandor sobre la intersección que denuncie su presencia. En otras palabras, lo que de día puede ser una obstrucción visual, puede no serlo de noche, y algunas veces, el caso es inverso. En cuanto a los vehículos que se aproximan de noche a la cresta de una colina desde puntos opuestos, la humedad y el polvo de la atmósfera influyen grandemente en la capacidad de los conductores para discernir si un coche se aproxima por el otro lado de la colina. El resplandor de los faros sobre la cumbre puede denunciar la presencia de otro vehículo mucho antes que si fuera de día. Por otra parte, cuando el aire es seco y transparente, no se producirá bruma alguna que pueda dispersar la luz de los faros proyectada sobre la cumbre por los vehículos que se aproximan. Por tanto, si no hay árboles o postes que puedan romper los haces luminosos, no podrá detectarse la presencia de otros vehículos que se aproximen hasta que los propios faros frontales surgen en toda su plenitud al remontar la cresta. La situación entonces sería peor que de día, en que, por lo menos, puede verse el techo del vehículo.

Los *camiones* grandes son menos propensos a acusar problemas de obstrucción visual en cambios de rasante y curvas, en parte, debido a que su ocultación es más difícil, debido a su tamaño y, en parte, porque el conductor, va sentado a más altura y puede ver a más distancia. De noche, los camiones pueden llevar una serie de luces encendidas en la parte superior de su carrocería o cabina que les hace visibles por encima de las obstrucciones normales. Al estudiar las distancias visuales la distancia a que un conductor puede ver un vehículo que se aproxima en accidentes de tráfico que estén implicados camiones, el agente tendrá en cuenta el elevado plano visual del conductor y la altura de su vehículo.

11.5. **Deslumbramiento**

En la mayoría de los casos, el deslumbramiento es una circunstancia que no puede determinarse con toda exactitud durante la investigación del accidente, ya que ha desaparecido cuando el investigador llega al lugar del suceso, ya por otra parte, los conductores no lo mencionan generalmente como una causa. El deslumbramiento, sea cual fuere su clase, es un factor difícil de evaluar. Lo mejor que puede hacer el investigador es comprobar si el deslumbramiento en cuestión es una posibilidad o una probabilidad. En ocasiones, sin embargo, si se comprueba un deslumbramiento producido por las luces frontales, será suficiente para probar la negligencia del conductor al no dar la luz de cruce. Por lo general, los vehículos que circulan con las luces de carretera encendidas no suelen verse implicados en el accidente al que contribuyen por la sencilla razón de que desaparecen del lugar. Esto es lo que hace difícil probar el carácter de infracción del deslumbramiento producido por los faros. Las declaraciones de los conductores a este respecto lo

mismo pueden ser verdaderas que falsas, ya que a veces el conductor alega deslumbramiento para enmascarar fallos propios, como salirse de la carretera, debidos a intoxicación, sueño, falta de atención o exceso de velocidad.

En todo caso, no todo deslumbramiento provoca un accidente, depende de la situación. Así, será casi imposible que lo origine en carreteras rectas con arcén, autopistas o autovías, vías iluminadas y en general, aquéllas que bien sean muy anchas, bien permitan mediante iluminación la visión lateral. En cambio; los atropellos a peatones que andan por el arcén o cuneta, los alcances a ciclomotores, motocicletas, vehículos de tracción animal o tractores agrícolas; las salidas de la vía en tramos curvos, si pueden ser debidos a un previo deslumbramiento por luces de carretera. Tampoco debe olvidarse la obligación general que impone a todo conductor reducir su velocidad y detenerse si fuera preciso ante una situación como la que definimos.

El ojo humano, de otra parte, se adapta prontamente a las condiciones de luz existentes, salvo que la edad, enfermedad o ingestión de alcohol o drogas, distorsionen su capacidad de concentración o dilatación de la pupila.

a) *Tipos*

Hay tres clases de deslumbramientos que contribuyen a los accidentes. Dos de ellos, el deslumbramiento por los faros y por retrorreflexión, sólo se producen de noche. La tercera, el deslumbramiento solar es más frecuente a la salida y a la puesta del sol. Algunas clases de deslumbramiento son defectos del vehículo, por ejemplo, un haz luminoso demasiado alto por mal reglaje de los faros. Sin embargo, puede ser un fallo del conductor cuando no da luz de cruce al aproximarse otro vehículo.

b) *Por proyectores de los vehículos*

El deslumbramiento producido por los faros frontales de los vehículos rara vez es causa de colisiones con otros vehículos que circulan en el mismo sentido o de accidentes en giros, así como de algunos otros tipos de accidentes. Es más probable que sea un factor contribuyente en accidentes en zonas interurbanas, derrape o salida de la carretera y choques contra objetos situados a la derecha. Conviene considerar el deslumbramiento como una posibilidad en todos los accidentes nocturnos de esta especie cuando la carretera no esté iluminada o su iluminación sea débil. Buscar pruebas entre los testigos, examinar los vehículos y estudiar el emplazamiento para ver si hubo o no deslumbramiento en el accidente.

El deslumbramiento producido por los faros probablemente no tendrá graves consecuencias si las luces son las de cruce (haz inferior) , excepto cuando los faros

no están bien reglados o el vehículo remonta la cresta de un cambio de rasante. En este último caso, el deslumbramiento no dura mucho tiempo y sólo será posible cuando el tramo de carretera sea recto. Comprobar esto observando los coches que llegan a la cumbre de la pendiente durante la noche y mirar en la misma posición del conductor que sufrió el deslumbramiento.

c) *Por luces fijas*

El deslumbramiento producido por luces fijas o por reflejo, como el alumbrado vial, los anuncios luminosos o luces proyectadas desde varios puntos en determinados casos, pueden cegar a los conductores igual que los faros frontales de los vehículos. Es esta una circunstancia que conviene investigar en muchos accidentes nocturnos, sobre todo en zonas urbanas. Como estas luces no suelen ser tan intensas como los faros de los vehículos, el deslumbramiento que producen no es tan fuerte, por lo que la recuperación de la visión por el conductor es más rápida.

Las luces fijas son más propensas a contribuir a los accidentes cuando interfieren con la visión del conductor por estar alineadas con algo que éste debiera ver (un semáforo, una señal, etcétera). En este sentido, el resultado es casi idéntico al de una obstrucción visual. Los semáforos, por ejemplo, pueden ser muy difíciles de ver si hay alguna luz brillante detrás de ellos.

En otras ocasiones, la luz provoca un error de apreciación al confundir al conductor que equivoca el trazado de la vía pensando que el faro corresponde a un vehículo que circula de frente (una motocicleta, bicicleta o ciclomotor). Las luces de colores, pueden dar la falsa impresión de estar ante un semáforo cuando no es así.

Pongamos un ejemplo:

— Un conductor cruza de noche una intersección, omitiendo la luz roja, en una zona comercial. Normalmente, no suele pasar por aquel lugar. Alega que ni siquiera sabía que hubiera allí un semáforo. Al investigar, se comprueba que desde donde penetró el conductor en la intersección, el semáforo está directamente en línea con un gran anuncio luminoso de neón rojo, de luz viva, colocado en el frontispicio de unos almacenes. El conductor que pasa por allí habitualmente sabe dónde está el semáforo, pero otro que no esté familiarizado con el lugar podía muy bien no verlo; sobre todo si su atención estaba concentrada en los peatones y el resto del tráfico. Este conductor, pues, se pasó la luz roja. Técnicamente infringió el Código y puede ser denunciado. Si el investigador informa de esta circunstancia de deslumbramiento al organismo competente, hará posible que los técnicos tomen medidas para eliminar el peligro, porque, en el caso que discutimos, la denuncia de aquel conductor no resolvería el problema existente.

Otras luces, generalmente provocan distracciones que suelen conducir a accidentes por alcance, despistes o atropellos, debido a que el conductor se siente más

atraído por determinados anuncios, nombres de calles o establecimientos que por la propia conducción. En este caso,no se deberá confundir la mera distracción con el deslumbramiento.

d) *Por el sol*

De día, las consecuencias del deslumbramiento solar pueden ser tan graves como las del deslumbramiento producido por los faros frontales de noche. A menudo pasa inadvertido como causa mediata de un accidente. El agente se enterará de esta circunstancia por las lamentaciones del conductor, pero si éste fallece o resulta herido grave puede pasar desapercibido. El deslumbramiento solar se produce con más frecuencia cuando el sol está bajo y se refleja en los ojos del conductor, circunstancia que suele darse hora y media después de salir el sol o una hora antes de ponerse. El sol tiene que estar prácticamente frente al conductor para crear esta situación; cuando está a un lado o detrás, no suele molestar. Considerar la posibilidad del deslumbramiento solar en todos los accidentes en que el sol esté bajo y frente al conductor, sobre todo en terrenos ondulados. para comprobar esta circunstancia habrá que averiguar, lógicamente, interrogando a los testigos, si lucía el sol en el momento del accidente. El peligro de deslumbramiento solar, igual que el producido por los faros del vehículo, se multiplica en las crestas de pendientes y en las curvas. La luz da de repente en el rostro del conductor cuando remonta una cumbre o tomó una curva; durante varios segundos, el conductor queda cegado, y en este breve lapso de tiempo puede despistarse. Además, cuando el coche está inclinado hacia arriba al remontar una pendiente, sufrirá deslumbramiento solar si el astro está más alto, cosa que no sucedería si circulase por terreno llano. Si existe alguna probabilidad de que el deslumbramiento solar constituya un factor contribuyente, examinar el lugar del suceso en un día de sol y a la misma hora en que ocurrió el accidente, siguiendo el mismo trayecto del conductor que lo sufrió. Puede que este ayude a aclarar alguna de las causas. Este examen «in situ» debe realizarse sin demorarlo muchos días ya que la posición del sol puede cambiar bastante con la estación y desorientar al investigador.

El deslumbramiento solar puede hacer invisibles a peatones, semáforos o señales, incluso puede impedir ver un coche que se aproxime. Es éste, el deslumbramiento solar, el único que puede provocar tales efectos.

Existe otro tipo de deslumbramiento solar, también peligroso, pero afortunadamente raro, que llegará a conocimiento del agente casi siempre a través de conductores y pasajeros. Se trata del reflejo del sol en el parabrisas o en las ventanillas del vehículo. Esto puede ocurrir en cualquier lugar en días soleados. Los reflejos pueden proceder de los cristales del coche, pero también pueden provenir de las ventanas de los edificios e incluso de la superficie del agua. Los reflejos de los

coches en marcha no suelen contribuir a los accidentes porque son breves destellos. Los vehículos aparcados y las ventanas de los edificios son los que originan los reflejos más peligrosos.

11.6. Los colores y la seguridad

En términos de visibilidad conozcamos como resulta sorprendente cómo influye el color del coche que circula por carretera a la hora de la seguridad. Hay determinados colores que, sobre todo durante la noche, y más aún a la hora del crepúsculo, se confunden con las sombras, la línea negra de la carretera o la oscuridad, y se difuminan hasta hacerse muy difíciles distinguir. En esas condiciones el riesgo de accidente se multiplica notablemente, tanto para el coche camuflado como para el que no lo distingue.

Según estudios realizados al respecto, los colores negro, rojo y morado son los más peligrosos en ese sentido; un automóvil pintado de alguno de esos colores ofrece un ángulo visual, a lo sumo, de 36 grados, mientras que el mismo auto pintado en amarillo supera los 45 grados de amplitud angular. Esto quiere decir, en esencia, que un coche amarillo se distingue, en igualdad de condiciones atmosféricas y lumínicas, mucho antes que otro pintado de rojo; el conductor tiene menos tiempo para reaccionar si el coche que se le aproxima de frente es de color rojo, y peor cuanto más oscuro sea el tono.

Es curioso como el rojo ha sido tomado como un color llamativo, hasta el punto de que vehículos como el coche de bomberos hayan adoptado ese color por ser el «más visible». Los últimos estudios científicos nos demuestran lo equivocado que estábamos, pues en una escala de receptividad de colores el rojo se sitúa en decimocuarta posición, por detrás incluso del verde, gris y azul pastel. Según estos mismos estudios, el color rojo produce el efecto de un «adelgazamiento» de la silueta del coche y en las horas del crepúsculo llega a parecer negro.

Lo mismo ocurre muchas veces con el tapizado de los techos. En un coche blanco un techo negro no añade nada a la visibilidad; al contrario, la reduce. También existen techos de vinilo en colores claros para resolver el problema.

Todos los expertos coinciden en señalar el color amarillo limón como el más seguro para la visibilidad en ruta, ya que es el color que mayor intensidad provoca en el ojo humano y, en consecuencia, el que se ve a mayor distancia.

De acuerdo con los estudios llevados a cabo por la casa Mercedes Benz, la escala de perceptividad del ojo humano para los colores (al compararlos con el sulfato de bario, al que se le ha dado un valor del 100 por 100, por ser el compuesto que mayor intensidad lumínica provoca en el ojo humano) es la que queda reflejada en el siguiente cuadro:

ESCALA DE PERCEPTIVIDAD DEL OJO HUMANO PARA LOS COLORES	
Blanco	88
Marfil	77
Amarillo limón	70
Amarillo	61
Amarillo mimosa	55
Amarillo Sáhara	50
Naranja	47
Gris pastel	46
Azul pastel	43
Beige	38
Rojo brillante	38
Verde escocés	36
Rojo inglés	28
Rojo medio	23
Verde musgo	10
Marrón topacio	10
Azul	8
Verde oscuro	6
Negro	5
Azul marino	4

CAPITULO XII

EL VEHICULO COMO FACTOR DEL ACCIDENTE

12.1 Introducción

Del vehículo ya hablamos en el capítulo 2.°, al referirnos a los elementos o factores del accidente. En el presente capítulo nos detendremos en concretar algunos puntos que resultan de interés para la investigación del accidente.

Ya hemos comentado en varias ocasiones que el vehículo no es el factor que en mayor número de ocasiones da lugar a un accidente. Pero también es cierto que, porque es el elemento que en mayor medida sufre las consecuencias del



Fotografía 12.1. El vehículo como factor del accidente.

hecho, por su elevada tecnología y por la falta de preparación del personal investigador en cuanto al examen de los órganos del vehículo entre otras variadas razones, no se posee una información completa que pudiera decir de forma veraz de la verdadera participación de este factor en el accidente.

Diversos estudios realizados, han llegado a conclusiones diferentes aun cuando la tónica es la misma: El vehículo es de los tres elementos intervinientes, el que en menor número de ocasiones participa de una forma decisiva.

Como ejemplo, observemos los resultados de una investigacón realizada por un equipo de la Universidad de Indiana:

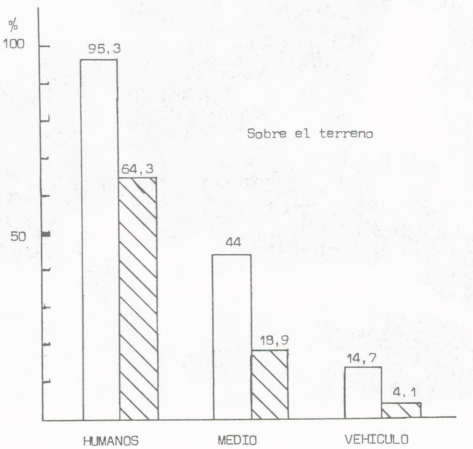
CUADRO 12.I

Factor	Humano (H)	Medio (M)	Vehículo (V)
H	57,1	26,4	6,2
M	26,4	3,3	1,2
V	6,2	1,2	2,4
H + M + V	2,9	2,9	2,9
TOTAL	92,6	33,8	12,7

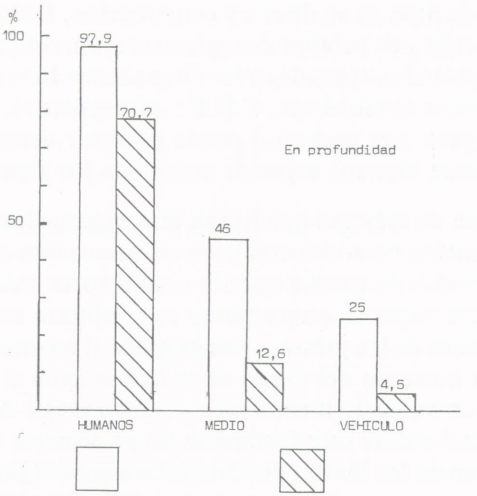
Fuente: Treat et Cols. 1977 (Universidad de Indiana).
(Estudio realizado en profundidad sobre 420 accidentes.)

Obsérvense también los siguientes datos de la investigación de la Universidad de Indiana (cuadros 12.II y 12.III):

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRAFICO



CUADRO 12.II



CUADRO 12.III

Se comparan los resultados de aplicar dos metodologías, la que se ha denominado «sobre el terreno», de carácter más superficial, y la denominada «en profundidad», que permitió analizar una muestra más reducida de accidentes, pero de una forma más rigurosa.

También aparecen las frecuencias de causas con dos niveles de certidumbre. Uno en que las causas se consideraron completamente verificadas y otro en el que se apreciaron como posibles.

Puede observarse lo siguiente:

— Los factores humanos aparecen en todos los casos como causas más frecuentes de los accidentes. Esto concuerda con la mayoría de las investigaciones.
— El vehículo es el factor del sistema que está menos implicado entre las causas de los accidentes.

Es de destacar que cuando el estudio se realiza en profundidad, casi se duplica el número de accidentes en los que el vehículo aparece como causa posible y disminuye en un 30 por ciento el número de causas ciertas debidas al medio.

La enorme diferencia entre las causas que pudieron verificarse y las que considerándose posibles no tuvieron confirmación completa, corrobora la dificultad de constatación a la que se hizo referencia.

Todos los estudios coinciden en que el vehículo interviene, como causa principal o secundaria de los accidentes en un grado menor que los otros elementos, especialmente como causa única o principal y esto se debe sin duda a las importantes

mejoras técnicas introducidas en su diseño y construcción, fruto de la competitividad del sector automoción y de la labor de reglamentación realizada por las Administraciones de los países más avanzados y los Organismos Internacionales (Naciones Unidas: «Reglamentos de Ginebra», C.E.E.: «Directivas»). Las mejoras se incrementan día a día, pero este hecho no puede producir demasiado optimismo. Conviene tener en cuenta algunos aspectos como son los siguientes:

a) La introducción de mejoras que hagan más seguros los vehículos no produce la disminución de accidentes y sus consecuencias que sería lógico esperar. Debe tenerse en cuenta que los conductores reaccionan frecuentemente ante estas mejoras, aumentando su confianza en el vehículo y ampliando los límites de las prestaciones exigidas al mismo, lo que en ocasiones supone un aumento del riesgo en el que se sitúa el propio conductor al cambiar de un vehículo menos seguro a otro mejor desde este punto de vista. Afortunadamente este fenómeno no se produce con carácter general. Con frecuencia los límites de comportamiento seguro de los vehículos actuales son superiores a los que muchos usuarios pueden suponer.
b) Aceptando que el vehículo sea el elemento que menos contribuye como causa de los accidentes, no debe olvidarse que juega un papel muy importante en la magnitud de los daños producidos a las personas o cosas que viajan en su interior o a otras con las que colisiona.
c) La determinación de posibles condiciones técnicas que pudieron disminuir la seguridad del vehículo accidentado, es una tarea difícil, por el estado en que muchas veces queda el vehículo y por la dificultad práctica, y en ocasiones legal, para someter a estos vehículos a un examen técnico riguroso. Esto hace que, con frecuencia, los informes sobre accidentes se limiten a reflejar las causas más evidentes o más fáciles de determinar, que no siempre son las relacionadas con el vehículo, de ahí que muchas estadísticas ofrecen un conjunto de datos que no se corresponden fielmente con la realidad.

En cualquier caso, lo que resulta indudable es que el vehículo, su diseño, construcción y mantenimiento, juega un papel importante en el fenómeno accidente de tráfico y en sus consecuencias.

Por ello debe profundizarse, cuanto sea posible, en el conocimiento de su influencia en este trágico lado oscuro del tráfico rodado, mientras existan muertos y heridos en nuestras carreteras.

12.2. **Seguridad activa y seguridad pasiva**

Ya hemos hablado de estos dos términos en anteriores páginas. Ahora conviene recordarlos y ampliarlos para intentar llegar al conocimiento lo más exacto posible de la participación del vehículo en el accidente. Y seguiremos para todo este estudio el trabajo realizado por Francisco Aparicio, Jesús Fernández y Andrés

García, del Departamento de Ingeniería de Vehículos de Transportes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, en el año 1986 para la Dirección General de Tráfico.

Según el estudio citado, **SEGURIDAD ACTIVA** es:

«Conjunto de condiciones técnicas que contribuyen a evitar o minimizar los actos y comportamientos inseguros del conductor, y del propio vehículo, susceptibles de causar accidentes.»

Entre estas condiciones podemos destacar las relacionadas con las siguientes características y prestaciones:

— Ergonómicas.
— Visibilidad.
— Señalización.
— Sistemas de control.
— Sistemas de aceleración, frenado, dirección.
— Comportamiento dinámico. Estabilidad.
— Fiabilidad de componentes críticos.

Y **SEGURIDAD PASIVA:**

«Conjunto de condiciones técnicas que tienen como finalidad evitar o minimizar los daños producidos a personas o cosas transportadas en el vehículo, o con las que éste puede interaccionar cuando tiene lugar un accidente.»

Los factores más importantes relacionados con la seguridad pasiva de los vehículos son los siguientes.

— Capacidad para soportar impactos (Crashworthiness).
— Retención de los ocupantes.
— Superficies exteriores.
— Superficies interiores.
— Parabrisas.
— Prevención del riesgo de incendio.

En las páginas siguientes analizaremos los puntos enumerados de forma resumida, haciendo referencia a las tendencias que han inspirado e inspiran los diseños de vehículos. El objetivo de este análisis es el de proporcionar una visión general sobre el automóvil, elementos que contribuyen a disminuir el número de accidentes y a aminorar las consecuencias de aquellos que se produzcan.

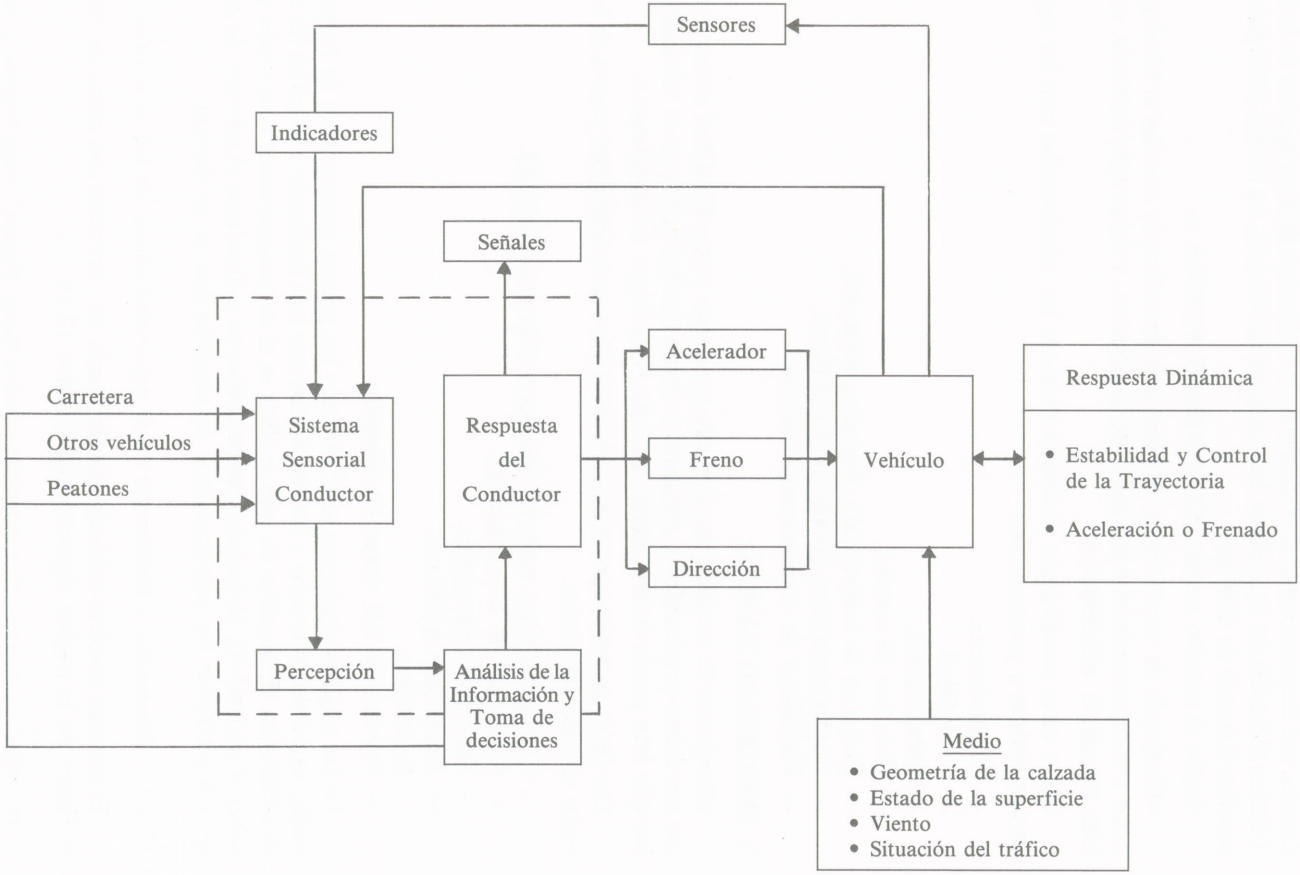
12.2.1. *Elementos y tendencias en la seguridad activa de los vehículos* (*)

El sistema hombre-vehículo-medio puede ser representado como se indica en la figura de la página siguiente del Cuadro 12.IV.

(*) Francisco Aparicio, Jesús Fernández y Andrés García. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. 1986.

CUADRO 12.IV

Diagrama de bloques simplificado del sistema hombre-vehículo-medio



El conductor recibe constantemente un conjunto de informaciones o señales procedentes del exterior: geometría y estado de la carretera, situación de otros vehículos o peatones en la zona por donde circula, etc.

También recibe el conductor otras señales a través del propio vehículo. Unas le son presentadas mediante indicadores adecuados (velocidad, revoluciones del motor, luces o indicadores luminosos conectados, etc.) y otras las recibe directamente por la forma en que el vehículo o alguno de sus órganos interactúa con él (efecto de la fuerza centrífuga en curva, par resistente en el volante al ser girado, etc.).

Toda esta información es recibida por diferentes sentidos y debe ser percibida, identificada y analizada por el conductor para, en base a ella, tomar las decisiones adecuadas en cada momento, «elaborar» una respuesta y actuar sobre el vehículo (a través del acelerador, freno, o sistema de dirección) o avisar a otros usuarios. En muchas situaciones imprevistas, la percepción, toma de decisiones y respuesta, tanto del conductor, como del vehículo, deben producirse en tiempos muy breves para tener oportunidad de evitar un accidente. La seguridad activa afecta a todas estas fases del proceso.

— Las condiciones físicas y psíquicas en que se encuentra el conductor para recibir, elaborar la información, tomar decisiones y actuar sobre el vehículo dependen de factores personales, pero el vehículo influye en el nivel de cansancio, atención o distracción, etc. (condiciones ergonómicas).
— La información que recibe y suministra el conductor del vehículo:
  • Visibilidad.
  • Señalización.
— Control del vehículo a requerimiento del conductor:
  • Sistemas de control.
  • Respuesta dinámica.

Naturalmente, todos los factores del vehículo que afecten a este proceso estarán relacionados con su seguridad activa. Citaremos algunos de ellos.

12.2.1.1. *Condiciones ergonómicas*

Denominamos condiciones ergonómicas a las características del vehículo que facilitan o dificultan las tareas de conducción, afectando al estado físico y psíquico del conductor al interaccionar con la máquina.

Entre las mejoras introducidas en este aspecto podemos señalar, como ejemplos, los siguientes:

— Diseño de asientos, no sólo para eliminar el cansancio, sino también para proporcionar la mayor sujección posible al conductor durante la ejecución de las maniobras más usuales.

— Disminución de deslumbramientos como consecuencia de la iluminación de otros vehículos, que hace aumentar el cansancio y disminuir la visibilidad durante el tiempo en que se produce el cruce. Este problema no está aún resuelto. Se ha investigado el uso de haces de luz polarizada para luz «larga» y visión de los conductores a través de filtros. Este sistema se demostró muy eficaz en la reducción de deslumbramiento, aunque su implantación generalizada resulta muy difícil.

— Se han introducido algunas mejoras, sin embargo, como es el uso de luces asimétricas, con mayor intensidad en la parte derecha de la calzada, o los dispositivos de reglaje de faros desde el interior del vehículo, para compensar el efecto del estado de carga. Téngase presente que el solo hecho de ocuparse los asientos traseros puede hacer variar un grado la inclinación del vehículo, lo que puede modificar la intensidad del deslumbramiento entre un factor 4 a 18.

— Las luces interiores y de indicadores se optimizan para reducir efectos negativos, instalando algunos vehículos sistemas de regulación de intensidad.

— El nivel de ruido y las condiciones ambientales de temperatura, aireación, etc., influyen también en el nivel de cansancio del conductor y de forma más o menos indirecta, en la seguridad activa. También en este aspecto se ha introducido notables mejoras.

12.2.1.2. *Visibilidad*

La mayor parte de las informaciones que recibe el conductor mientras conduce son visuales, de ahí que las mejoras introducidas se hayan orientado a incrementar el campo de visión directo e indirecto:

— Incremento de áreas acristaladas.

— Instalación de espejos retrovisores y optimización de éstos y sus sistemas de orientación desde el interior de los vehículos (Fotografía 12.II).

— Asegurar una buena iluminación delantera evitando los problemas de deslumbramiento antes aludidos, aunque, como se dijo, aún no tiene una solución del todo satisfactoria.

— Mejora de los sistemas limpiaparabrisas y lunetas térmicas, etc.



Fotografía 12.2. Espejo retrovisor. Importante elemento de Seguridad Activa.

12.2.1.3. *Señalización*

El vehículo dispone de un avisador acústico, que suele utilizarse en forma relativamente excepcional y de indicadores luminosos de uso más frecuente:

— De posición.
— De dirección (intermitentes).
— De pare (indicando la acción del freno).

En general estos sistemas son satisfactorios, a excepción de la indicación de cambio de velocidad, que se limita a señalar si el freno está siendo actuado (encendido de luces rojas, más brillantes que las de posición, en la parte posterior). Por una parte, la indicación se basa en el cambio de intensidad sobre un mismo color, lo que no siempre es adecuado dada la escasa capacidad de un cierto número de personas, para apreciar este cambio. Por otra parte, no existe información en los casos de aceleración, velocidad constante, y tampoco del grado de aceleración o deceleración.

La señalización interior, mediante indicadores analógicos o digitales, de diferentes parámetros de circulación y de funcionamiento de los sistemas, se ha ido ampliando y mejorando progresivamente. Dispositivos indicadores de desgaste de zapatas, puertas defectuosamente cerradas, etc, se han ido sumando a los tradicionales, incluso en vehículos relativamente económicos.

La proliferación de indicadores tiene el inconveniente de requerir un tiempo mayor de comprobación de sus señales, esta es la razón por lo que se ha instalado

un avisador general (light warning master) que tendría como misión alertar al conductor si cualquiera de los indicadores está señalando un comportamiento defectuoso en el correspondiente sistema.

12.2.1.4. *Sistemas de control de vehículos*

Los sistemas sobre los que actúa el conductor para controlar al vehículo son el de aceleración, frenado y dirección.

Los dos últimos han experimentado importantes mejoras mediante los sistemas asistidos, que permiten disminuir el esfuerzo muscular necesario para realizar la operación correspondiente, ganando en precisión.

Los dos primeros sistemas asistidos disminuyeron la resistencia del elemento a la acción del conductor, de tal forma que éste no recibía la adecuada retroalimentación para precisar el límite exacto de su acción. Esto se ha corregido y un sistema de dirección asistida, por ejemplo, ofrece un par resistente al giro del volante que aumenta proporcionalmente con la aceleración lateral que el vehículo soporta, lo cual alerta al conductor, del esfuerzo lateral a que está sometido el vehículo.

De todos modos, y como es sabido, los sistemas asistidos deben poder funcionar aunque exista una avería que anule la ayuda que proporciona la energía mecánica, en este caso será preciso aplicar una mayor fuerza muscular.

12.2.1.5. *Comportamiento dinámico del vehículo*

Las actuaciones del conductor sobre los sistemas de control del vehículo se traducen en una reacción de éste, regida por las leyes de la dinámica y afectada por las condiciones de la calzada. Podemos distinguir fundamentalmente dos aspectos: la dinámica longitudinal y la dinámica transversal.

La *dinámica longitudinal* se traduce en los procesos de aceleración y frenado. En relación con el primero, lo que se exige al vehículo, desde el punto de vista de la seguridad, es potencia suficiente para poder acelerar en breves espacios de tiempo cuando sea preciso realizar maniobras de emergencia para «escapar» de una situación de peligro, o para minimizar los tiempos invertidos en otras maniobras como las de adelantamiento. Los vehículos, tras las mejoras introducidas en los motores, disponen de potencias muy elevadas en relación con su peso. El problema se plantea, en ocasiones, por lo contrario, es decir, por un uso inadecuado por parte de los conductores, de esa capacidad de aceleración.

En relación con el *sistema de frenos,* las mejoras se han venido sucediendo para aumentar la capacidad de frenado (menor distancia recorrida), aumentar la estabilidad del vehículo en frenadas bruscas y hacer más fiables los sistemas, evitando que una avería fortuita los inutilice. En este sentido, el uso de frenos de disco,

la instalación de doble circuito, protecciones y avisadores de avería en sistemas hidráulicos y neumáticos y los sistemas antibloqueo, han contribuido muy notablemente a incrementar la seguridad activa de los vehículos.

Estas mejoras son bien conocidas en su mayoría, por ser de uso frecuente en los vehículos actuales, por ello nos vamos a limitar a comentar brevemente los sistemas antibloqueo.

SISTEMAS ANTIBLOQUEO DE RUEDAS (ABS)

Cuando las ruedas de un vehículo se bloquean, como consecuencia de una frenada muy severa, toda la capacidad adherente en el contacto neumático-pista se «consume» en dirección longitudinal, en consecuencia, se produce prácticamente una pérdida total de adherencia en sentido lateral, por lo que cualquier acción sobre el vehículo en esta dirección (fuerza centrífuga en curva, viento lateral, etc.) hará que se desplace lateralmente. Este movimiento lateral resulta siempre peligroso, aunque este peligro varía según sea el eje del vehículo cuyas ruedas bloquean. Ordenando los ejes de menor a mayor peligro potencial, en caso de bloqueo resulta:

En vehículos de dos ejes: eje delantero-eje trasero.

Tractor y semirremolque: eje delantero-eje semirremolque-eje trasero del tractor.

En el caso de bloqueo del eje trasero de un vehículo de dos ejes se puede producir el efecto denominado «cabeza-cola» con giro total del vehículo respecto a un eje perpendicular a la calzada, en un proceso inestable de la dirección que el conductor no puede controlar.

Algo análogo se produce cuando bloquea las ruedas traseras del tractor, en el caso de composición tractor-semirremolque. En este caso ambas partes tienden a «plegarse» una sobre la otra.

Es un comportamiento conocido como efecto «navaja» o «tijera».

Los otros bloqueos conducen a una cierta falta de control de la dirección con posibilidades de ser corregida, pero también peligrosa.

De lo anterior puede deducirse el enorme riesgo que produce el bloqueo de ruedas, que es causa de gran número de accidentes.

Los sistemas antibloqueo vienen a resolver este problema y a mejorar otros. Consisten, fundamentalmente, en una unidad de control que recibe información de un captador, generalmente tacométrico, situado en cada rueda. La unidad de control verifica el valor de la deceleración angular en caso de frenada y cuando ésta o la velocidad adquieren valores que indican que el punto de bloqueo está próximo, actúa sobre los cilindros de freno de la correspondiente rueda, disminuyendo la presión y, por tanto, el par de frenado, a un valor inferior al que produce bloqueo.

El comportamiento es el que se indica en las FIGURAS 12.I y II.

a) *Antecedentes*

El ABS es una innovación técnica en la seguridad activa de los automóviles que, fundamentalmente, persigue impedir que las ruedas se bloqueen ante una situación persistente del conductor sobre el sistema de frenado.

Se ha mantenido que supone un avance cualitativo sólo comparable a la instalación del cinturón de seguridad, si bien ésta, medida en el ámbito de la seguridad pasiva.

El sistema se presentó por primera vez en el salón de Francfurt de 1969, su comercialización no se inicia hasta el año 1989.

En 1974, Wabco-Westinghouse y Daimler-Benz suscribieron un acuerdo de cooperación a efectos de fabricar un Sistema Antibloqueo de Ruedas; nace la primera generación de proceso de señales analógicas y parcialmente integrado, si bien excesivamente voluminoso.

Por otra parte, Bosch inicia en 1978 la fabricación en serie de un sistema ensayado desde 1964.

En el momento actual, existen diferentes marcas que montan los diversos vehículos, así: Audi, BMW, Citroën CX, Ferrari, Fiat Croma, Lancia Thema, Opel Ascona y Rekord, Porsche 928/944/951, Renault 25, Volvo 760 utilizan el *sistema Bosch;* Citroën BX, Ford Scorpio, Renault 21, usan el *Teves;* Mazda, Mitsubishi y Nissan, el *Nippon ABS* y Porsche 959 el *Westinghouse* (DIMETAL).

Interpretación de las Figuras 12.I y 12.II:

Frenada a fondo con velocidad uniforme:

1) Sin dispositivo automático de antibloqueo (ABV):
   Todas las ruedas se bloquean, vehículo no maniobrable, deslizamiento.
2) Con ABV de 1 canal (regulador de eje trasero):
   Las ruedas delanteras se bloquean, vehículo no maniobrable.
3) Con ABV bicanal (reguladores en diagonal):
   Todas las ruedas giran, eje trasero infrafrenado, mayor distancia de frenado.
4) Con sistema de antibloqueo de regulación electrónica:
   Todas las ruedas giran, frenada óptima, el vehículo permanece maniobrable y en dirección estable.

El grado de equipamiento del total de vehículos en Europa Occidental es ya de un 10 por 100 aproximadamente, en tanto que en Estados Unidos y Japón se han alcanzado unas cotas del 2,5 por 100 y 2 por 100 respectivamente.

No debe confundirse con el sistema ASR (Regulación Antideslizamiento de la tracción) que evita el deslizamiento de las ruedas motices en arrancada

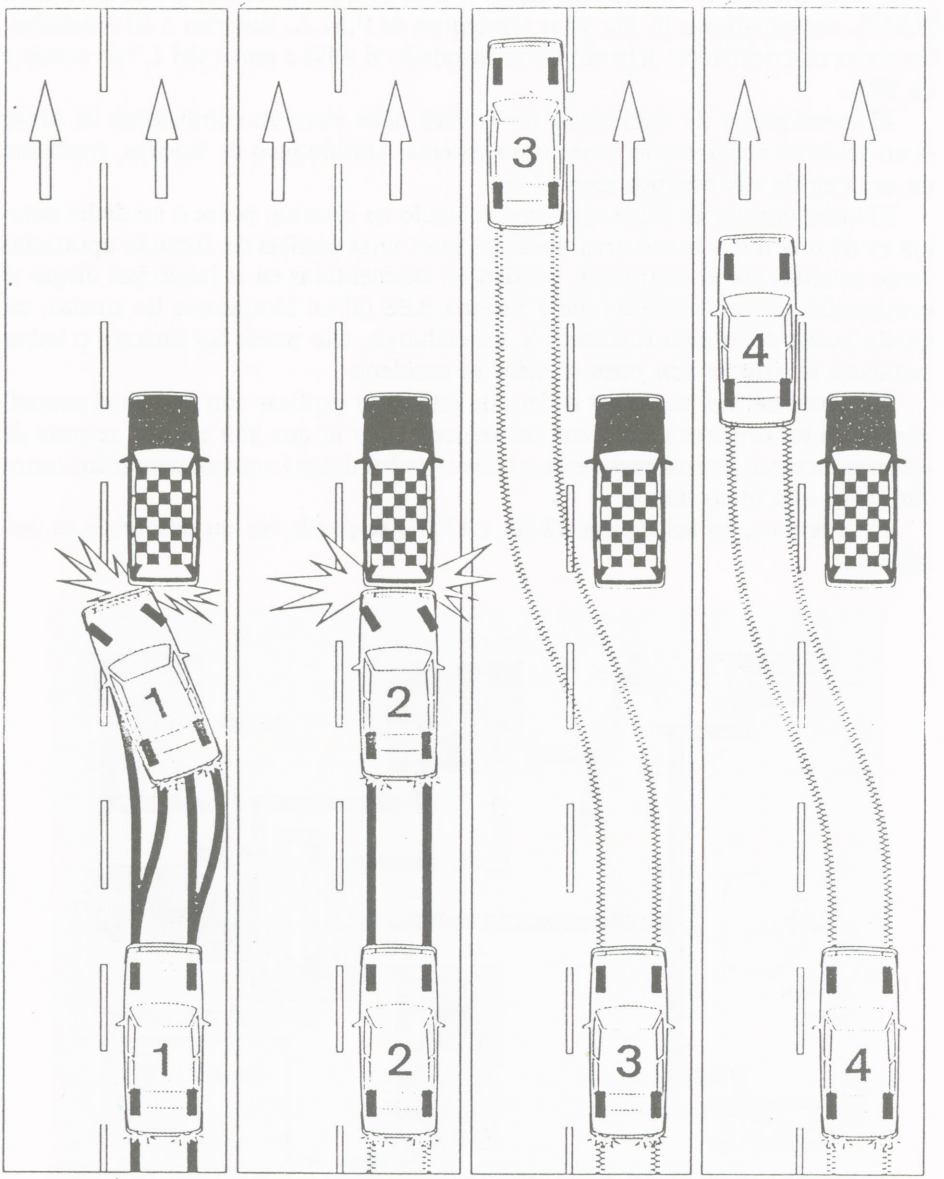


Figura 12.II *Fig. 12.I*

b) *Situación normativa*

En los Estados miembros de la CEE y a tenor de la PREG. 71/320, los autocares y autobuses cuyo P.M.A. sea superior a 12 Tn., los camiones y tractores cuyo P.M.A. sea superior a 16 Tn. y los remolques de P.M.A. superior a 10 toneladas, de nueva matriculación deberán llevar instalado el ABS a partir del 1.° de octubre de 1991.

El investigador de Accidentes de Tráfico debe estar en condiciones de saber si un vehículo accidentado posee o no sistema Antibloqueo de Ruedas, mediante un examen de sus órganos mecánicos.

El hacer constar en diligencias si el vehículo en cuestión posee o no dicho sistema es de una importancia trascendental pues unas huellas de frenada aportadas como pruebas por el instructor, pueden ser desmentidas en el juicio por alegar el propietario que su vehículo poseía sistema ABS (al no bloquearse las ruedas, no queda huella de caucho fundido). Y sin embargo, ello puede ser incierto o haber instalado el sistema *con posterioridad* al accidente.

No obstante, no puede ser objeto de este libro explicar con detalle el conocimiento de los órganos mecánicos del vehículo, por lo que aún cuando se trate de un tema de tanto interés como este, el investigador deberá complementar los conocimientos con otros textos.

No obstante, en las figuras 12.III y 12.IV, se puede ver un dibujo de su instalación.

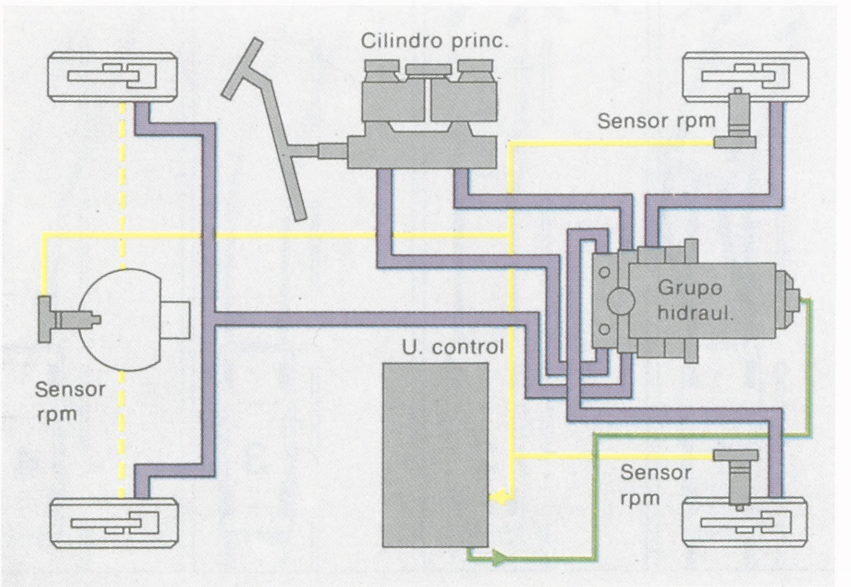


Fig. 12.III. Principio de funcionamiento del sistema anti-bloqueo.

Sistema antibloqueo ABS

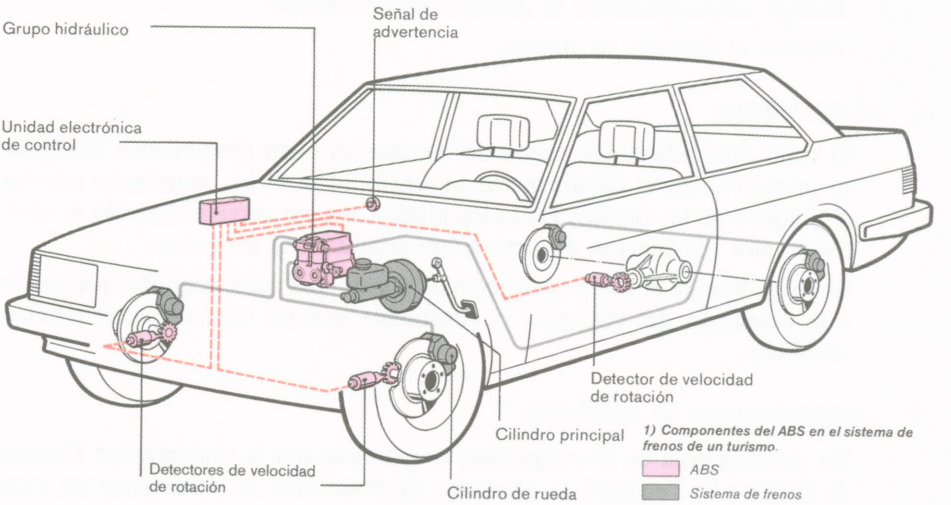


Figura 12.IV

c) *Ventajas del sistema*

a) Su elevada fiabilidad. Una posible avería en el Sistema no influye en el sistema convencional, y viceversa, una avería en la instalación normal no afecta al circuito de ABS.

b) El vehículo sigue siendo maniobrable en una situación de conflicto (fig. 12.I y 12.II). En un sistema de frenos convencionales, cuando las ruedas se bloquean, la dirección no responde a las intenciones del conductor, vehículos 1 y 2, en tanto que con el ABS, con independencia de la frenada intensa se conserva la posibilidad de manejar el vehículo.

c) Se alcanza una notable mejora en el comportamiento de los neumáticos sobre suelos de pequeña o escasa adherencia (hielo, nieve, agua, gravilla, etc.) en los que, el bloqueo de ruedas hace mucho más deslizante al vehículo.

d) Cuando dos ruedas circulan sobre elementos de diferente adherencia, al aplicar los frenos y encontrar los neumáticos diversa adherencia, se suele provocar un deslizamiento lateral indeseado del automóvil. Si el mismo, se halla dotado de ABS, al disponer cada rueda de su propio control individual de bloqueo, se conserva plenamente la manejabilidad del sistema de dirección.

e) Se reducen las distancias de frenado de modo especial en suelos de baja adherencia.

f) Reduce ostensiblemente el desgaste de neumáticos.

g) Permite el frenado en curvas.

d) *Inconvenientes*

— El conductor adiestrado capaz de obtener un buen rendimiento mediante su presión sobre el pedal, pierde la sensibilidad de los momentos previos al bloqueo de las ruedas. De todos modos, este inconveniente sólo es reseñable para conducción deportiva con conductores avezados.

— En nieve blanda el freno convencional forma una cuña pequeña que ayuda a la detención del vehículo, circunstancia que no ocurre con el sistema estudiado.

e) *Comportamiento en accidentes*

— En un programa de investigación, coordinado por la Universidad Técnica de Berlín y la Facultad de Medicina de Hannover, se analizaron un total de 182 accidentes y se llegó a las siguientes conclusiones:

a) En el supuesto de hallarse dotados con sistema ABS, los daños materiales hubiesen sido un 25 por 100 menores; se habrían evitado un 28,2 por 100 de daños personales y el número de accidentes se hubiese reducido en un 7,1 por 100.

b) Otras opiniones más optimistas llegan hasta un 15 por 100 de evitabilidad en la tasa de accidentes, cifra un tanto excesiva, si bien es reseñable el porcentaje de casi un 30 por 100 en la disminución de la lesividad.

c) Como puede apreciarse en la figura 12.I, al mantenerse la gobernabilidad del vehículo a pesar de mantener la presión del pedal a fondo, los alcances y otro tipo de colisiones pueden soslayarse, circunstancia que no puede presentarse en condiciones normales.

f) *Distancias de frenado*

— Es conocido que la distancia de frenado varía de acuerdo con la intervención de múltiples factores, tales como adherencia del firme, presión de frenado, estado de la calzada, carga, pendiente de la carretera, velocidad, etc.

— Cuando se acciona el sistema de frenado la adherencia entre el neumático y la carretera aumenta progresivamente (figura 12.V) y alcanza un valor máximo cuando el deslizamiento de la rueda llega a valores próximos al 30 por 100. Si se sigue frenando, la rueda se bloquea y la adherencia disminuye, aumentando por ende, la distancia de frenado.

— Para determinar la eficacia de frenado, las experiencias se realizan midiendo la deceleración que sufre el vehículo hasta que la velocidad es igual a cero.
— Los gráficos son similares a los que se aprecian en la figura 12.VI. En el eje de las ordenadas se encuentra la deceleración en m/segundos, en el de las abcisas el tiempo en segundos. El espacio se calcula lógicamente hallando la integral correspondiente.

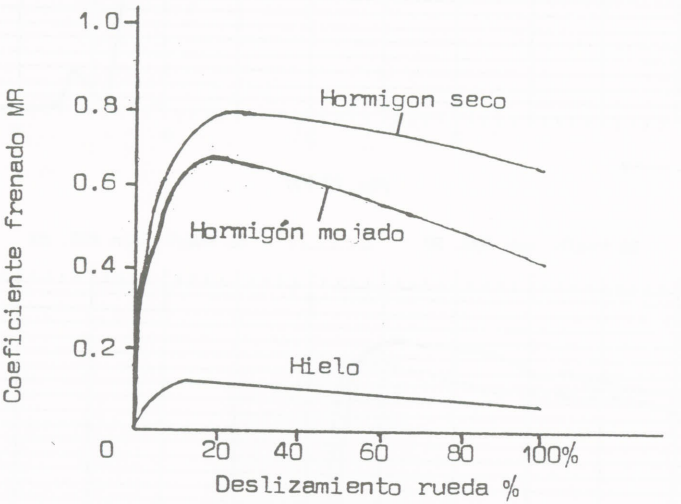


Figura 12.V. Interdependencia del coeficiente de fuerza de frenado y desplazamiento de rueda en varias superficies de carretera.

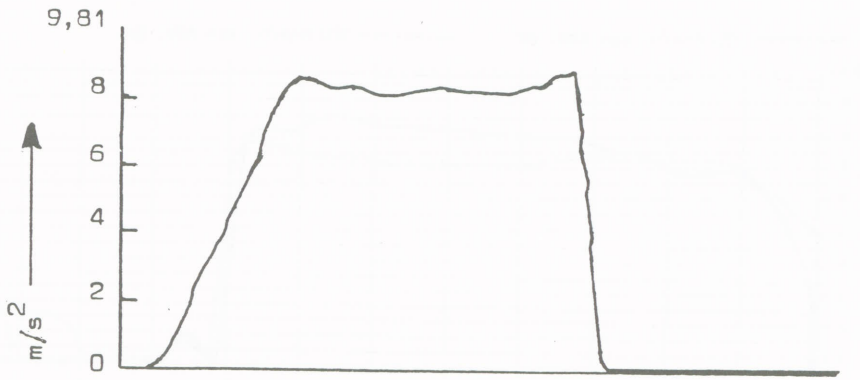


Figura 12.VI

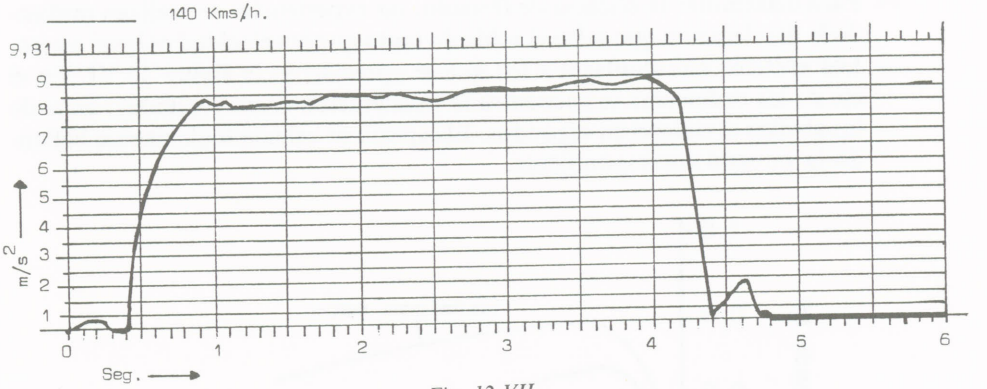


Fig. 12.VII

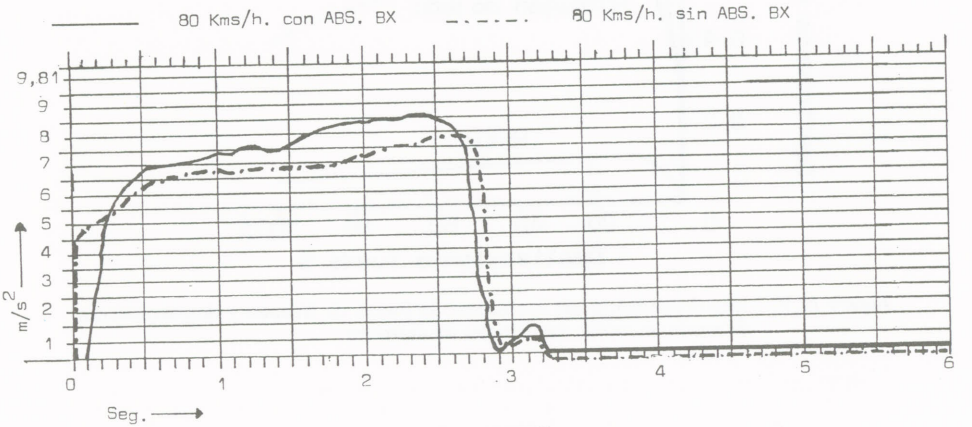


Fig. 12.VIII

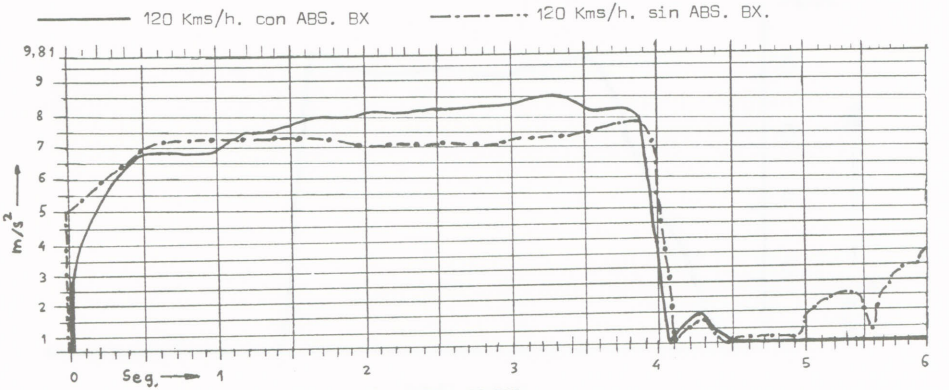


Fig. 12.IX

— En la figura 12.VII se aprecia la curva que efectuó en la frenada un Mercedes, modelo 350 con ABS y velocidad de inicio de 140 Km/hora. En ella se puede observar que el tiempo de detención es de 4 segundos y 4 décimas, se obtiene una deceleración máxima que se aproxima a 9 m/segundos, lo cual supone un inmejorable rendimiento. La distacia de frenado alcanzada fue de 105 metros.

— En las figuras 12.VIII y 12.IX se puede comparar el comportamiento entre dos vehículos idénticos (Citroën BX) con dos curvas diferentes la *1* a la velocidad de comienzo de frenada de 80 kilómetros/hora, y la *2* con la inicial de 120 Km/h. El espacio obtenido mediante la integral de la curva así como la medición directa demostraron que el rendimiento en la eficacia se aproxima al 10 por 100. El máximo valor de deceleración sin ABS se halla en la cota de los 8 m/segundo, en tanto que en la frenada con ABS la deceleración se aproxima a 8,7 metros/segundo.

— Concluyendo, se ha confirmado que la distancia de frenado en un vehículo dotado con sistema ABS, es inferior al sistema convencional.

g) *Huellas*

— Uno de los problemas que va a plantear para el investigador de accidentes, la implicación de un vehículo dotado de ABS va a ser la ausencia de huellas de deslizamiento por bloqueo de ruedas (frenada). En supuestos de firmes de gran adherencia (superior a 0,6) y con neumáticos en buen estado se aprecia al culminar la trayectoria el sombreado denominado *raspadura de neumático* producido por desprendimiento ligero de partículas de goma y adheridas al firme, sombreado que es idéntico al que se produce en los sistemas convencionales al inicio del bloqueo de la rueda.

— En condiciones adecuadas —ligera suciedad del pavimento— también se podrá apreciar la *barredura,* provocada por el neumático al «barrer» en su trayectoria las partículas de polvo y otros elementos existentes en el firme.

— En otros supuestos, no generales, pero si frecuentes, la incrustación de objetos —piedras, metales, etc.— en la escultura de la banda de rodamiento, ocasiona una ligera herida en el pavimento denominada *raspadura,* útil en el caso de presentarse en una deceleración con ABS para reconstruir la trayectoria previa e inmediata al momento o punto clave del accidente.

— La posibilidad que tiene el conductor de un vehículo dotado con ABS de variar la dirección del vehículo instantes antes de la colisión o atropello, a pesar de ejercer la debida presión sobre los frenos, implicará para el investigador un cambio en el planteamiento del análisis de la trayectoria del vehículo. Deberá apoyarse en otros datos, sin olvidar el conjunto de principios y leyes físicas que imperan en el movimiento de los cuerpos, a la postre, básicos en todo intento de reconstrucción del suceso.

— Donde se pierde un dato trascendente es en el cálculo de la velocidad en el momento del inicio de la maniobra evasiva de frenado, no así en el de la residual en el instante de la colisión puesto que los daños y desperfectos en unión del desplazamiento posterior siguen siendo los indicios fundamentales. Para el cálculo de la velocidad inicial, el investigador deberá acudir a otros elementos tales como el discodiagrama del tacógrafo en el supuesto de ser utilizado, manifestaciones, confrontaciones de puntos de percepción real o posible, y otros indirectos tales como categoría de la vía del vehículo, trazado y planta, intensidad de circulación, etc., todo ello cuando el interés de dicho cálculo prime sobre cualquier otro extremo para la determinación de la causa eficiente.

La dinámica transversal afecta al comportamiento lateral del vehículo. En el punto anterior ha sido comentado el caso de pérdida de estabilidad y movimiento lateral con alto riesgo, en el caso de frenada con bloqueo de ruedas. Es un caso en que la dinámica longitudinal y lateral del vehículo aparecen íntimamente relacionadas.

En general, la inestabilidad direccional del vehículo se caracteriza porque una alteración capaz de desviarle de la trayectoria prevista, conduce a un estado en que dicha desviación aumenta progresivamente, autoexcitada por la energía puesta en juego y sin que el conductor pueda evitarlo, actuando sobre los sistemas de control, una vez que se pasa de cierto estado límite. Por ello la estabilidad o inestabilidad del vehículo influye notablemente en su seguridad. En general se manifiesta.

— En giros.
— Por acción del viento lateral.

Y tienen gran importancia en dicho comportamiento:

— Los neumáticos: tipos, presiones de inflado, posibles diferencias entre neumáticos de un mismo eje y entre diferentes ejes.
— Diseño y componentes de la suspensión.
— Barras estabilizadoras.
— La posición del centro de gravedad y su alterabilidad con la carga.
— Los diseños aerodinámicos.

En todos estos aspectos se han producido importantes mejoras. La evolución de los neumáticos constituye un ejemplo: uso de neumáticos radiales, neumáticos sin cámara, perfiles rebajados, uso de nuevos compuestos de goma y diseños de banda de rodadura, etc. Actualmente se pretende optimizar diferentes soluciones de neumáticos que disminuyan los efectos negativos de los reventones.

12.2.1.6. *Fiabilidad de los componentes críticos*

Resulta evidente que por excelentes que sean los criterios que inspiran los diseños de vehículos con vistas a la seguridad, poco éxito tendrían estos, si los componentes fundamentales de los diferentes sistemas no fuesen capaces de soportar los esfuerzos a los que son sometidos y cumplir fielmente su función con una mínima posibilidad de fallo. Realmente los niveles de fiabilidad de los componentes que más pueden afectar a la seguridad, es muy alto. En los casos en que un fallo puede producir situaciones de alto riesgo, como es el caso del sistema de frenos, se arbitran dispositivos, como el doble circuito que admite la avería de uno de ellos manteniendo la capacidad total o parcial de frenado del vehículo.

Pese al panorama optimista anteriormente expuesto, refiriéndose al diseño y fabricación de los vehículos, es imposible descartar los fallos fortuitos, pero sobre todo, el desgaste y envejecimiento de los componentes, unido a un mantenimiento, muchas veces defectuoso, hace que puedan presentarse gran número de condiciones de riesgo.

Circular con neumáticos o pastillas de freno desgastadas, montar en uno de los ejes neumáticos distintos e incluso circular con presión de inflado diferentes a los recomendados, puede ser ejemplo de condiciones de alto riesgo, relativamente frecuentes en nuestro parque automóvil.

12.12.2.2. *Elementos fundamentales y tendencias en la seguridad pasiva de los vehículos*

No nos detendremos tanto en el estudio de los elementos fundamentales en la seguridad pasiva como en los de la seguridad activa por problemas de extensión, pero sí resaltaremos los puntos más importantes.

Las ideas fundamentales que inspiran las mejoras de seguridad pasiva de los vehículos pueden resumirse en los puntos siguientes:

a) El compartimento ocupado por viajeros y conductor debe ser capaz de soportar impactos de cierto nivel conservando, después de la deformación, un espacio residual de supervivencia.

b) Los pasajeros deben ser «retenidos» para evitar su eyección al actuar sobre ellos aceleraciones debidas a frenazos bruscos o choques, en este último caso pueden llegar a alcanzarse valores de cientos de m/s_2.

c) Las superficies interiores del compartimento de pasajeros y parabrisas deben reunir características mecánicas y geométricas capaces de minimizar los daños sufridos por las personas que choquen con ellas a pesar de las condiciones indicadas en el punto anterior.

d) Las superficies exteriores de los vehículos han de diseñarse de forma que se reduzcan, lo más posible, los efectos negativos ocasionados a otros vehículos con los que pudiera chocar, o a peatones.
e) Debe preverse el riesgo de incendio, no sólo cuando el vehículo sufre un accidente, sino también por otras causas.
f) Evacuación rápida de los viajeros en caso de accidente.

A continuación enumeramos algunas de las mejoras que han venido introduciéndose en los vehículos de acuerdo con las anteriores ideas.

12.2.2.1. *Resistencia de la estructura*

Cuando el vehículo recibe un impacto, bien sea contra otro vehículo, contra objetos rígidos situados junto a la carretera, o contra el suelo en accidentes de vuelco, su estructura debe absorber una elevada energía que se traducirá en deformaciones de su estructura y otros elementos.

Tal deformación debe estar limitada en la parte correspondiente al compartimento de pasajeros, para que estos no sean «aplastados» dentro del mismo.

Por otra parte, la absorción de energía obliga a que existan elementos que experimenten deformaciones plásticas de cierta consideración.

Las dos exigencias anteriores se conjugan de forma generalmente satisfactoria en los turismos actuales.

A las anteriores medidas hay que añadir los sistemas de sujeción y bloqueo de puertas que, además de quedar asegurados contra aperturas involuntarias, deben soportar impactos sin abrirse.

12.2.2.2. *Retención de los ocupantes*

Asegurada la existencia de un espacio residual de supervivencia en el comportamiento de pasajeros,la siguiente medida es evitar la eyección de éstos, como consecuencia de las fuertes aceleraciones a que pueden estar sometidos. Las medidas fundamentales son:

— Uso de cinturones de seguridad.
— Resistencia de asientos y sus anclajes.
— Reposacabezas.

Aunque algunos usuarios siguen desconfiando de la importancia del cinturón de seguridad en la disminución de las consecuencias dañosas de los accidentes, este hecho está hoy totalmente demostrado para la mayoría de los accidentes.

Pese a todo ello y a ser de uso obligatorio (en algunos países incluso circulando en ciudad) muchos usuarios eluden su uso y no han faltado diseños de disposi-

tivos, e incluso que impidan el arranque del vehículo, si los cinturones no están abrochados.

Al cinturón de seguridad cabe arbitrar una ventaja complementaria. Es frecuente que tras un impacto inicial siga un movimiento más o menos descontrolado del vehículo, que puede conducir a situaciones de alto riesgo para él u otros usuarios de la carretera. El cinturón de seguridad contribuye a mantener al conductor en posición normal y, en consecuencia, aumenta la probabilidad de que pueda actuar para controlar el vehículo. Aunque sólo se ha generalizado en los asientos delanteros, en los que los ocupantes del vehículo viajan más expuestos, va aumentando el número de los instalados en los asientos traseros.

12.2.2.3. *Superficies interiores y vidrios*

Todas las superficies interiores del compartimento de viajeros, y especialmente las que con más probabilidad puedan recibir el choque de alguna parte del cuerpo en caso de accidente, deben ser capaces de absorber parte de la energía puesta en juego, y no disponer de aristas u otras formas cortantes o punzantes.

En este sentido se ha prestado gran atención al diseño del salpicadero, interiores de puertas y los asientos, como se indicó en el punto anterior.

El volante fue durante mucho tiempo un elemento peligroso para el conductor, en el caso de colisiones frontales, debido a la rigidez de la columna de la dirección. Actualmente se diseñan columnas articuladas o con elementos deformables intercalados, de modo que ante un impacto pierden su posición o su rigidez y evitan lesionar al conductor en el pecho o abdomen.

Otro elemento de gran importancia en la seguridad pasiva, con influencia también en la seguridad activa, es el parabrisas. Se exigen de él dos propiedades fundamentales en caso de impacto: que su rotura no produzca elementos punzantes o cortantes y que conserve un cierto nivel de transparencia para que su rotura no impida totalmente la visibilidad. Los actuales vidrios laminados, con un material plástico intercalado entre dos láminas de cristal cumple sólo parcialmente estas funciones; evitan la proyección de trozos de vidrio que pueden ser altamente peligrosos pero la visibilidad no queda asegurada.

Los vidrios de las ventanas suelen ser templados, gozan de gran resistencia y menor coste que los laminados. En caso de impacto rompen en pequeños trozos que pueden causar lesiones, especialmente en los ojos. La rotura de estos vidrios en caso de accidente puede servir para facilitar la evacuación de los pasajeros. En vehículos de grandes dimensiones (autobuses y autocares) las ventanas, sin vidrios laminados, pueden ser consideradas como salidas de emergencia sin más requerimientos que el estar adecuadamente señalizadas y colocar junto a ellas un elemento (martillo) que facilite su rotura.

12.2.2.4. *Evaluación rápida de viajeros en caso de accidente*

Este factor puede afectar considerablemente a la gravedad de los daños producidos en determinados accidentes, especialmente si se produce un incendio y tiene una mayor importancia en los autobuses y autocares. Para estos se establecen exigencias muy precisas en cuanto al número, tamaño, accesibilidad y apertura de las salidas de emergencia. Las puertas de servicio deben poder ser abiertas desde dentro y desde fuera fácilmente para ser consideradas como salidas a estos efectos. Las ventanas de socorro, ya citadas, trampillas de evacuación en el techo, si existen, y las puertas de emergencia, están sujetas, igualmente, al cumplimiento de condiciones especiales que faciliten su utilización en caso de accidente. Todas estas prescripciones están contenidas en el Reglamento número 36 de Ginebra.

En autobuses de dos pisos, las escaleras de comunicación entre niveles se consideran salidas en caso de emergencia y se autorizan las ventanas de socorro en el piso superior, aunque la altura sobre el suelo, si el vehículo permanece en posición normal, es demasiado grande para una evacuación rápida y segura, de personas con facultades físicas no demasiados buenas. Aunque se está tratando de desarrollar sistemas de rampas neumáticas o similares, es un problema no resuelto por el momento.

12.2.2.5. *Otros elementos de seguridad pasiva*

— *Superficies exteriores:* Que no causen grandes daños a peatones o vehículos con los que colisionen.
  - Que absorban el máximo de energía mediante deformación.
  - Que su forma no sea «agresiva».

— *Prevención de riesgo de incendios.*
  - Protección de instalación eléctrica: Secciones de cables, aislamientos de fusibles, etc.
  - Evitar que las conducciones de combustible pasen por encima de órganos que alcancen temperaturas elevadas.
  - Depósito de combustible aislado del compartimento de viajeros, resistir presión, presentar poco derrame en caso de vuelco, etc.
  - Etc.

RESUMEN

Se han citado los principales factores que influyen en la seguridad activa y pasiva de los vehículos automóviles y también se han ofrecido algunos ejemplos de mejoras incorporadas en los últimos años, y de problemas que aún no están re-

sueltos. De todo lo anterior puede concluirse que en el esfuerzo de investigación y reglamentación realizado hasta el momento ha sido muy importante, pero también que queda mucho camino por recorrer. La investigación de accidentes constituye una herramienta imprescindible para seguir avanzando puesto que, como es bien sabido, difícilmente puede resolverse un problema cuyas causas no se conocen, y la manera de conocer como pueden evitarse o reducirse los accidentes y sus consecuencias es investigar sus causas y consecuencias con rigor (*).

12.3 Partes defectuosas o dañadas

Entrando ya de lleno en el tema de la investigación del accidente con el fin de averiguar sus causas,el vehículo o vehículos implicados han de ser examinados detalladamente por el investigador con una múltiple finalidad:

1.ª Comprobar si el estado anterior deficiente o defectuoso de alguno de sus elementos de Seguridad Activa, ha contribuido a producir el accidente.

Ejemplo: Comprobar si funcionaba antes del accidente de forma eficaz el sistema de frenado.

2.ª Hacerse una idea de cómo ha ocurrido el accidente observando los daños existentes en los vehículos y/o personas confrontándolos unos con otros. (Deducción de líneas de fuerzas actuantes).

Ejemplo: Si un vehículo tiene todos los daños en la parte frontal y otro en la parte posterior y no hay más vehículos implicados, ya sabremos que se trata de una colisión por alcance.

3.ª Comprobar qué daños son anteriores al accidente (el vehículo ya los tenía anteriormente), y qué daños se ha producido como consecuencia del mismo.

4.ª Comprobar qué partes de los vehículos han causado las lesiones en las personas y por qué. Contrastar dichas lesiones en las personas con los daños en los vehículos y casarlos. Puede ser que las lesiones de las personas hayan sido causadas anteriormente al accidente, fuera incluso del vehículo.

5.ª Comprobar otros datos y elementos que ayudarán a la reconstrucción del accidente, tales como:

- Posición en que se encuentra la palanca de cambio de velocidades.

(*) Francisco Aparicio, Jesús Fernández y Andrés García. Misma cita anterior.

- Posición en que se encuentran los interruptores de alumbrado y señalización.
- Recogida y estudio de discos-diagrama de tacógrafos.
- Recogida y análisis de lámparas para averiguar alumbrado con que se circulaba.
- Recogida y análisis de muestras de pinturas (sobre todo en accidentes con fuga de uno de los vehículos implicados).
- Etc.

Hablaremos de ellos más adelante cuando tratemos la Investigación de Daños en los vehículos.

Ante un vehículo con mucha antigüedad, deberá sospecharse que hubo alguna deficiencia pero no por eso dejarse llevar por la primera impresión. Puede que a pesar de su antigüedad, su estado sea perfecto.

Ante un vehículo nuevo de mucha potencia (turbo, turbo-inyección electrónica, Copa, etc.), deberá sospecharse un exceso de velocidad o una maniobra imprudente, pero con la misma condición anterior. Normalmente el tipo de vehículo conducido responde a una personalidad determinada (el coche es el mejor espejo del alma). A todos nos resulta impensable que un joven con un Renault 5 Copa Turbo, circule por una carretera nacional no excediendo de 100 km/hora su velocidad. Pero ello no nos debe predisponer contra el citado joven, sino servirnos solamente como elemento que hay que comprobar.

El mal estado en general del vehículo y sus muchos años de servicio aumentan las posibilidades de que el estado del vehículo contribuyera al accidente. Por ejemplo, en una colisión en que esté envuelto un vehículo de una antigüedad superior a los 10 años y con los guardabarros muy oxidados nos da motivos para sospechar que los frenos o las luces no funcionaron bien. Para ayudar a esclarecer este punto, se deben hacer examinar por un mecánico las piezas o mecanismos sospechosos. No obstante, la definitiva opinión ha de basarse en otras posibilidades. El que las averías que pudiera tener el vehículo sean o no una causa del accidente, ha de ser demostrado sobre la base de defectos particulares que se pueda comprobar contribuyeron al accidente.

12.4. **Volumen, peso, figura y método de carga**

Cuando un vehículo choca con un puente o estructura elevada, evidentemente habrá que cargar al menos parte de la culpa a su altura. De igual modo, las protuberancias debidas a una carga defectuosa pueden estorbar a los vehículos que siguen o a los que quiera adelantar. El exceso de peso en un vehículo puede sobrecargar los frenos y retardar la parada del vehículo, o puede causar el hundimiento

de puentes o de galerías de servicios bajo la carretera. Se debe comprobar inspeccionando el peso, las medidas y el cargamento.

12.5. **Las manifestaciones**

Las manifestaciones y alegatos de conductores y testigos relativas a la condición del coche antes del accidente hay que tenerlas en cuenta y anotarlas. Estas declaraciones pueden referirse a:

— Condición general del vehículo antes del accidente.
— Obstrucciones visuales en el vehículo, causadas especialmente por los pasajeros.
— Condiciones de partes específicas, de modo especial, frenos, luces, bocinas, engranajes de transmisión, limpiaparabrisas, puertas y ventanas.

Si al concluir el examen del vehículo interroga a los testigos, podrá verificar las manifestaciones de éstos. Incluso las observaciones espontáneas de los testigos con respecto al estado del vehículo puede aceptarlas y posteriormente servirse de ellas como guía para el interrogatorio. Quizá el conductor se queje de que «Mis frenos fallaron». Con frecuencia podrá confirmar o contradecir tal afirmación, examinando detenidamente los frenos. O quizá le diga el conductor que a pesar de todos sus esfuerzos el vehículo viró hacia la derecha. En este caso, podría tratarse de una rotura de dirección. Algunas de estas declaraciones son ciertas, otras falsas, y otras sólo verídicas en parte. Pregunte al testigo si con posterioridad al accidente se ha realizado alguna modificación importante en los interruptores, luces de control o en algunos otros accesorios. A continuación ofrecemos una serie de cuestiones sobre lo que puede preguntar a los testigos para establecer lo más aproximadamente posible cuál fue la verdadera situación momentos antes del accidente.

¿Alegó el conductor alguna condición del vehículo?

¿Advirtieron los pasajeros al conductor de una forma u otra del estado del vehículo?

¿Tuvo el conductor alguna dificultad para controlar el vehículo?

¿Vio u oyó usted algo que pudiera haber indicado algún fallo del vehículo?

Hasta que no descubra otras razones para confiar en lo que declaren, especialmente con respecto al vehículo en sí mismo, sea muy precavido al interpretar una declaración.

12.6. **Huellas en el pavimiento**

Las huellas dejadas en el pavimento por el vehículo pueden dejar de manifiesto los posibles defectos de que adolezca tal vehículo. En el caso de un reventón momentos antes del accidente, normalmente quedarán huellas sobre el pavimento mientras el neumático perdía presión. La rotura de muelles y tirantes puede causar raspaduras o estrías antes del punto clave. Estas huellas han de coincidir con la parte del vehículo que las trazó. Hay veces que en alguna distancia anterior al lugar del accidente se encuentran regueros de aceite, grasa, agua o fluido de los frenos, que pueden indicar algún fallo mecánico que hizo ingobernable el vehículo o contribuir de una u otra forma al accidente.

El estudio de las huellas y marcas en el pavimento lo veremos más adelante en otro capítulo.

12.7. **Partes del vehículo que son más propensas a contribuir a los accidentes**

Ya hemos hablado de ello al estudiar los elementos de seguridad activa de los vehículos, pero sinteticémoslos facilitando su recordatorio:

12.7.1. *Los neumáticos*

Se atribuye a los reventones más accidentes de los que causan en realidad. Ya que los conductores expertos casi siempre pueden dominar el coche cuando estallan los neumáticos. Los reventones, como causa, han de ir acompañados de una causa directa consistente en la falta de pericia del conductor, o velocidad muy elevada, etc.

12.7.2. *Las ruedas*

Las ruedas fallan raramente en los coches modernos. Cuando esto ocurre, se produce de ordinario el accidente porque se desprenden. En tal caso, la rueda es hallada a alguna distancia del vehículo y generalmente presenta la evidencia de una reciente o casi reciente rotura del eje, del soporte del cojinete o de algún remache. Entonces, el soporte de la rueda se inclina hacia abajo y traba contacto con el pavimento antes del punto clave, dejando generalmente unas huellas visibles.

12.7.3. *La suspensión*

La suspensión y ballestas, al igual que las ruedas, fallan muy raras veces, pero si se rompen, suelen dejar antes del punto crítico del accidente marcas bien visibles en forma de estrías y restregones de los neumáticos, por la parte que el vehículo sufrió la avería.

12.7.4. *La dirección*

El mecanismo de dirección, lo mismo que los frenos, tienen muchas probabilidades de ser el origen de un accidente. No obstante es difícil apreciar si en realidad contribuyó o no este mecanismo por su avería al accidente, o fue por el contrario el accidente el que produjo la avería en el mecanismo.

12.7.5. *Los frenos*

Estos pueden motivar accidentes o puede pensarse que los han producido, a consecuencia de los siguientes defectos:

— Fallo repentino, debido generalmente a pérdida de fluido hidráulico.
— Los frenos se agarrotan o traban causando una parada o una desviación imprevista. De ordinario se debe a que existe humedad entre la cinta del freno y el tambor; pero también puede ocurrir por otros motivos en los frenos eléctricos. Al agarrotamiento de los frenos se le imputan más accidentes de los que realmente causa.
— Frenos desgastados o deficiencias en el fluido de los mismos. Incluso con una gran presión sobre el pedal, los frenos no detienen el vehículo rápidamente. En general, esta condición se desarrolla gradualmente.
— Camiones sobrecargados que simplemente no poseen la suficiente potencia de frenos.

Cuando surja alguna duda acerca de la contribución de los frenos a un accidente, y el vehículo no sufre grandes desperfectos a consecuencia del mismo, debe efectuarse una prueba de los frenos.

12.7.6. *El motor*

Un fallo en el motor o en la transmisión pocas veces contribuye a los accidentes. La mayoría de los casos en que el fallo del motor contribuye a los accidentes, se debe a la detención o pérdida de velocidad del motor al terminar la gasolina y quedar el vehículo en tal situación que constituye un peligro en la vía. Casi siempre estas circunstancias se combinan con alguna condición defectuosa del conductor, puesto que en la mayor parte de los casos esta clase de fallos avisa con suficiente antelación para colocar el vehículo en posición segura.

12.7.7. *La carrocería*

La carrocería del vehículo puede a veces contribuir a un accidente, por no quedar bien colocados en su interior los pasajeros o la carga. Hay casos en los que no puede quedar bien cerrada una puerta, lo que en definitiva puede determinar la caída o lanzamiento de un pasajero, y en el caso de cargamentos especiales, su propia estructura o la del vehículo dará lugar a que la carga se desplace, desprenda o sobresalga, contribuyendo así al accidente.

12.7.8. *Los parabrisas*

Los parabrisas y ventanas posteriores, particularmente estas últimas, pueden quedar limitadas en su visibilidad por paquetes y bultos, la adherencia de etiquetas, ornamentos, calcomanías, documentos o también el barro o la nieve.

Para considerar estas condiciones como una causa han de haber contribuido de modo específico al accidente.

12.7.9. *Los faros*

Los faros son, entre los diferentes elementos o mecanismos de los vehículos, los que probablemente son considerados como la causa de más accidentes de los que en realidad originan. No obstante, las luces pueden estar parcial o totalmente apagadas, o los focos de cruce pueden estar tan mal reglados que pueden deslumbrar a los conductores que se aproximan y ser éstas las causas reales que provocaron el accidente.

12.7.10. *Las luces*

Las luces posteriores y las de gálibo en los camiones no darán la advertencia debida a los coches que se aproximan si están apagadas o borrosas a causa del barro u ocultas por parte del cargamento.

12.7.11. *Las señales luminosas*

Las señales para advertir los giros y la deceleración pueden afectar únicamente a los accidentes que tuvieran como factores los giros o la disminución de la marcha. Las luces de deceleración accionadas por los frenos quizá no funcionen como piensa el conductor.

12.7.12. *Los limpiaparabrisas*

Los limpiaparabrisas que no limpian propiamente los cristales pueden contribuir ligeramente a un accidente, pero hay que hacer responsable al conductor por seguir circulando con su vehículo en estas condiciones.

12.7.13. *Espejos retrovisores*

Bien sea porque faltan o porque su ajuste sea imperfecto, pueden algunas veces contribuir a un accidente en combinación con la condición del conductor.

12.7.14. *Los pasajeros*

Los pasajeros, como parte del cargamento, pueden contribuir al accidente de las cuatro maneras siguientes:

1. Dificultando la visión del conductor a través del espejo retrovisor y también su visión lateral, especialmente en los autobuses cuando los pasajeros permanecen de pie en la plataforma delantera.
2. Interferirse con el conductor, de ordinario agolpándose en torno a él.
3. Distrayendo al conductor. Los niños están particularmente inclinados a hacerlo.
4. Acciones diversas, tales como abrir puertas estando el vehículo en marcha, montar en los estribos del vehículo, sacar los brazos por la ventana o arrojar objetos al exterior. Los pasajeros que fuman, ordinariamente pueden contribuir a incendiar el vehículo.

12.7.15. *Los cargamentos*

El cargamento contribuye a los accidentes de las siete maneras siguientes:

1. Dificultando la visión, particularmente de la ventana posterior de los vehículos de pasajeros.
2. Interfiriendo los movimientos del conductor, especialmente cuando el vehículo lleve carga en el asiento delantero.
3. Distrayendo la atención del conductor. Es muy probable que esto ocurra en los traslados de ganado, cuando el conductor clasifica los paquetes a entregar, mientras guía, y cuando la carga no está bien atada.
4. Corrimiento de carga, por no estar sujeta debidamente.
5. Caerse la carga del vehículo, entorpeciendo el paso a los demás.
6. Cargando una estiba tan elevada que puede hacer volcar el vehículo al efectuar una maniobra de evasión o al efectuar un giro muy pronunciado en una curva. (Eleva el centro de gravedad.)
7. Carga que se proyecta hacia un lado, atrás o arriba y puede topar con objetos fijos, con otros vehículos, o derribar a personas.

12.8. **Forma de llevar a cabo la investigación**

12.8.1. *Fallo del vehículo*

El fallo repentino de alguna parte del vehículo, como por ejemplo los neumáticos, generalmente será declarado por el conductor como una circunstancia anormal del accidente. El problema está, pues, en determinar si el conductor se cree que ha fallado el vehículo o si realmente falló. Si el vehículo no ha sufrido daños, o si las partes del mismo que se supone que han fallado no han sufrido desperfectos, en la mayor parte de los casos, una concienzuda inspección puede desmentir el fallo. Cuando el accidente agrava los daños de la parte que se supone ha fallado repentinamente, el problema está en decidir si la parte rota causó el accidente o si el accidente causó la rotura.

Si los daños resultantes de la colisión son graves y los conductores y demás pasajeros son incapaces de explicarlos, el tipo de accidente es la única clave para una explicación del fallo repentino, y la manera de poderlo determinar es mediante una cuidadosa inspección de las partes que se sospecha han fallado.

12.8.2. *Defectos persistentes*

Defectos persistentes son los que ya existían algún tiempo antes del accidente. Estos defectos suelen hallarse más bien en los accesorios o cargamentos que en el chasis o la estructura. Algunos de estos defectos se revelan al interrogar a conductores y testigos y otros mediante una inspección del vehículo. Un conductor puede conocer alguno de ellos, como, por ejemplo, las condiciones de la carga que distraen su atención, obstrucciones visuales, frenos defectuosos y carencia de accesorios, tales como limpiaparabrisas y espejos.

Los defectos persistentes pueden descubrirse mediante un meticuloso interrogatorio de conductores y testigos, que probablemente no hará mención de ellos si no se les interroga al respecto.

Pueden haber existido otras condiciones durante cierto tiempo antes del accidente, sin que el conductor se enterase, como por ejemplo luces posteriores y de «stop», que no funcionan, o el cargamento que se ha soltado. Tiene que buscar estas condiciones examinando el vehículo o la carga cuando las circunstancias del mismo sugieran su posibilidad, a no ser que algún testigo, con excepción del conductor, afirme que tal contribución existió.

Al investigar un accidente, se debe efectuar tan pronto como se pueda la inspección de determinadas partes del vehículo. Se necesita menos de un minuto para observar ciertas condiciones, que más tarde pueden ser útiles para eliminar partes del vehículo como posibles contribuyentes al accidente:

> ¿Había algún neumático desinflado?
>
> Si el accidente ocurrió de noche o en la oscuridad, ¿qué luces estaban encendidas y cuáles tenían avería que no pudieran encenderse?
>
> ¿Estaban puestas o no? ¿Estaban conectados los faros intensivos o los de cruce?
>
> ¿En qué posición se halla la palanca del cambio de marchas? Esto es especialmente interesante en relación con los accidentes de los camiones. Si el velocímetro ha quedado averiado, ¿cuál es la cifra que marca? ¿Y el disco-diagrama del tacógrafo?

Por regla general, estas condiciones no tienen trascendencia en relación con la contribución del vehículo al accidente, pero a menudo surgen dudas acerca de ellas con posterioridad y si al investigarlas las han observado específicamente, podrá responder con precisión a todas las preguntas que puedan formularle.

Anote sus observaciones sobre la pieza averiada que pueda haber contribuido al accidente, así como sus observaciones sobre los daños no contribuyentes sugeridos en el párrafo anterior.

12.9. **Condiciones ilegales descubiertas en la investigación de accidentes**

Al examinar un vehículo accidentado, pueden salir a la luz condiciones ilegales de equipo, luces, volumen del vehículo, carga, propiedad o de matriculación, etcétera. La condición puede ser una causa mediata del accidente, especialmente en el caso de frenos o luces defectuosas, pero la infracción no suele contribuir al accidente. Se debe mirar si hay alguna infracción y apuntarla en la correspondiente columna del cuestionario de accidentes.

Cuando se descubre una condición ilegal del vehículo que está relacionada con un accidente, tanto si contribuye al accidente como si no, debe tomar las medidas legales pertinentes.

CAPITULO XIII

NEUMATICOS, CONSTITUCION, CARACTERISTICAS Y DESGASTES

NEUMATICOS

13.1. Generalidades

Por el hecho de ser el elemento del vehículo que toma contacto con la vía, el neumático es, sin lugar a dudas, el órgano vital más influyente en la génesis del accidente.

Así, las estadísticas nos indican que el porcentaje en el que se ha atribuido al estado de los neumáticos la causa del accidente, dentro del global de los defectos mecánicos, han sido los siguientes:

EN CARRETERA	
1983	52,5 %
1987	54,2 %
1988	50,2 %

El neumático nació destinado a proporcionar mayor confort a los vehículos, que en principio estaban dotados de ruedas rígidas y más tarde de ruedas provistas de una envuelta de goma. La situación actual ha variado, el confort ha pasado a segundo plano, ante la importancia que la seguridad ha tomado. Los vehículos en el presente tienen tantas posibilidades de adquirir grandes velocidades, que resultaría totalmente inconsecuente proyectar las bandas de la rodadura con la idea primitiva de amortiguar los vaivenes producidos por las irregularidades de la carretera.

Es uno de los elementos que más progresión técnica ha tenido en los últimos años del automóvil.

Los neumáticos, sobre todo los empleados en los vehículos pesados y especiales, pueden suponer desembolsos económicos considerables. Por eso, existe una cierta tendencia a aprovechar al máximo su rendimiento y evitar gastos de mantenimiento. Esta decisión puede afectar de modo notable al componente de la seguridad, puesto que la vejez del neumático incide básicamente en sus prestaciones, como más adelante veremos.

13.2. Estructura (Figuras 13.I, 13.II, 13.III, 13.IV, 13.V y 13.VI)

El conjunto total de los elementos que forman la rueda está integrado por : *llanta, cubierta* y otra serie de elementos que pueden concurrir o no, tales como, cámara, protector, pestaña y aro del cierre, dependiendo del tipo de rueda (fig. 13.1).

La *llanta* es el elemento metálico que mediante un perfil adecuado, soporta y sirve de apoyo a la cubierta, uniéndola al vehículo. Estas vienen definidas por su

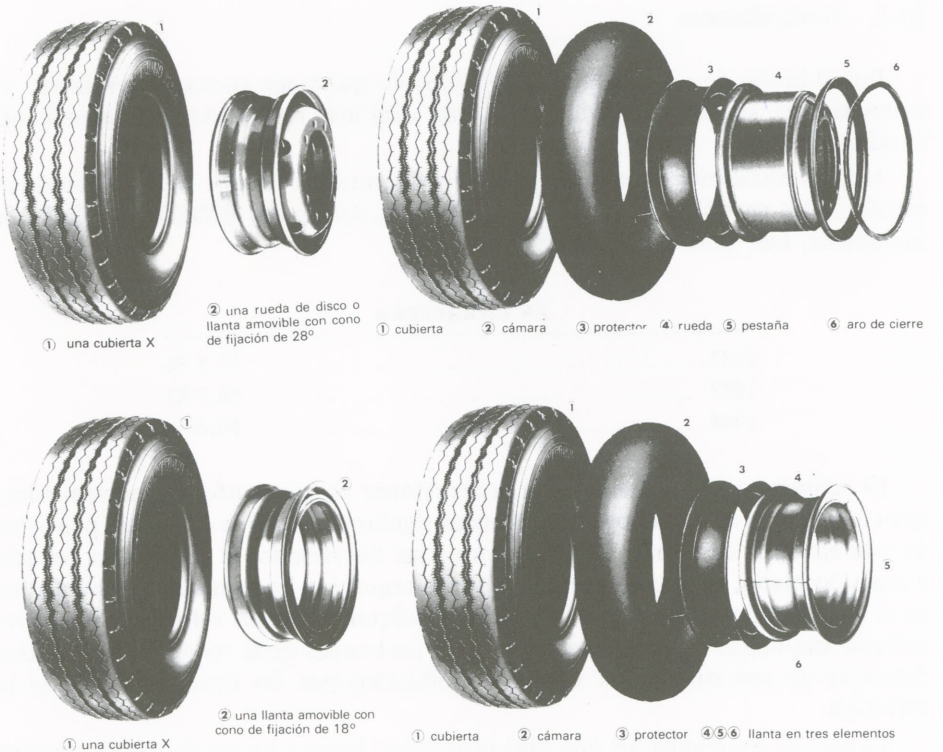


Figura 13.I

Perfil de las llantas

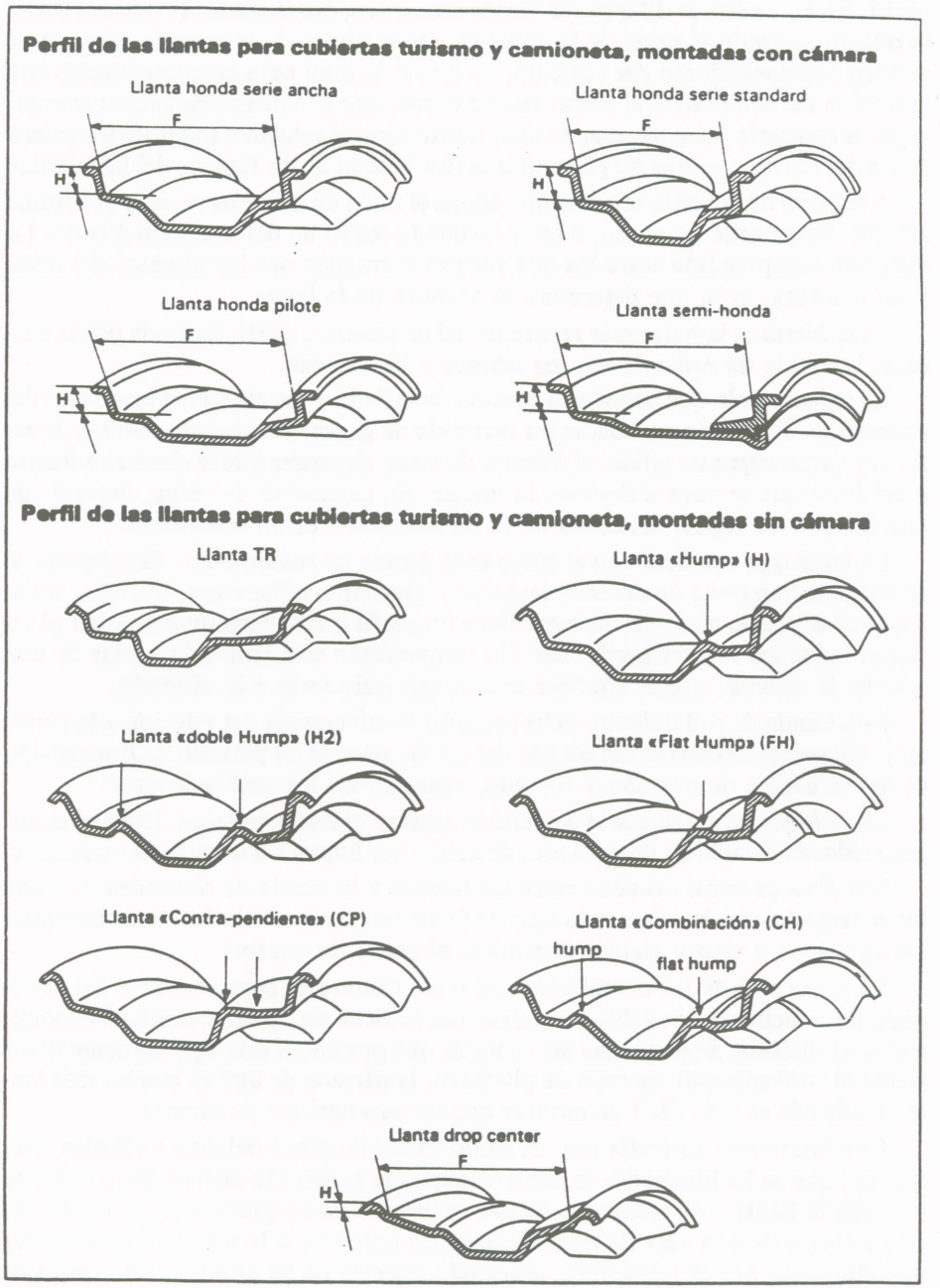


Fig. 13.II

perfil. En él, podemos diferenciar varios elementos, por un lado, la pestaña sobre la que va apoyado el talón de la cubierta. De la altura de la pestaña, dependerá el buen funcionamiento del vehículo, ya que si es muy baja en comparación con la sección del neumático, al entrar en una curva, éste se deformaría excesivamente; si por el contrario fuese demasiado alta, transmitiría al vehículo, todas las irregularidades del terreno, ya que no permitiría la flexibilidad de los flancos del neumático.

A la parte de la llanta sobre la que apoya el talón de la cubierta, se le denomina asiento. Este puede ser plano, o estar inclinado según un determinado ángulo. La distancia comprendida entre los dos vértices formados por los asientos del talón y las pestañas, es la que determina la anchura de la llanta.

La *cubierta* es la parte más resistente del neumático, y está formada por la carcasa, la banda de rodamiento, los talones y los flancos.

La carcasa es la que soporta la presión de inflado y los esfuerzos exteriores del neumático. Su exterior se encuentra revestido de goma, y embutidas dentro de ésta, hay varias capas de tejido, el número de éstas, dependerá de la clase de cubierta y del fin a que se vaya a destinar la misma. Su capacidad de carga, depende de este número de capas, así como de su disposición y de su resistencia.

La zona que contacta con el suelo es la *banda de rodamiento*. Esta aporta al neumático gran parte de sus características, tales como adherencia, tracción, resistencia al desgaste, etcétera. Además tiene un perfil que le permite transmitir al terreno, todas las fuerzas periféricas. Su composición está realizada a base de una mezcla de caucho, que le confiere una buena resistencia a la abrasión.

Esta banda de rodamiento, debe asegurar la adherencia del vehículo a la carretera, independientemente del estado del suelo, además de permitir la transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado, evitando así los deslizamientos.

Los *talones* permiten que la cubierta se ajuste a la llanta metálica. Estos se consigue mediante el montaje de unos aros de acero, que impiden a la cubierta extenderse.

Los *flancos* están situados entre los talones y la banda de rodamiento, y son los encargados de absorber todo tipo de flexiones, tanto verticales como laterales. De su mayor o menor rigidez dependerá el grado de confort.

La estructura de los neumáticos con o sin cámara es muy parecida. En la actualidad, muchos de los vehículos calzan neumáticos sin cámara, también denominados «tubeless». Son muchas las ventajas que presentan este tipo de neumáticos frente al convencional: en caso de pinchazo, la pérdida de aire es mucho más lenta, y además es más fácil de montar que un neumático con cámara.

La *cámara* está formada por un anillo tórico de goma delgada y elástica que, una vez que se ha hinchado, se adhiere contra la superficie interna de la cubierta y contra la llanta o el protector. El aire es introducido a presión en el interior de ésta a través de una válvula que se encuentra adherida a la misma. Las cámaras van marcadas por el fabricante, indicando además de su nombre, un código de identificación con el tamaño del neumático que se puede montar.

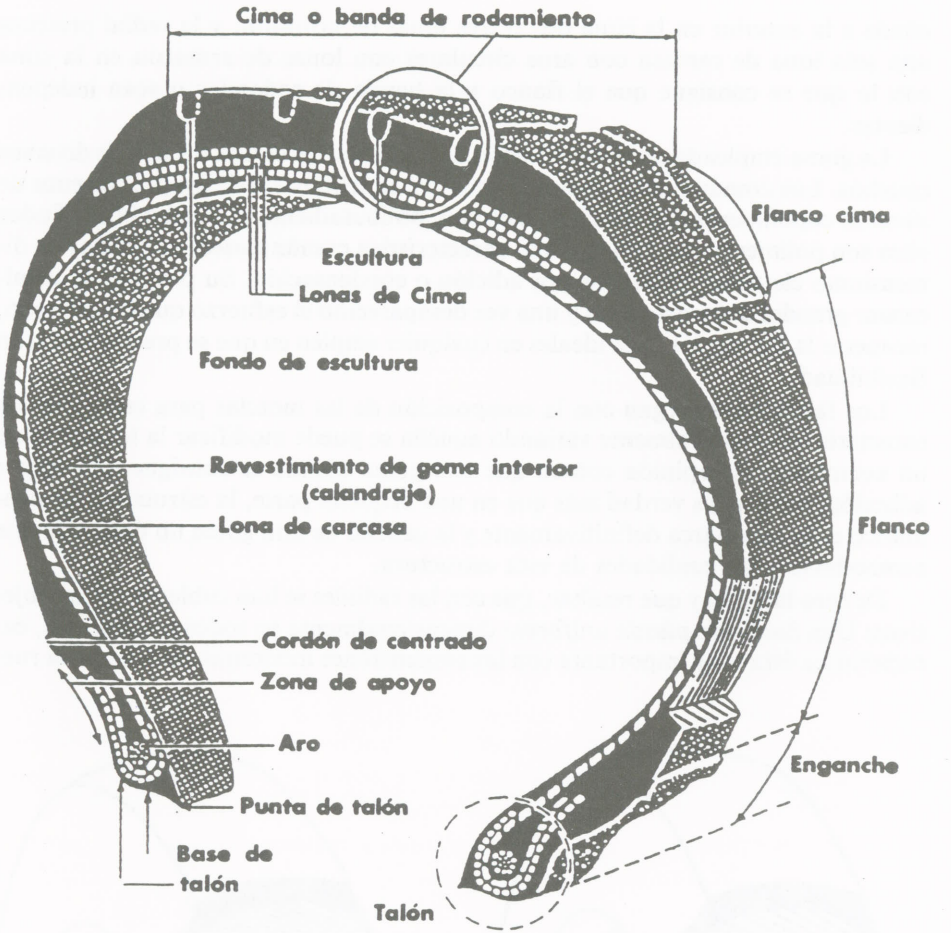


Figura 13.III

El *protector o flap,* es la parte que protege la cámara de los roces contra la llanta.

A través de la *válvula* es posible controlar a voluntad, la entrada, salida o permanencia del aire en el interior del neumático. La elección del tipo de válvula se hará en función de la llanta o rueda y de las características del conjunto buje-tambor de freno del vehículo. En el caso de neumáticos «tubeless», las válvulas se ajustan a la llanta mediante una arandela de hermeticidad y una tuerca.

Se denomina *escultura* el dibujo que presenta la banda de rodamiento.

La *estructura* de la cubierta es la parte interior de la misma y puede ser: diagonal, diagonal cinturada, y radial. La primera presenta como característica que la carcasa está compuesta por varias lonas superpuestas y cruzadas; la segunda

añade a la anterior en la cima dos o tres lonas de armazón, y la radial presenta una sola lona de carcasa con aros circulares con lonas de armazón en la cima con lo que se consigue que el flanco y la banda de rodamiento sean independientes.

La goma empleada en la elaboración de las cubiertas es una mezcla de diversos cauchos. Los comúnmente empleados son: El caucho natural, los polisiprenos de síntesis, copolímeros de butadieno-estireno, polibutadieno, el caucho butil. Todos ellos son polímeros que tienen como característica común poseer moléculas de dimensiones elevadas, obtenidas por adición o condensación. Su posibilidad de alcanzar grandes deformaciones y una vez desaparecido el esfuerzo que las provocó, recuperar la forma, los hace ideales en cualquier empleo en que se precise una gran flexibilidad.

Los fabricantes juegan con la composición de las mezclas para conseguir las características, naturalmente variando aquélla se puede modificar la tendencia de un neumático. Es opinión común que con goma blanda se consigue una mayor adhesión, pero no es verdad más que en una pequeña parte, la estructura del neumático es la que marca definitivamente y la calidad de esta goma no debe más que acomodarse a las cualidades de esta estructura.

De otro lado, hay que resaltar, que con las radiales se han cubierto varios objetivos: Una *huella de pisada uniforme* dimensionalmente en todos los sentidos, característica ésta muy importante con las suspensiones modernas, en las que la rue-

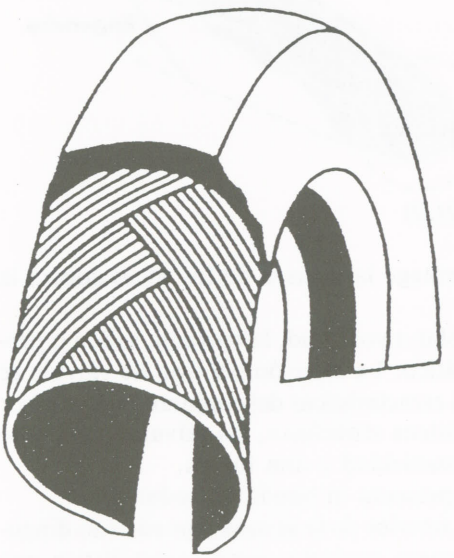


Figura 13.IV

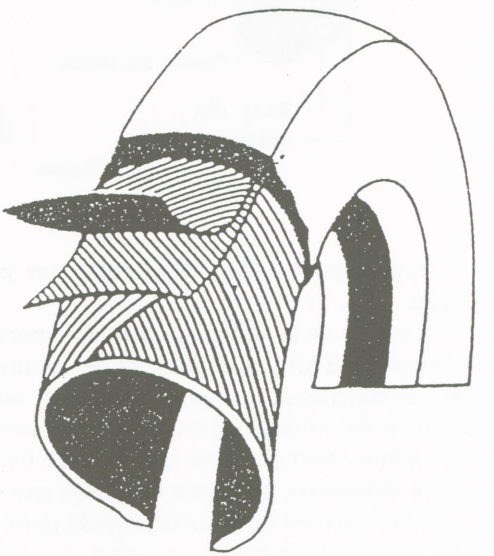


Figura 13.V

da adquiere diversos ángulos con respecto al suelo, todo esto es consecuencia de la menor deformabilidad de la banda de rodadura. En segundo lugar, una *flexibilidad de flancos* excelente que mejora el confort y absorbe mucha de la energía que tiende a desplazar el vehículo lateralmente. En tercer lugar, paredes de flancos más delgadas y por tanto una *mejor evacuación del calor,* trae como consecuencia directa una mayor longevidad de los neumáticos.

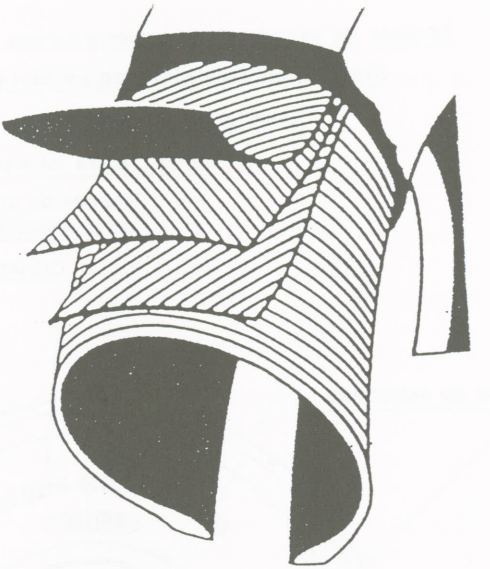


Figura 13.VI

13.3. **Marcajes (figuras 13.VII, 13.VIII y 13.IX)**

Las cubiertas llevan grabadas las dimensiones y características; algunas marcas llevan incluso lo que se denomina la matrícula de la cubierta con lo que quedan perfectamente identificadas. A todo ello se denomina marcajes.

Las medidas pueden venir expresadas en milímetros o en pulgadas, si son tres cifras corresponden a la medición en mm., en cambio, si son dos números serán generalmente pulgadas.

La primera cifra indica generalmente el grosor de la cubierta, la segunda el diámetro entre talones o diámetro nominal. Las letras indican determinadas características de la cubierta. La palabra «tubeless» indica que no lleva cámara. «Regrovable» indica que se puede recauchutar. Si es radial suele llevar las letras «S» o «X». Ejemplo: 145 SR 13XZX puede ser el marcaje de una cubierta, el primer número indica el grosor de la cubierta expresado en mm., S indica que es utilizable hasta velocidades de 180 km/h, R que es radial, 13 diámetro nominal en pulgadas, XZX es el tipo que establece la casa comercial según las características de la escultura y la banda de rodamiento. A su vez las llantas suelen llevar también los correspondientes marcajes, así podemos observar el siguiente ejemplo: 5,00 B 13 FH-3-36, donde 5 es la distancia entre talones de llanta medido en pulgadas, B es la altura de la pestaña, 13 el diámetro nominal, FH el perfil de seguridad para evitar que se salgan los talones de la cubierta tubeless, 3 es el número de pernos de la rueda, 36 es la medida del bombeo.

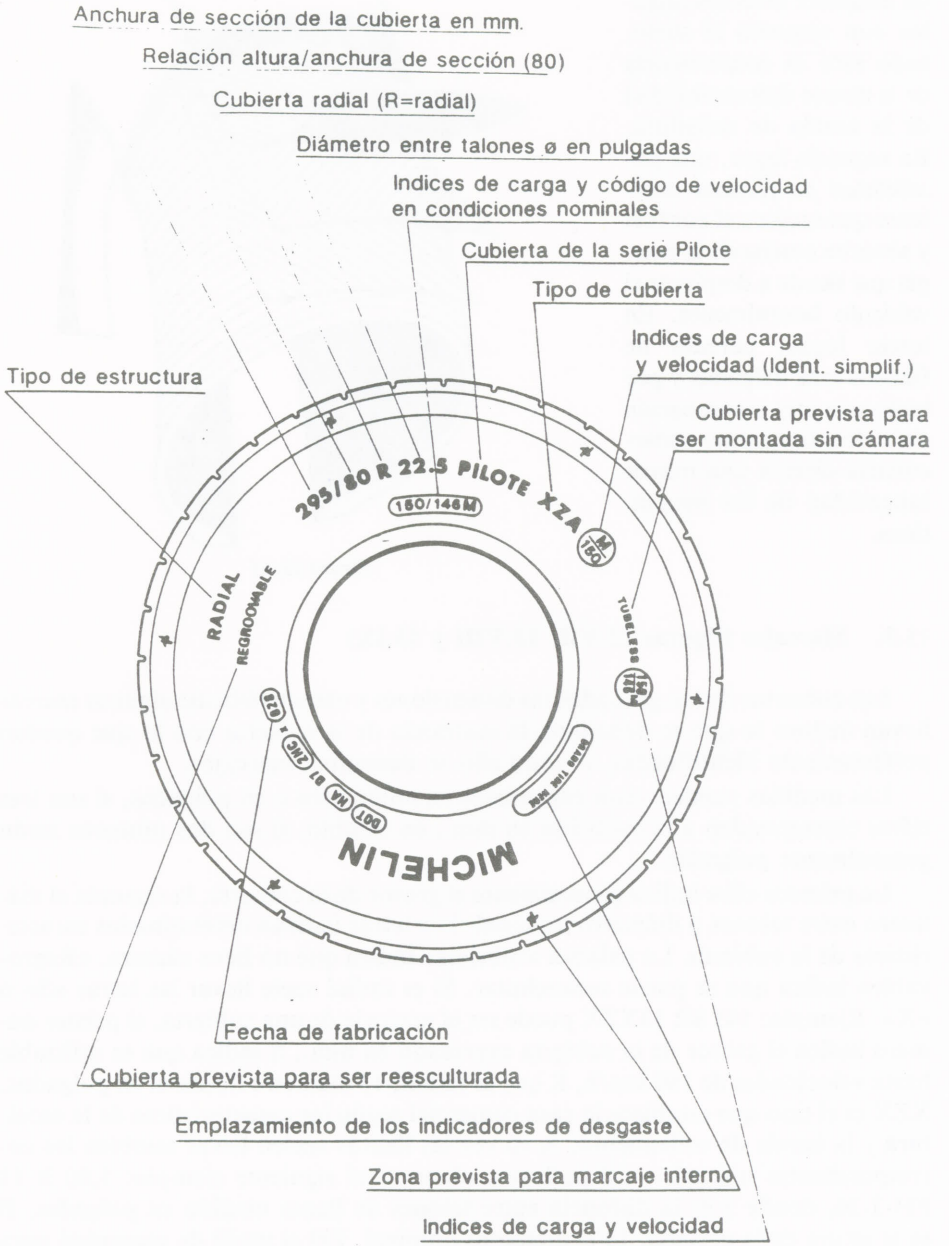


Figura 13.VII

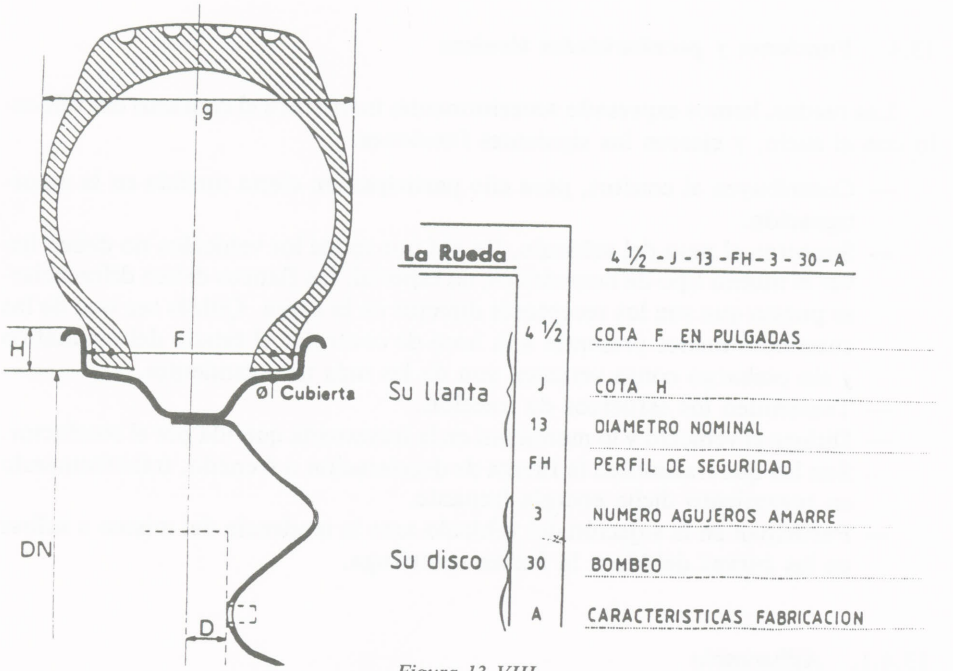


Figura 13.VIII

Símbolo de velocidad	km/h.
A1	5
A2	10
A3	15
A4	20
A5	25
A6	30
A7	35
A8	40
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210

Figura 13.IX

13.4. **Funciones y peculiaridades técnicas**

Las ruedas, hemos expresado anteriormente, mantienen el contacto del vehículo con el suelo, y ejercen las siguientes funciones:

— Contribuyen al confort, para ello participan en cierta medida en la amortiguación.
— Soportan el peso del vehículo. De ahí que todos los vehículos no deben llevar el mismo tipo de neumáticos, en especial, los flancos deben diferenciarse puesto que son los receptores directos de la carga. Quizás sea una de las cuestiones menos presentes a la hora de controlar el estado del neumático y sin embargo como veremos una de las más transcendentes.
— Transmiten los esfuerzos de tracción.
— Dirigen el vehículo y lo mantienen en la trayectoria querida por el conductor.
— Son los que transmiten la fuerza de deceleración o frenado, transformando en rozamiento dicha energía frenante.
— Participan en la sujeción del vehículo ante la tendencia del mismo a salirse en las curvas debido a la fuerza centrífuga.

13.4.1. *Adherencia*

El neumático debe conseguir en todo momento la mejor *adherencia,* que depende además de aquél, del tipo de firme y del estado en que se halle. La mejor adherencia se consigue con el suelo seco y en buen estado; si el mismo está húmedo o mojado, la adherencia del neumático liso es prácticamente nula, pues el agua actúa como lubricante del caucho. El dibujo de la banda de rodamiento es el que permite romper la película de agua que se forma obteniéndose la debida adherencia.

Dado que en última instancia la única parte del neumático que está en contacto con el suelo es una porción de la banda de rodadura, veamos de qué manera se verifica el mecanismo de fricción caucho-suelo.

La fuerza de rozamiento se descompone en dos: una llamada de *histéresis* y la otra de *adhesión.*

Cuando a un cuerpo se le somete a un esfuerzo (un cuerpo elástico naturalmente) sufre una deformación. Una vez desaparecida la causa (la fuerza) debe recuperar su forma primitiva, pero esto no sucede así cuando hay histéresis, persistiendo una pequeña deformación. Este fenómeno está muy presente en el caucho, de manera que absorbe parte de la energía provocada por el choque de la superficie de apoyo con uno de los promontorios del suelo, con lo que presenta suma importancia en los suelos rugosos.

La adhesión es un fenómeno de tensión entre dos superficies en contacto, donde las moléculas establecen relación entre sí tipo eléctrico, de atracción.

Unos ejemplos aclararán estos conceptos, en principio un tanto difíciles. Supongamos que usted lleva unos zapatos con suela de madera y pisa al andar una piedra, la consistencia o indeformabilidad de la madera no permite adaptarse al obstáculo, con lo que la posibilidad de mantenerse en equilibrio es menor que si las suelas fuesen de goma, en cuyo caso se adaptarían a la forma de la piedra y la superficie contactada sería mayor. Supongamos ahora, una especie de goma que en cuanto recibiese una deformación en milésimas de segundo recuperase su posición normal, sucedería entonces que nuestro pie perdería por un momento el contacto con el suelo, con lo que el rozamiento sería menor, sin embargo si esa deformación se recupera de un modo progresivo el contacto con el suelo es más duradero y por lo tanto, mayor el rozamiento. En esto consiste el fenómeno de la histéresis.

Cuando se acerca el brazo al televisor encendido, los pelos sufren una atracción visible, debido a las cargas elèctricas, lo mismo sucede cuando dos cuerpos se hallan en contacto, las moléculas de ambos se interaccionan por las tensiones eléctricas y se produce una atracción, el fenómeno de adhesión. Lógicamente cuanto mayor sea la superficie en contacto y mayor la carga potencial de ambos cuerpos, mayor será la adhesión. De aquí, que la misma variará con arreglo al tipo de firme y de neumático que se trate.

La adhesión y la histéresis son los componentes del rozamiento. Este se mide por un valor denominado *coeficiente de rozamiento,* que nos indica el grado en que dos superficies «rozan» entre ellas, cuanto mayor es esa cifra, mayor es la adherencia existente, con la consideración que dicho coeficiente siempre es relativo a dos superficies entre sí.

Para determinar el coeficiente de rozamiento, se realiza la siguiente experfiencia: Tomemos un bloque de madera y con una cuerda lo arrastramos por el suelo, con un dinamómetro se mide la fuerza necesaria para moverlo, después sobrecargamos el bloque con diferentes pesos, midiendo las distintas fuerzas que necesitamos para desplazarlo, la relación entre el peso y la fuerza es constante y es lo que denominamos coeficiente de rozamiento.

Cuando hay mucha agua retenida en la calzada y la velocidad del coche es elevada, los canales de la escultura no tienen tiempo de evacuar toda el agua situada entre el suelo y la banda de rodadura. Entonces se origina una bolsa de agua que levanta el neumático de la calzada, como resultado el vehículo se hace ingobernable.

Si se observa la figura 13.X, se comprueba lo siguiente:

Arriba, a la izquierda, un neumático deficientemente inflado (1,4 bar), mientras que el otro tiene una presión correcta (2 bar), ambos sobre un suelo mojado y en reposo. La superficie de contacto es mayor en el de la izquierda.

Sin variar la presión, pero a 40 km/h, se aprecia en el de la izquierda una película de agua que comienza a invadir la superficie de contacto. A la derecha, la superficie de contacto también ha disminuido.

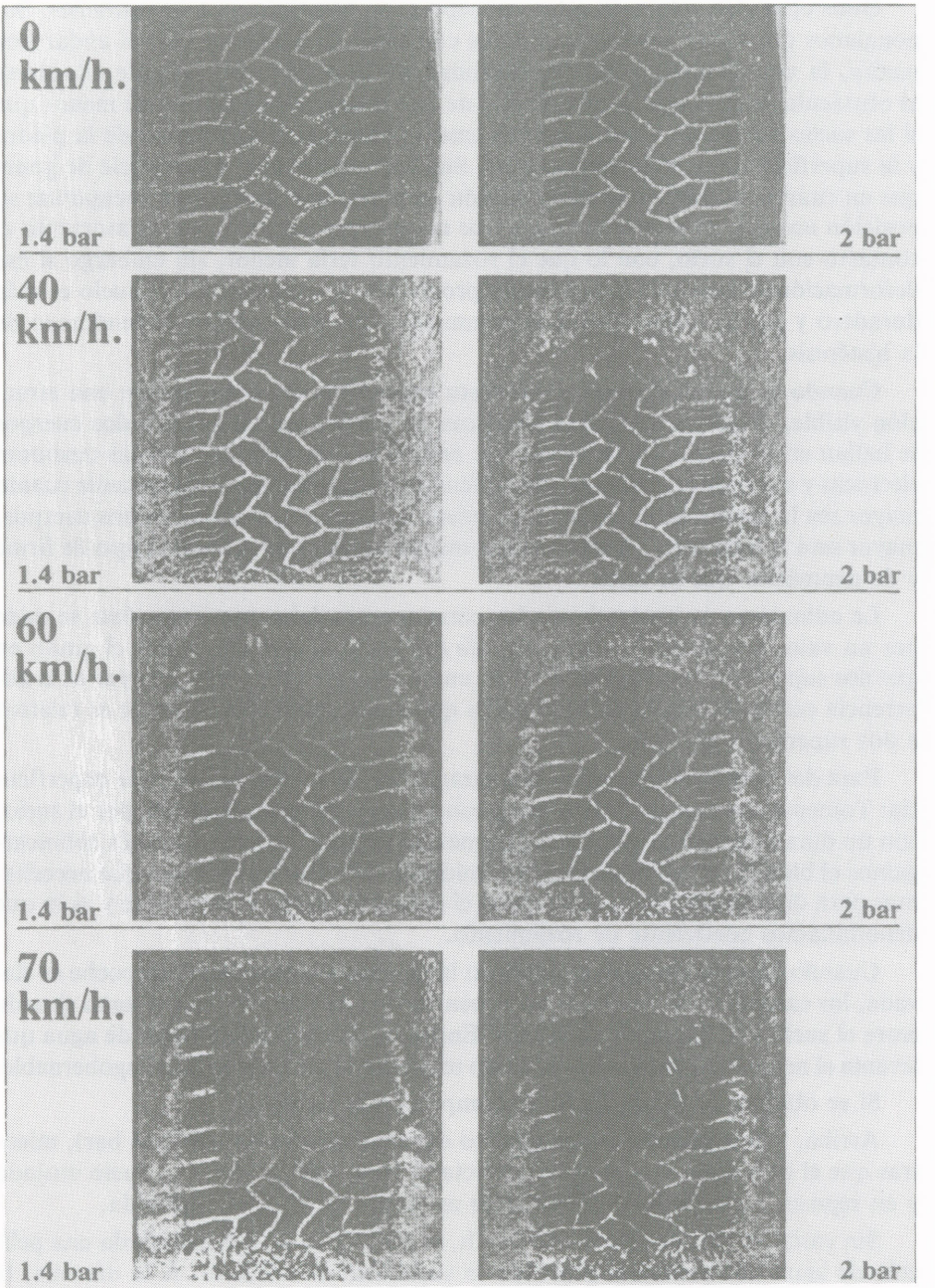

0
km/h.
1.4 bar
2 bar
40
km/h.
1.4 bar
2 bar
60
km/h.
1.4 bar
2 bar
70
km/h.
1.4 bar
2 bar

Figura 13.X

A 60 km/h, mientras la superficie de contacto en el de la derecha apenas ha variado, en el de la izquierda se observa que la película de agua ha invadido casi totalmente la superficie.

A 70 km/h, el neumático de la izquierda flota sobre el agua, mientras en el otro se puede apreciar perfectamente que aún mantiene contacto con el suelo.

A todo el proceso se le denomina «*acquaplaning*» y es el origen de muchos accidentes, especialmente en vías rápidas.

Ya hemos dicho que el pavimento influye en la adherencia y así los rígidos y rugosos (cemento) y flexibles (asfalto y alquitrán) proporcionan mejor adherencia que los de adoquines o los que están brillantes, en mal estado o con deficiencias o irregularidades. Las manchas, grasa, hojas, barrillo, etc., también influyen relativamente en los coeficientes de rozamiento.

13.4.2. *Flexibilidad* (figura 13.XI)

Los neumáticos presentan tres ejes de flexibilidad: vertical, transversal y longitudinal.

Mediante un perfil más bajo (disminución de altura con relación a la anchura del neumático) se consigue la flexibilidad vertical del mismo, también con inflados inferiores.

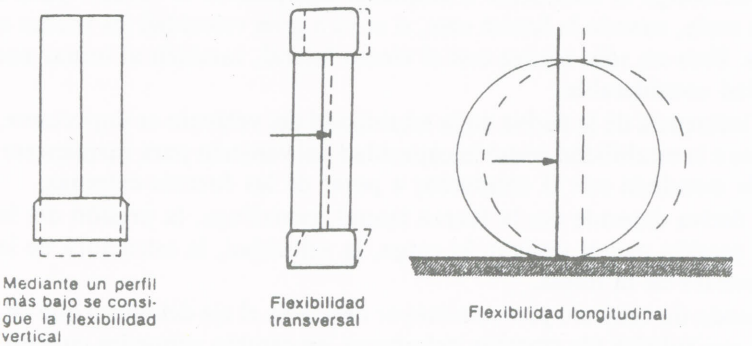


Figura 13.XI

Una rueda apoyada en el suelo y cargada, cuando se somete a un esfuerzo lateral aplicado en su centro y perpendicular al plano de la rueda, sufre un desplazamiento en el sentido de la fuerza. Esto es lo que se llama flexibilidad transversal, cuyas consecuencias más importantes son: Sometido a un esfuerzo brusco el dotado de mayor elasticidad será el que menor tendencia a perder adherencia mostrará; mejora la suspensión transversal, es decir, la facultad de absorber energía sin

que la «pisada» del neumático cambie de lugar. Es el fenómeno denominado deriva que estudiaremos más adelante.

Cuando el eje se desplaza en el sentido de avance de la rueda, el neumático se deforma en dicho sentido lo que nos dará la flexibilidad longitudinal. Este fenómeno se presenta simplemente al acelerar o frenar, momento en el que aplicamos un par de fuerzas a la rueda, el neumático se deformará amortiguando en cierta manera el esfuerzo y evitando un desplazamiento prematuro.

Si el neumático es de perfil bajo, se limita el retemblor lateral, el peso queda mejor repartido y el comportamiento es mucho mejor. Se distinguen porque tras la medida del grosor de la cubierta, existe la relación entre aquél y el diámetro nominal. Ejemplo: 155/70 SR 13 indica que el ancho representa el 70 por 100 del diámetro nominal.

13.4.3. *Deriva (figura 13.XII)*

Se llama deriva de un neumático sometido a un empuje lateral a la variación de trayectoria registrada en el rodaje como consecuencia de una deformación de la cubierta.

Una rueda en reposo sometida a una fuerza lateral ve como su pisada o zona de contacto se desplaza con relación al resto de la rueda que no está en contacto con el suelo, si ahora la rueda empieza a rodar hay una ligera variación de trayectoria que obliga al conductor a desplazar ligeramente el volante para continuar la línea recta, cuando la fuerza cese, si se va a gran velocidad las ruedas continúan giradas. Esto no sólo ocurre con el viento lateral, también al tomar una curva a velocidad considerable.

La influencia de la deriva en la estabilidad del vehículo es importante, si consideramos a la estabilidad como la capacidad del vehículo para mantenerse en la trayectoria mandada por el conductor a pesar de las fuerzas externas.

La deriva depende de: la fuerza lateral, centrífuga, la presión del inflado (a mayor presión menor deriva), la carga, la velocidad, la estructura de la cubierta y la anchura de la llanta.

Cuando un vehículo presenta mayor deriva en el eje delantero que en el trasero se dice que subvira (de tracción delantera), en cambio sobrevira cuando es mayor la deriva en el eje trasero, en este caso el vehículo es más inestable (tracción trasera).

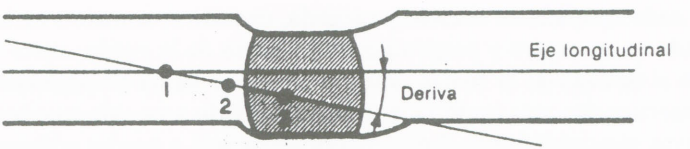


Figura 13.XII

13.4.4. *Presión*

Uno de los elementos esenciales para hacer que el neumático sea más duradero, es la presión de inflado. De esta presión dependen las características de comportamiento, duración, resistencia a la carga, a la velocidad, a los esfuerzos exteriores, la precisión en la conducción, la adherencia, etcétera.

En los vehículos industriales, la presión de los neumáticos se determina en función del peso por eje en carga y de las condiciones en las que vaya a rodar el vehículo.

Los neumáticos están diseñados para que se establezca un equilibrio entre presión de inflado, carga y resistencia de la carcasa. Así cuando la presión de inflado no está en conosonancia con la carga que soporta, el neumático se deforma y la banda de rodamiento no apoya correctamente sobre el suelo, lo que origina desgastes anormales.

El bajo inflado provoca flexiones exageradas en la carcasa, aumentándose la temperatura interna, pudiendo provocar la rotura y dislocación de las lonas, así como su despegue. Además, el bajo inflado reduce la posibilidad de recauchutado, rebaja el rendimiento kilométrico y aumenta el consumo de combustible.

El desgaste en estas condiciones de trabajo es mucho mayor en los lados exteriores de la banda de rodamiento.

En el caso de neumáticos gemelados, y cuando uno de ellos está parcialmente desinflado, el rozamiento interno y externo puede producir una acumulación de calor tal, que el neumático corre el peligro de inflamarse.

El *sobre inflado* provoca sobre la carcasa, una sobrefatiga por el aumento de la tensión en las partes interiores, pudiendo producir, incluso, roturas en el tejido de la carcasa. Además, un neumático sobre inflado se hace más duro y rígido, perdiendo adherencia y haciéndose más vulnerable a los riesgos de cortes y pinchazos.

La capacidad de carga de los neumáticos se corresponde con la presión a la que están inflados. Un neumático poco cargado, presenta menos superficie de contacto con el suelo (equivale a sobre inflado), y una cubierta sobrecargada (bajo inflado) se desgasta mucho más rápidamente por los bordes.

Para cargas mayores, se corresponden presiones más altas, eso sí, sin sobrepasar el límite de carga de la cubierta que marca el fabricante.

Hay que resaltar, que la presión prescrita en las tablas, se refiere siempre a neumáticos en frío, ya que los neumáticos, al rodar, aumentan de temperatura, y con ello la presión interior.

Las presiones nunca se deben medir en caliente, es decir, tras haber recorrido varios kms., en caso necesario se deben aumentar en 0,3 kgs. las presiones encomendadas en frío. Las presiones base deben aumentarse en los siguientes casos: rodaje en autopista, vehículo muy cargado, conducción deportiva.

13.5. *Recauchutado y Reesculturado (figuras 13.XIII y 13.XIV)*

Neumático recauchutado es un neumático usado que ha sido reacondicionado, cambiando únicamente la goma de la banda de rodamiento. Se admite la posibilidad de realizar pequeñas reparaciones en la estructura bajo la goma a sustituir.

Neumático renovado es un neumático recauchutado en el que han sido sustituidas total o parcialmente las lonas que forman el cinturón, bajo la banda de rodamiento.

Regrabado de neumáticos es una operación por la cual se elimina goma en el fondo de las ranuras de la banda de rodamiento de un neumático usado, al objeto de incrementar su profundidad.

Existen dos procedimientos claramente diferenciados de recauchutado:

En frío o de banda precurada, y en caliente o «hot cap».

El primero consiste, principalmente, en la colocación sobre la carcasa usada de una banda de rodadura, que será suministrada por los fabricantes de las mismas con los anchos acordes a los perfiles de los neumáticos que vayan a ser objeto de recauchutado. Las bandas presentan, con anterioridad a su colocación y horneado, la escultura o dibujo elegido. Este procedimiento no puede ser empleado sobre carcasas que no estén en perfecto estado.

El segundo consiste en el desbastado de la banda de rodamiento, cepillado, colocación de telas, bandas de rodadura, etc., luego se introduce el neumático en la cámara de cocción.

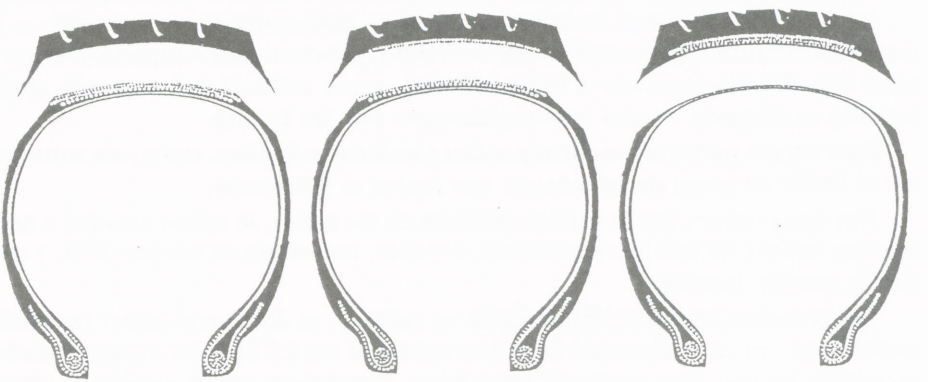


Figura 12.XIII

El resultado es una operación que sólo es posible realizarla en aquellas cubiertas que el fabricante haya previsto con anterioridad. Para ello, debemos fijarnos si en la cubierta lleva grabada la palabra «regrovable».

En todos los casos, deben quedar alrededor de 3 mm. de goma entre el fondo de la escultura y las lonas de la cima.

No es aconsejable efectuar reparaciones:

—En los talones y en los hombros.
—En neumáticos con índices de velocidad H, V y Z.
—Cuando el neumático presente graves desperfectos, cortes o arrancamientos de elementos de la escultura.

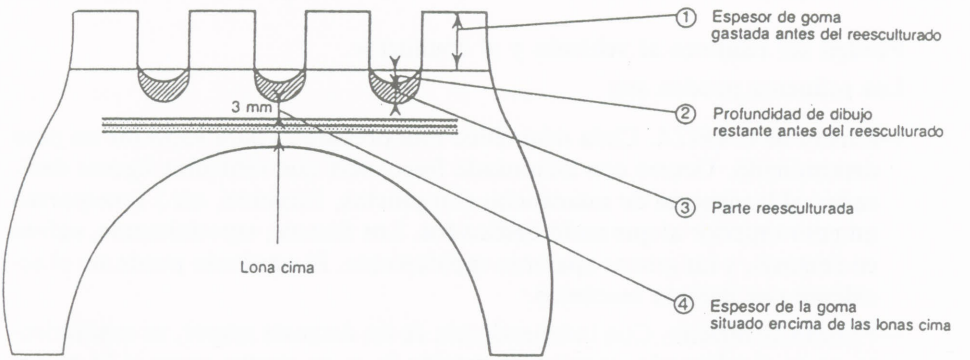


Figura 13.XIV

13.6. **Desgastes**

Podríamos clasificar los desgastes según la causa en externos e internos.

13.6.1. *Externos*

El clima. El aumento de la temperatura ambiental modifica la rigidez de los elementos del neumático y origina pérdidas importantes de materia. En cambio, la humedad reduce el desgaste. El hecho se debe a un proceso físico simple: el vapor de agua contenido en el aire hace disminuir la temperatura de funcionamiento. Sin embargo, en ambientes húmedos el neumático es más susceptible a los cortes, causa muy importante en su deterioro.

Revestimiento de la calzada. Evidentemente el tipo de calzada va a influir notoriamente en el desgaste. No es lo mismo que el neumático tenga que rodar sobre terrenos poco firmes, embarrados o empedrados que si lo hace en asfalto; una

cubierta rodando sobre gravilla se desgasta, aproximándamente, seis veces más deprisa que sobre asfalto liso.

Perfil de la carretera. Ninguna carretera es completamente plana, puesto que el diseño de su trazado incluye perfiles convexos que faciliten el desagüe. Estos perfiles provocan el desgaste desigual de los neumáticos.

Trazado. Las curvas de la carretera provocan mayores desgastes puesto que la fuerza lateral que se produce en los giros provoca deslizamientos transversales, transferencias de carga y flexiones repetidas de la carcasa.

13.6.2. *Internos*

Pueden ser relativos al vehículo y al conductor.

Los primeros pueden ser:

—*Exceso de CARGA.* Cada neumático está preparado para soportar un peso determinado. Ocurre con demasiada frecuencia que vehículos ligeros dedicados al transporte de mercancías (furgonetas, furgones, etc.) transportan un peso superior al que están destinados. Los flancos, especialmente, sufren en demasía, y las grietas aparecen rápidamente. El resultado puede ser el accidente por defecto mecánico.

—*Presión de inflado.* Con independencia de un desgaste mayor, su rendimiento no es el adecuado, tanto si la presión lo es en exceso como si lo es por defecto.

—*Vehículo.* Malas direcciones, reglajes o paralelismos defectuosos generan desgastes anormales. Los montajes inadecuados provocan, a su vez, los mismos defectos.

Causas internas debidas al conductor o, mejor precisado, a su modo de conducir, pueden ser:

—*Velocidad.* Una excesiva y constante velocidad sin tener en cuenta las peculiaridades de construcción del neumático, aboca a un desgaste prematuro.

—*Conducción agresiva.* Arranques y aceleraciones rápidas en semáforos, frenazos sucesivos y constantes, toma de curvas a velocidad excesivas generan un desgaste muy rápido de los neumáticos.

—*Estacionamientos.* Parar el vehículo rozando con los bordillos o incluso, pellizcando los flancos pueden conducir a un pronto deterioro de las zonas más delicadas del neumático.

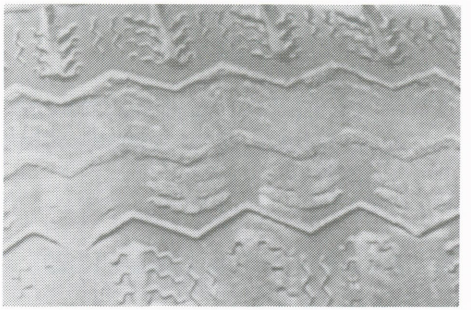


Figura 13.15



Figura 13.16

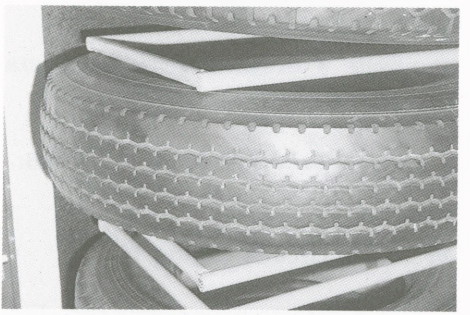


Figura 13.17

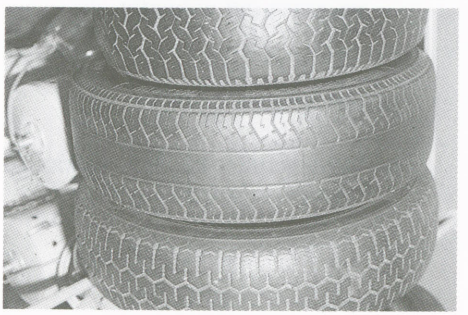


Figura 13.18

13.6.3. *Por razón del lugar de emplazamiento del desgaste, podríamos clasificarlo:*

13.6.3.1. En *banda de rodamiento*

a) Normal rápido (figura 13.15) debido a:

- — Estado, perfil y trazado de la carretera (ejemplo: carretera de montaña).
- — Velocidad y estilo de conducción.
- — Temperatura ambiente y clima.
- — Cubierta no adecuada al vehículo.

b) Anormal rápido (figura 13.16). Se produce por:

- — Pérdida de paralelismo de los neumáticos.
- — Desreglaje en los órganos de dirección de suspensión o de frenado.
- — Pérdida del paralelismo de los ejes.

c) En dientes de sierra provocado por:

- — Mala amortiguación o suspensión.
- — Mal inflado.

  Se caracteriza porque cada taco de goma presenta una arista viva y otra más desgastada.

d) Creciente de un hombro a otro (figura 13.17).

- — Exceso o contra carrozaje.

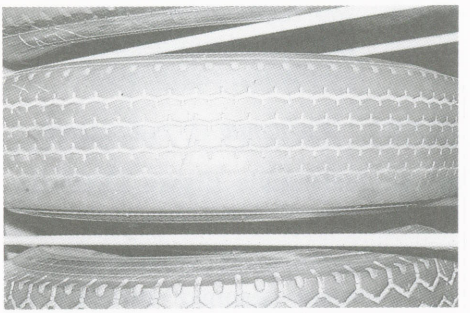


Figura 13.19

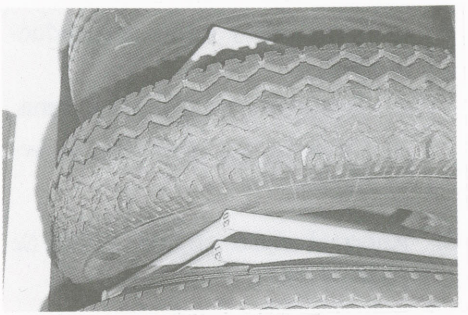


Figura 13.20

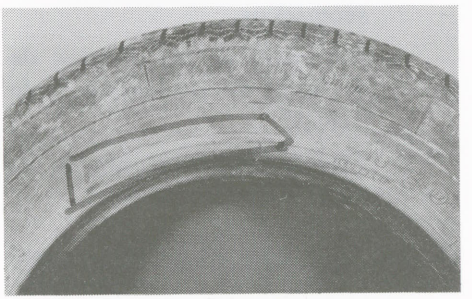


Figura 13.21

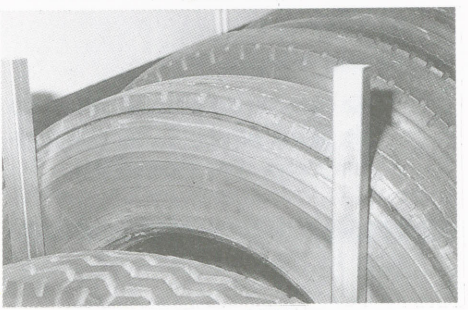


Figura 13.22

e) Desgaste «en cono» y «hondo» (figuras 13.18 y 19).

— En el primer supuesto existe bajo inflado, en el segundo sobre inflado.

f) En rail o circular (figura 13.20).

— Zona de desgaste circular que no afecta a la totalidad del ancho de la banda de rodamiento.

— Puede ser debido a un roce anormal con determinada parte del vehículo.

13.6.3.2. En *flanco*

a) Roce y desgaste circular (figura 13.21).

— Frotamiento contra bordillos.

b) Corte circular (figura 13.22).

— Contacto permanente con alguna pieza del vehículo.

c) Grietas (figura 13.23).

— Envejecimiento, exposición al aire libre, sobrecargas.



Figura 13.23

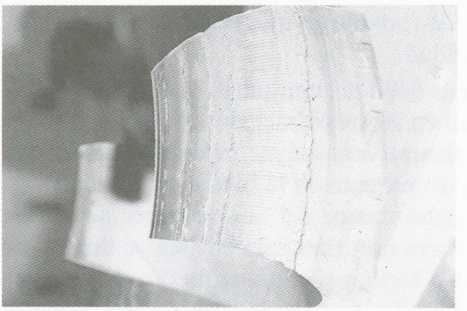


Figura 13.24

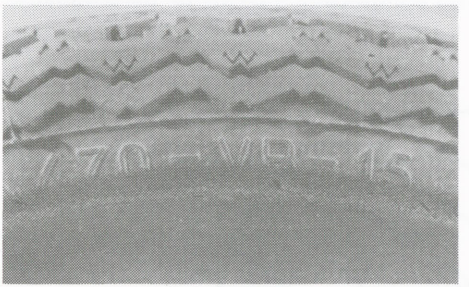


Figura 13.25

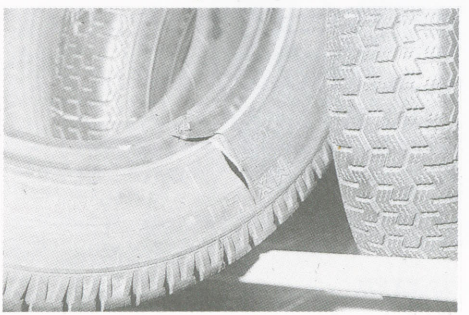


Fig. 13.26

d) Objeto entre neumáticos (figura 13.24).

— Suele suceder en neumáticos gemelados, cuando algún objeto no se retira de entre los mismos y transita en largo trayecto.

e) Contacto con el suelo (figura 13.25).

— Acontece cuando el neumático gira sin aire.

13.6.3.3. *Otros*

Deterioro en los talones y en las válvulas también pueden suceder, generalmente debidos a malos montajes y con resultados funestos.

La mala colocación de talones puede originar un corte en el flanco que provoca un reventón (figura 13.26). Un cuerpo extraño, aprisionado entre el talón y la llanta, también lesiona progresivamente al neumático, reventando si no se corrige a tiempo el defecto.

La válvula en mala posición o desprendida puede ocasionar una súbita pérdida de aire.

También una elección indebida de cámara, puede suponer un desinflado repentino que colocará en aprietos cuando se circule a velocidad elevada.

13.6.4. *Influencia de los desgastes en la accidentabilidad*

De todo lo anterior podemos inferir que los desgastes en la banda de rodamiento influyen en la adherencia y por ello, en la eficacia de frenada y en la estabilidad en las curvas. Por tanto la escultura de la banda de rodamiento debe mantenerse en línea de uso hasta tanto la profundidad del dibujo alcance el mínimo de 1,6 mm, que se considera esencial para un nivel de seguridad aceptable. (Determinados neumáticos indican el desgaste en la ranura del dibujo, ver figura 13.XXVII.)

Como quiera que la temperatura influye también en el rendimiento, debe tenerse presente que un rodaje de muchos kms. a altas velocidades (autopistas y autovías) durante largo tiempo puede ocasionar una gran elevación de la temperatura del neumático, desprendiéndose la banda de rodadura y provocando el reventón, con el riesgo que supone a tan alta velocidad.

En cambio, no debe olvidarse que lo más débil del conjunto, es el flanco, debido a su misión de proporcionar flexibilidad en las tres dimensiones. Al ser la parte más delgada, es la que se agrieta con el tiempo con mayor rapidez creando con ello el mayor riesgo de reventón, difícil que aparezca en la banda de rodamiento. El control policial sobre este punto es mucho menor del que se ejerce acerca de la profundidad de la escultura, la cual influye notoriamente en salidas de vía, en especial con suelos mojados, con escarcha o hielo, así como en la disminución de la eficacia frenante; pero, el reventón inopinado, casi siempre en el flanco, causa de modo general, una situación en extremo complicada a partir de determinadas velocidades.

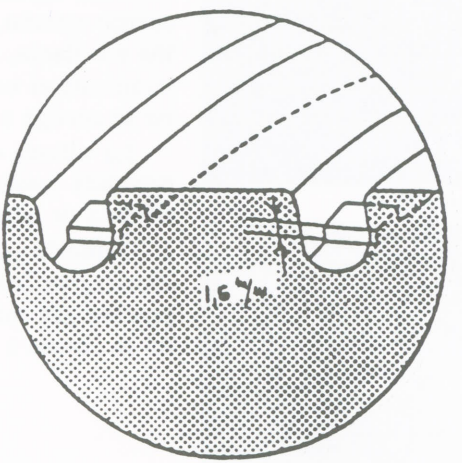


Figura. 13.XXVII

CAPITULO XIV

EXAMEN DE NEUMATICOS TRAS EL ACCIDENTE

Si alguien indica o conjetura que una condición del neumático ha contribuido al accidente de tráfico o las circunstancias del mismo sugieren dicha posibilidad, un cuidadoso examen de aquél y de la rueda sentarán la cuestión.

Los neumáticos pueden contribuir al accidente de dos maneras: Cuando el dibujo ha desaparecido, afectando con ello al frenado y al viraje y segundo la pérdida de aire por reventón, pinchazo, incluso separación de la banda de rodadura, pueden perjudicar la acción del conductor antes de la producción de la situación de peligro.

El presente estudio relata sólo cuando se trata de pérdida de aire por cualquier causa. Otras consideraciones se hallan inmersas en evaluar cómo y de qué manera han afectado al vehículo o comportamiento del conductor.

14.1. **Niveles de investigación**

— *En el lugar del accidente.* Hay oportunidad de examinar los neumáticos en la escena del accidente, aunque otras obligaciones son seguramente más urgentes. A menudo, las circunstancias son desfavorables, por ejemplo: poco tiempo, condiciones atmosféricas malas, apremios legales. No obstante, importantes observaciones pueden realizarse.

— *Examen del neumático.* Si Vd., tiene alguna razón para sospechar que el desinflado o reventón puede haber contribuido a perder el control antes de la situación de peligro, mire todos los neumáticos del vehículo en cuestión antes de que se lo lleven del lugar del evento. Haga una sencilla lista o registro con sus observaciones:

a) Si el neumático se encuentra correcto, marque dicha observación.

b) Si el neumático está desinflado, señale en el papel dicha circunstancia y añada una de las siguientes apreciaciones:

— Talón fuera de sitio.
— Llanta deformada.
— Agujero.
— Pueden coexistir las tres.

c) Preferiblemente mientras el vehículo es levantado por la grúa, incluso si la rueda no está deshinchada, anote en la lista una de las siguientes posibilidades:

— Gira libre.
— Gira pesadamente.
— Bloqueada.

Estas observaciones deben hacerse y anotarse cuidadosamente y pueden facilitar una información muy valiosa posteriormente.

— *Examen de la calzada.* Si hay alguna razón para sospechar que un neumático ha contribuido al accidente mire en los signos o huellas de la calzada.

Cuando se produce el desinflado de modo progresivo, se puede observar una estrecha y débil marca de uno de los dos hombros o cantos del neumático desde una larga distancia antes del accidente.

Ejemplo de anotación:

Seat 124	M-3276-ZZ
D. I.	Deshinchado, talón fuera, agujero.
D. D.	Deshinchado, agujero, bloqueado.
T. I.	Bien, libre.
T. D.	Bien, libre.

Un neumático completamente deshinchado debe dejar una marca muy irregular, ondulada o con interrupciones.

Haga un registro de todas las huellas observadas, preferiblemente mediante fotografías. La carencia de las huellas precitadas no significa que el reventón o desinflado no preexistían.

— *Técnicas de investigación subsiguientes.* El examen de las ruedas se debe realizar inexcusablemente cuando alguien responsable de las partes implicadas, considera que un neumático o rueda han influido en la producción del accidente.

Cualquier investigación técnica posterior al accidente debe ser hecha por el investigador que actuó en el mismo, o por alguien más cualificado o mejor preparado.

Sacar la rueda o el neumático correspondiente del vehículo para la investigación, a menos que cualquier razón legal, técnica o práctica impida dicha operación. Cuando se ha quitado el neumático y se ha identificado su pertenencia a determinado vehículo, no es imprescindible un examen inmediato. Si es necesario, de todos modos, puede hacerse la investigación sin quitar las ruedas del vehículo.

El objeto del examen de los neumáticos y de las ruedas es generalmente intentar determinar si se desinflaron y si es posible, cuándo exactamente y bajo qué circunstancias, y en qué influyó en la provocación del accidente.

Una mayor y profunda investigación es necesaria para determinar si una rueda o neumático con defecto, lo fue por negligencia, imprudencia, desuso, accidente previo o defecto de fabricación. Y mayores consideraciones merecen las conclusiones de su aportación al accidente.

— *Etapas de investigación.*

A. Relacionar lo siguiente:

   a) El neumático considerado. Especificar el tipo, marca y número de identificación. El número de serie está impreso en la parte lateral. Caso de no llevarlo puede colocar una etiqueta con una contraseña personal. Lo mismo sucede con la llanta, que no suele llevar número de serie.
   b) El vehículo del cual ha sacado la rueda, si Vd., tiene dicha información cuando examine el neumático. El vehículo puede ser identificado por los procedimientos normales.
   c) El accidente u otra circunstancia capital de la que Vd., posea información cuando examine el neumático. El suceso puede ser identificado del modo tradicional.
   d) Tiempo y lugar del evento.
   e) Personas que elaboran el atestado.
   f) Cuándo y de qué manera se han examinado las ruedas y neumáticos.
   g) Qué hizo con los neumáticos el investigador una vez finalizada la operación examinadora.

B. Describa el neumático anotando, medidas, principales características, tipo, presión, medidas de la llanta y profundidad del dibujo que indica el desgaste.

C. Mire las anormalidades en el neumático y en la rueda. Puede haber varias; enumérelas. Describa cada anormalidad con algún detalle, especialmente si el neumático no puede en el futuro observarse de nuevo.

D. Especifique cualquier otra circunstancia.

E. Deduzca cuándo aconteció el reventón dentro del desarrollo del accidente.

14.2. **Registro del examen técnico del neumático**

A menudo el registro es deseable por las siguientes razones:

— Hay inconveniente en obtener de nuevo el neumático para re-examinarlo.
— Puede ser estudiado por una o más personas.
— Puede no disponerse el neumático.
— El tiempo de reexamen puede salvarse mediante notas.

La información a registrar es la contenida en los cinco niveles o etapas señaladas anteriormente.

Localización de anormalidades. Hay dos modos para describir la localización de una anormalidad en un informe:

— Posición en el neumático con referencia a un punto.
— Marcar una señal en un diagrama del neumático.

En otro caso, una referencia puntual es necesaria, la posición de la serie numeral es conveniente para este propósito.

Observe el neumático, coloque la serie numeral en la parte superior (las 12 de un reloj), designe la anormalidad mediante una letra y describa su posición según la hora del reloj a la que esté situada (Ver ficha).

En todo caso, la anormalidad puede ser localizada bien en la cara interna, bien en la cara externa del plano del neumático.

Si Vd., desea examinar el neumático tras algún tiempo, la ficha es válida. Ahorra tiempo y ayuda a evitar el omitir información tras una ligera impresión u observación de conjunto. Los anexos 1 y 2 son los modelos de impreso por ambas caras de un informe de neumático.

Si las pruebas se han ejecutado en el neumático o se ha manipulado de alguna manera, como sacarlo de la llanta, obtener parte del material, haga separatas de notas específicas o bien qué es lo que ha hecho para no equivocarse en ello más tarde.

Fotografías. Registros suplementarios pueden hacerse mediante fotos. Estas no son necesarias si el neumático se puede retener en el futuro. De todos modos, un buen conocimiento no depende tanto de las fotografías como de una cuidadosa observación. Una excepción a ello es cuando las fotos están realizadas por alguien que no conoce lo que debe observar. Por supuesto, ello es innecesario si el neumático está disponible.

Conclusiones. Las conclusiones pueden ser parte o no del informe. En ocasiones, el Juez o abogado no querrá conclusiones en dicho informe. Entonces, puede hacerse separadamente bien verbalmente, bien por escrito. Si se expresan opiniones, es importante tener el registro escrito o sus observaciones como base para sus afirmaciones, así pueden justificarse o explicarse más tarde.

14.3. **Descripción de anormalidades**

A. *NEUMATICO*

1. *Hendidura pequeña.* Es una apertura menor de un centímetro de diámetro y con variada forma. Incluye pinchazos con clavos o piezas de metal y similares. Algunas muescas en la banda de rodadura pueden desdeñarse por insignificantes, salvo cuando se trata de identificar un neumático que ha producido una impresión en material blando.

2. *Corte.* Es una abertura con bordes uniformes y suaves y con la posibilidad o no de extremos del cordaje deshilachados.

   Generalmente, no hay material desprendido. Hay dos clases diferentes, distinguibles fácilmente:

   a) Corte hecho mediante hojas de metal cortante, o bien otros materiales, como vidrio. Más señalado en la parte externa que en la interna del neumático, de aquí que a menudo sea superficial. Muestra el interior o bordes, pero raramente con separación de pliegues o lonas. Puede tener cualquier dirección y ser largo o corto.
   b) Reventón o rotura de cordaje en diagonal. Más prominente en el interior que en el exterior. Las lonas están siempre penetradas y a menudo, existe separación de capas, pero raramente muestra el interior. Suelen aparecer como un par de cortes cruzados o formando ángulo en forma de T o X. Se produce de repente en la banda de rodadura o en el flanco por una presión externa localizada (mordisco de neumático).

3. *Desgarro.* Apertura con bordes irregulares. A menudo muestran los cordajes revueltos y con finales deshilachados. Con pequeña pérdida o no de material. Superficies irregulares y sin estrías. Generalmente presentan forma variable.

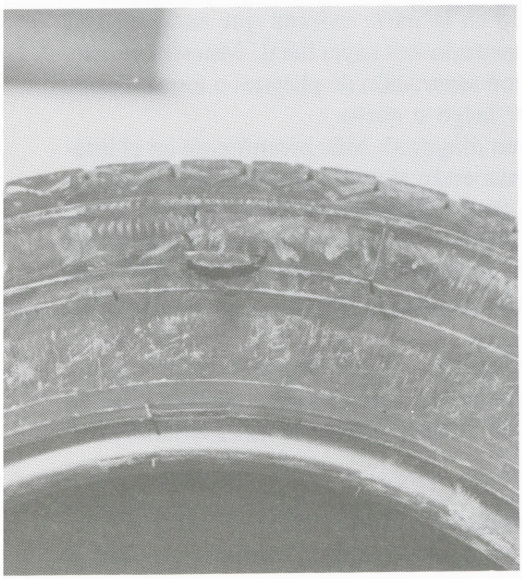
4. *Laceración.* Aperturas rasgadas, áreas con jirones y abrasiones internas. Alguna capa o lona separada y generalmente, cordajes sueltos y deshilachados.



Fot. 14.1. Hendidura pequeña.



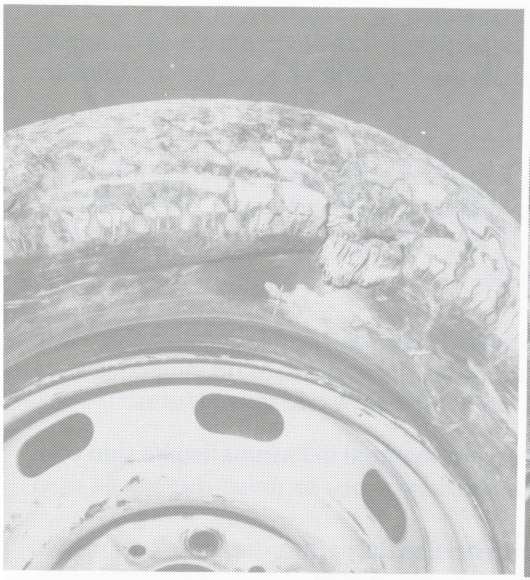
Fot. 14.2. Hendidura pequeña.



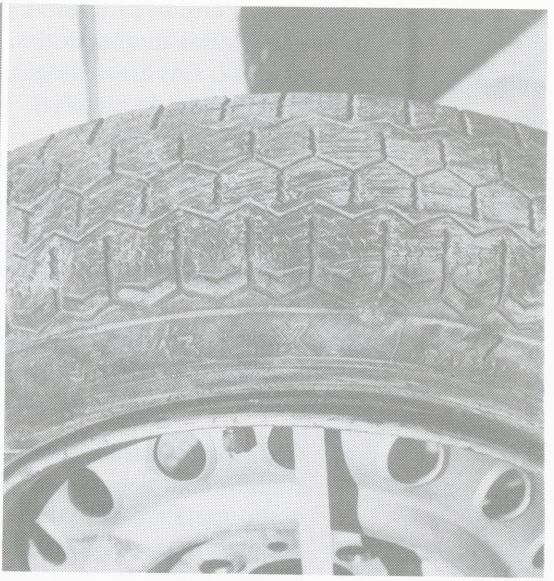
Fot. 14.3. Corte.



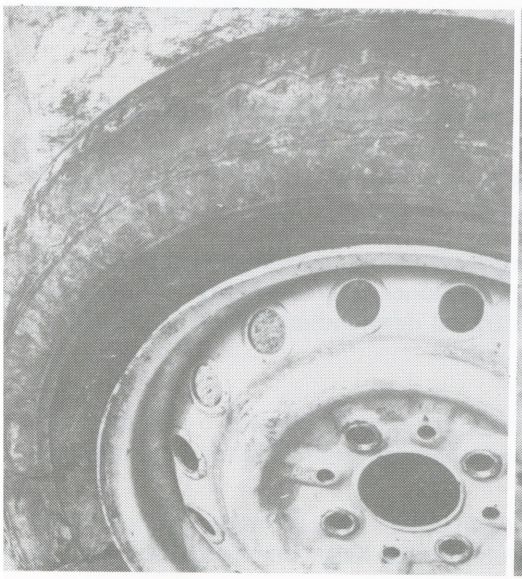
Fot. 14.4. Desgarros.



Fot. 14.5. Laceración.



Fot. 14.7. Abrasión.



Fot. 14.6. Laceración.



Fot. 14.8. Quemadura.

5. Desgaste. Pérdida progresiva de material de superficie sobre un área extensa sin estrías ni abrasiones. Superficie lisa. Sólo acontece en la banda de rodadura. Las áreas desgastadas pueden estar ahuecadas u onduladas. No hay pérdida de material.

6. *Abrasión.* Areas de superficie con estrías y otros signos de fricción o raspado. Puede estar muy áspero o sólo ligeramente erosionado. Puede hallarse en la parte interior o exterior de la superficie. Frecuentemente se hallan próximas a las del talón de llanta.

7. *Quemadura.* Presenta signos de calor o carbonización, decoloración de la goma, endurecimiento o atiesado de las fibras del cordaje, ampollas en la superficie. No existen estrías, hay cuatro clases de quemaduras:

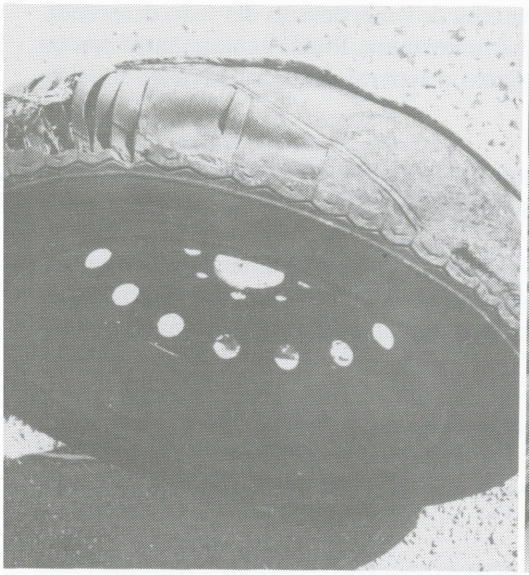
   a) Gran quemadura, de modo que el material del neumático ha sido consumido completamente. En casos extremos lo único que queda es el anillo metálico del talón.
   b) Raspaduras o ampollas superficiales, la parte externa del neumático ha sido afectada por fuego adyacente o bien, por llamas no directas.
   c) Carbonización de la goma o del cordaje quemado por la flexión a que se somete el neumático tras el desinflado o cuando la superficie se ha desprendido.
   d) Fricción de la banda de rodadura de modo tan intensivo que eleva la temperatura hasta el punto de que la goma cambia de tono sin aproximación al fuego.

8. *Separación de la superficie.* La banda de rodadura (difícilmente los flancos) puede separarse del cuerpo del neumático. En ocasiones, la superficie del material forma una burbuja o elevación y el material se desprende. Las superficies separadas pueden presentar dos diferentes características:

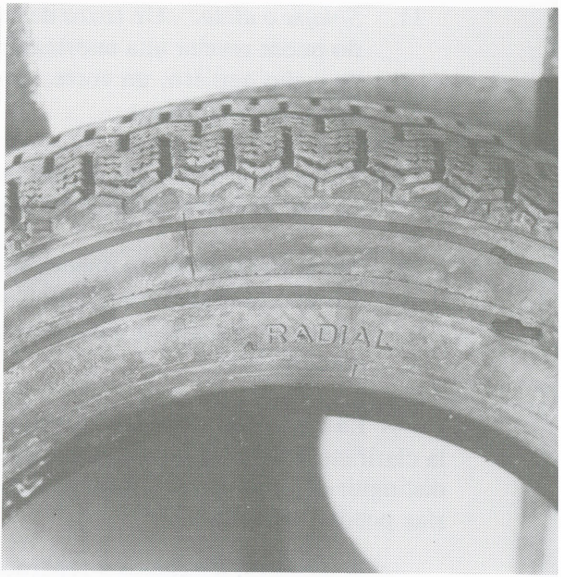
   a) Suave desgaste generado por el raspado o fricción entre capas después de la inicial separación y, en ocasiones, debido a la exposición o rozamiento de la capa inferior tras el desprendimiento de la superior.
   b) Cordaje al descubierto.

9. *Separación de capas.* Separación entre capas o pliegues o más de 6 mm. del borde. Puede o no estar acompañada de separación total de superficie.

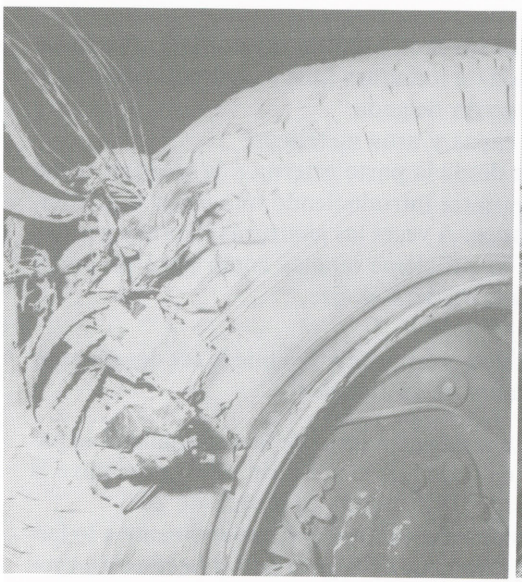
10. *Raspadura.* Es el signo de que algún objeto ha presionado contra la superficie mientras el vehículo avanzaba. Puede haber una ligera introducción, una abrasión superficial, estrías o arañazos.



Fot. 14.9. Separación de superficie.



Fot. 14.11. Raspadura.



Fot. 14.10. Separación de capas.



Fot. 14.12. Talón roto más corte.

11. *Solapa o aleta.* Un trozo de material de superficie no del todo desprendido puede revelar una anormalidad importante. Puede acompañarse con un pequeño agujero, un corte, desgarro o separación de superficie. No es la separación de capas.

12. *Talón roto.* Un signo de que uno o más anillos metálicos están rotos o al menos torcidos; pueden estar a la vista o no.

13. Otras anormalidades pueden no estar incluidas en las anteriores categorías. En tal caso, se debe describir separadamente. Por ejemplo: daños en las cámaras, parches o reparaciones, reparación completa de la banda de rodadura, etc.

— La distinción entre las distintas categorías no es siempre clara, hasta aquí, la clarificación puede ser cuestionable. Por ejemplo, puede haber dificultad para distinguir entre desgarro y laceración o abrasión. En este caso, dos o más categorías pueden señalarse.

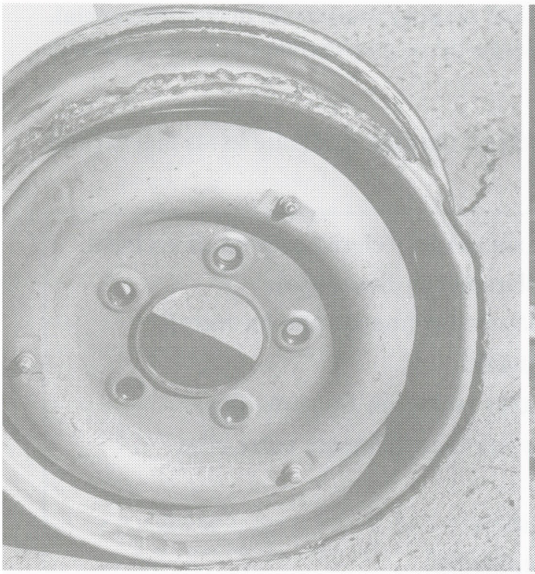
— A menudo, desgarros y reparaciones se encuentran unidas y acompañadas de abrasiones. De otra parte, una anormalidad no está descrita siempre correctamente con una simple clasificación y puede reseñarse en dos o más categorías.

— La profundidad de la anormalidad puede describirse suficientemente con una de las tres subdivisiones:

a) Superficial: No quedan expuestos los aros o anillos del cordaje. Puede ser bastante profundo desde la banda de rodadura (que es gruesa) o muy ligero donde los flancos tienen la goma delgada.
b) Penetrante: expone pliegues o capas y aros metálicos.
c) Muy profundo, que se extiende desde la parte externa a la interior. Si no es claramente visible, puede denotarse introduciendo una aguja o profundímetro para comprobar su alcance. A veces las aberturas internas y externas se hallan conectadas, pero lo suficiente lejanas como para no poder encontrarlo, si bien el neumático perderá el aire.

— El emplazamiento de la anormalidad en el neumático puede ser descrita por una de las cuatro características ilustradas en la figura II:

1. Circunstancial o longitudinal. La dimensión larga de la anormalidad es paralela generalmente a la banda de rodadura o al borde. El ángulo entre la dimensión longitudinal y el borde de la banda es menor de 20°.
2. Transversal o radial. La dimensión longitudinal está generalmente a lo largo de la banda de rodadura o del flanco. El ángulo con el borde es mayor de 70°.



Fot. 14.13. Abrasión llanta.



Fot. 14.14. Abrasión llanta.



Fot. 14.15. Deformación externa y axial de la llanta.

3. Oblicuo. La dimensión longitudinal no es ni transversal ni circunferencial.
4. No direccional. El ancho y el largo de la anormalidad son de la misma entidad.

— La forma de la anormalidad puede ser descrita mediante letras mayúsculas que sean similares a su configuración:

O. Redondo o irregular de forma, sin ramas y claramente no direccional.
I. Largo y estrecho sin ramas y claramente direccional.
L. Dos ramas formando un ángulo obtuso (mayor que un recto).
V. Dos ramas formando un acutángulo.
T. Tres ramas, una formando ángulo recto con las otras dos.
Y. Tres ramas con iguales ángulos aproximadamente entre ellas.
X. Cuatro ramas.
U. Rotura curva con los finales juntos.
C. Rotura curva con los finales separados.

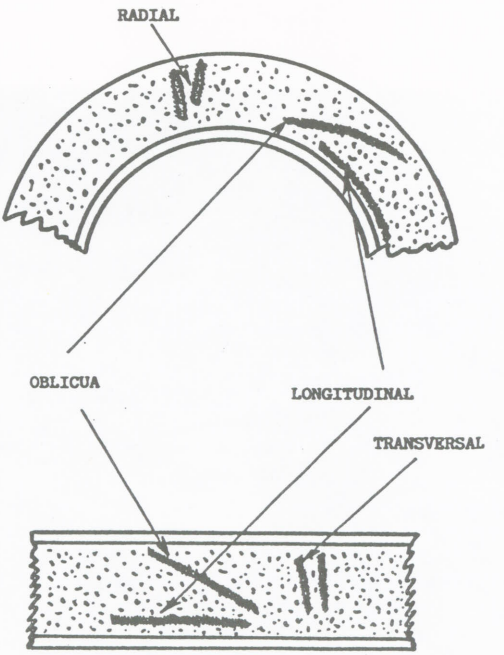


Fig. 14.II

La localización de la anormalidad debe ser especificada según se halle en la banda, en el flanco, en el talón o en la cima. Si la anormalidad se encuentra en más de una parte, hay que anotar cada una de ellas. Indique si es en la parte interior o exterior. Si una anormalidad incide en ambas partes, anótelo.

La medida de la normalidad se da tanto a lo largo como a lo ancho en milímetros. Si el ancho es tan estrecho que no merece la pena medirlo, se coloca un cero en su reseña.

B. DEFORMACIONES DE LA LLANTA. ABRASIONES

Anote si la llanta se encuentra deformada en la parte interna o externa y use tres mediciones para describir la extensión de la deformación.

Interna. La cara en contacto con la parte interior del vehículo.

Externa. Mira hacia la parte de fuera.

Medida de la cuerda. Véase figura 14.III.

Hundimiento máximo. El mayor desplazamiento radial debido a la deformación, tal como se observa en la figura 14.III.

Deformación axial. Es el mayor desplazamiento del talón de la llanta de sentido lateral.

Las abrasiones. Pueden ser estriadas, radiales, transversales u oblicuas, con la misma catalogación explicada anteriormente.

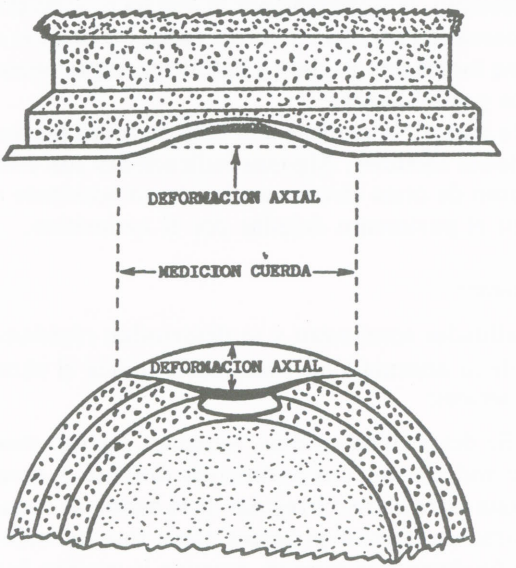


Fig. 14.III

C. ANORMALIDADES DE LA RUEDA

Si la rueda está torcida de tal manera que bambolea al rotar, anote el alabeo.

Los tornillos de las ruedas pueden estar dañados. Los agujeros de los mismos también. Anote que se ha abierto si el agujero se ha roto hacia el borde más cercano, anote que se ha alargado si se ha deformado o ha aumentado de tamaño.

Si la parte interior del agujero muestra pequeños dientes o hendiduras, anote la condición de «dentado».

Algunos desperfectos de las ruedas no pueden ser catalogados en las categorías anteriores. Entonces, describa las circunstancias separadamente y del modo más explícito posible. Por ejemplo, ribetes perdidos o fracturados, válvula perdida o dañada, corrosión, tierra, piedras, ramitas, etc.

14.4. **Lo que muestran las anormalidades**

Las anormalidades sugieren o indican de modo inmediato determinadas circunstancias. Una anormalidad puede demostrar más de una circunstancia. Comoquiera que las indicaciones son más o menos deducciones lógicas del carácter del defecto, de aquí el porqué de la importancia de estudiar cada una cuidadosamente.

El descubrimiento y descripción de anormalidades es una simple tarea de búsqueda, de observación y de clasificación, pero decidir que indican las anormalidades, requiere un razonamiento profundo acerca del comportamiento del neumático y del vehículo. Otras circunstancias, además de las anormalidades deben ser consideradas. Por ejemplo, la superficie por la que ha rodado el neumático, cómo ha sido tratado el neumático antes de ser observado, los sucesos del accidente, etc.

En ocasiones, una indicación es clara y definitiva, otras veces, sólo una posibilidad, o tal vez, dos posibilidades.

Es prácticamente imposible realizar una lista de todas las anormalidades y de todas las combinaciones factibles. Algunas indicaciones son confirmadas o basadas en el conocimiento de otras circunstancias de un accidente como el modo de colisión o huellas en el pavimento dejadas por el neumático.

A. *Ritmo de comienzo*

Algunas anormalidades comienzan y se desarrollan rápidamente, otras lentamente. El carácter de la anormalidad usualmente indica el ritmo del inicio. Hay cinco categorías generales:

a) Graduales. Se desarrollan en días, semanas, incluso meses. El neumático puede haber rodado muchos kilómetros durante el desarrollo. Un ejemplo, el desgaste extremado o irregular de la banda de rodadura. Otro, cuando una reparación interior progresa como una burbuja entre superficies reparadas y finalmente se expone, muestra la erosión lisa debido a la fricción de las superficies entre sí.

b) Lentas. Se desarrollan en horas. Las separaciones de capas o erosiones en la llanta cuando un neumático rueda muy deshinchado en número elevado de kms., o alta velocidad.
c) Rápidas. Se produce en minutos. Una quemadura por fuego exterior requiere un minuto o dos para producir la anormalidad resultante.
d) Súbitas. Se desarrollan en segundos, por ejemplo, abrasión o roce del neumático o llanta con la carretera; pinchazos debidos a un objeto punzante que se introduce con el neumático rodando.
e) Instantáneas. En fracciones de segundo. La mayoría de los pinchazos, cortes, reventones y golpes de llanta son instantáneos.

A menudo, es difícil determinar definitivamente en cuál de estas categorías se encuentra la anormalidad. Consecuentemente, dos o más pueden o deben anotarse como posibles.

El ritmo de comienzo de la anormalidad no debe confundirse con el ritmo de la pérdida de aire del neumático. Por ejemplo, un pequeño pinchazo puede desarrollarse súbitamente, pero el aire puede ir saliendo de modo progresivo a lo largo de horas antes de notarse con evidencia. De otra parte, una deficiencia en el neumático debida a una presión baja dura días en aparecer pero, la pérdida de aire en la situación final puede llegar a ser instantánea.

B. *Pérdida de aire*

El ritmo de pérdida de aire, es decir, el tiempo requerido para que el neumático llegue a estar desinflado, depende de la medida del agujero a través del cual el aire escapa y el tiempo durante el cual persiste la apertura. Muchos neumáticos pinchados o agujereados aumentan el tamaño de aquél a medida en que el aire se va escapando. Pero en ocasiones el neumático se desmonta de la llanta en un momento y vuelve a colocarse en su sitio antes de que mucho aire haya escapado. El ritmo se puede describir en cuatro categorías:

a) *Sin pérdida* alguna de aire. Muchas anormalidades superficiales se encuentran en esta categoría.
b) *Pequeño escape* que resulta de agujeros pequeños, válvulas que funcionan mal o bien un parche colocado deficientemente. El aire escapa sin ruido. Un reinflado permite usarlo de nuevo durante un leve espacio de tiempo.
c) *Pérdida rápida* que sucede cuando se trata de un agujero de notoria extensión.
d) Ocurre una leve *explosión* cuando existe un agujero que permite incluso introducir un dedo. Se produce en el neumático o entre la llanta y el neumático. Cortes, ampollas o reventones pueden ocasionar agujeros notables. Esta pérdida súbita de aire es descrita como un reventón cuando no va

acompañada de la colisión del vehículo. A menudo, acontece cuando el neumático sufre los efectos del choque violento y entonces el ruido propio de la colisión oculta el reventón. Sucede, a veces, que un agujero pequeño progresa tan rápidamente que llega a ser como una explosión porque la presión del aire perdido durante la marcha del vehículo puede producir anormalidades tales como separación de pliegues o capas o incluso abrasión de la banda de rodadura.

C. *Por contacto*

La naturaleza de una anormalidad puede indicar que un contacto inusual del neumático o llanta puede haber tenido lugar con otras superficies u objetos. El daño en el neumático por contacto puede haber sobrevenido por tres fuentes principales:

a) La *superficie* de la *carretera* ocasiona desgastes y a veces, irregulares deformaciones. Cuando se trata de carreteras o pavimentos muy abrasivos pueden marcar o raer el neumático si el mismo desliza. Ordinariamente, los firmes hieren a la goma del neumático que desliza en el punto donde la decoloración se observa. Pueden dejar a la vista el cordaje si el espacio recorrido deslizando supera los 30 metros.

b) *Otras partes del vehículo* pueden cortar, pinchar, reventar, incluso quemar el neumático en una colisión. Otros elementos pueden provocar erosiones. Un detenido examen del vehículo nos puede mostrar cual es la parte que ha rozado o golpeado al neumatico. Estas se encuentran generalmente en los guardabarros y no son fácilmente visibles.

c) *Objetos externos* de muy diversas clases, incluyendo partes de otros vehículos pueden dejar su marca en el neumático en una colisión. Dichas marcas se encuentran, generalmente, en la parte externa del neumático. Un objeto externo que comúnmente ocasiona daños al neumático es un borde áspero o irregular, o el de la acera que erosiona el flanco o incluso deforma la llanta a veces, como para producir un escape de aire. Clavos, vidrios rotos, objetos puntiagudos, tornillos, etc., pueden cortar y pinchar el neumático en tanto el coche circula. La anormalidad en estos supuestos suele ser pequeña y localizada en la banda de rodadura.

Cuando un neumático golpea una fuerte o dura esquina, un bache, un borde de acera, un rail o partes de otro vehículo, aquél puede doblarse hacia dentro tanto y tan violentamente que se puede fracturar o reventar. Ello supone un corte o rasgadura limpia del cordaje en una dirección pero no en la otra. La ruptura es generalmente completa y de través pero puede aparecer sólo en la parte interna. El corte es generalmente en el interior de forma I o X. El daño está más extendido en el interior que en la parte externa. Por fuera un desgarro puede aparecer en la

banda de rodadura o en el flanco, pero no en el hombro del neumático.

Determinar qué objeto fue responsable de una concreta anormalidad en el neumático, requiere conocimientos de qué objetos se encontraban en el lugar del hecho. En ocasiones, un determinado elemento puede encontrarse por un detalle o figura que hace juego con el daño del neumático.

D. *Movimiento de la rueda*

Las anormalidades nos pueden indicar lo que hacía la rueda cuando se produjo el desperfecto en el neumático o en la llanta.

a) Una rueda bloqueada puede deducirse cuando existe una abrasión localizada sobre la banda de rodamiento.

b) Si las ruedas rodaban se encontrará la abrasión o desgaste liso extendidos alrededor de la pestaña a talón de la llanta.

Pinchazos o cortes producidos por objetos que se encontraban fijos en la calzada y anteriores en el recorrido hasta la posición final del vehículo.

c) Si las ruedas han derrapado lateralmente se observarán estrías en los flancos y en ocasiones, en las bandas de rodamiento. Una fuerte abrasión lateral unida a las del talón de la llanta indican un derrape violento puesto que un neumático no puede en condiciones normales ser tan flexible como para permitir el contacto de la llanta con el suelo sin un fuerte desplazamiento lateral.

Los daños que indican bien que la rueda estaba bloqueada o que rodaba pueden llevar a la conclusión bien que el vehículo estaba parado o en movimiento en el instante de la colisión. Pero toda conclusión debe tomarse con las debidas precauciones puesto que todas las consideraciones deben ser tenidas en cuenta. Un neumático de un vehículo en movimiento, por ejemplo, puede bloquearse por una colisión y después de ello dañarse de tal modo que sugiera que no rotaba cuando acaeció la colisión.

E. *Otras indicaciones*

Debe recordar que existen otros detalles que no se han relacionado anteriormente y cualquiera de ellos debe ser descrito separadamente.

Sea muy concienzudo en la interpretación de las anormalidades que no se hallen comprendidas en las relacionadas anteriormente. Recuerde que si un defecto sugiere sólo la posibilidad de una circunstancia, la misma sólo se debe confirmar si otras observaciones y razonamientos abundan sobre la misma conclusión.

Para una anormalidad determinada, debe tomar precauciones y anotar sólo las indicaciones que sugiera dicho defecto. Si es conocido por medio de otras fuentes que un vehículo estaba parado en el instante de la colisión y por consiguiente, que

la rueda no rodaba, no lo señale como anormalidad de rueda bloqueada a menos que la misma presente una lesión que por sí misma indique que la rueda no giraba.

14.5. **Opiniones**

El propósito principal en el estudio de los neumáticos y ruedas tras un accidente es formarse una opinión de cómo una anormalidad observada puede ayudar a obtener conclusiones acerca del accidente. En la mayoría de los supuestos, esto es el centro del asunto para determinar si una condición del neumático o rueda ha sido un factor determinante del accidente o si el accidente fue la causa de la condición del neumático o rueda.

Buscando una solución para aquel propósito, lo esencial del problema es decidir si las anormalidades observadas deterioraron la rueda y en ese caso, en qué momento del proceso del accidente sobrevino dicho deterioro.

Desde luego, si una anormalidad no afecta a la rueda, esto es, no interrumpió su funcionamiento, ello supondría el no haber influido *directamente* en el comportamiento del vehículo. Un neumático inflado correctamente, aunque desgastado o severamente dañado, puede hacer lo que se supone; esto es, soportar la carga y permitir la tracción necesaria para gobernar y frenar el vehículo.

Si tras un accidente, ha perdido la mayor parte o todo el aire, la rueda está funcionalmente desacoplada, esto es, inutilizada. Entonces ahí está la tarea de intentar buscar cuándo el neumático resultó inutilizado. Ello puede requerir un examen más técnico de lo que es posible ordinariamente en el lugar del accidente.

A. *Momento de la inutilización*

Esencialmente, una de las seis siguientes conclusiones concernientes al instante de la inutilización pueden alcanzarse como resultado del estudio del neumático o rueda tras el accidente:

a) Deterioro o inutilización ocurrida con *anterioridad.* Hubo un daño tal como separación de banda de rodamiento, pero el neumático, no obstante, funcionaba. La contribución al comportamiento del vehículo es indirecta. La influencia resulta del efecto que ha supuesto en el conductor. Una separación de banda a menudo se halla acompañada por un gran ruido y una fuerte vibración en la dirección. Ello ciertamente, distrae al conductor y puede afectar a su actitud refleja, como un volantazo, con resultados desastrosos. El efecto en el conductor depende, generalmente, de su experiencia y destreza.

b) Deterioro que ocurre en una operación anterior a la que el conductor realiza cuando se encuentra en problemas, y *antes* de cualquier *maniobra eva-*

siva. Por ejemplo, cuando un neumático se desgasta a través del cordaje y de repente pierde presión, la inutilización ocurre antes de cualquier dificultad en el control del vehículo experimentada o sentida por el conductor.

c) Deterioro o inutilización ocurrida *durante* la pérdida de control en la frenada o *maniobra evasiva* pero *antes* de la *colisión* o desplazamiento posterior, por ejemplo, una rueda inutilizada por la fricción originada por una gran frenada a elevada velocidad. Las indicaciones en las que esta opinión está parcialmente basada son ruedas bloqueadas (excepto cuando el vehículo se hallaba detenido) ruedas con deslizamiento lateral (derrape), roce o contacto con el firme y súbito inicio del deterioro.

d) *Durante* el impacto de la *colisión* o en el desplazamiento posterior es el momento más usual de rotura o destrozo del neumático en conexión con un accidente. Un neumático erosionado o roto por golpe con reborde del pavimento o bache durante la colisión; cortes y agujeros infligidos por otras partes del vehículo suceden generalmente durante la colisión. Las indicaciones que nos lo pueden hacer suponer son las ruedas bloqueadas, rotura instantánea, pérdida repentina de presión, contacto con otros elementos del vehículo y roce con otros objetos externos, incluyendo otros vehículos. Una notable flexión de la llanta suele acaecer durante las colisiones, sean de la clase que sean.

e) Si el deterioro se ocasiona con posterioridad a la colisión puede ocurrir cuando la cubierta es desplazada o dislocada de la llanta por desplazamiento lateral o cuando rueda desencajada. La opinión de que el deterioro se ha producido tras la colisión viene marcada en las indicaciones del firme, inicio lento o rápido, pérdida de aire rápida, y ruedas bloqueadas o con desplazamientos laterales. Un importante y en ocasiones, confuso desperfecto tras la colisión, viene determinado por las operaciones de remolque. A menudo el vehículo accidentado es arrastrado por la grúa largo trayecto. Ello puede provocar severos y marcados desperfectos en el neumático.

f) *Indeterminado.* En ocasiones, la información disponible no es suficiente para concretar el momento exacto del deterioro. En tales casos, hay varias posibilidades que no confirman una de modo exclusivo. Entonces, una opinión es materia o trabajo de gabinete y lo mejor es considerar el asunto como indeterminado. Puede ser posible obtener datos adicionales para fijar la cuestión. Pero, en todo caso, se debe afirmar clara y expresamente que son especulaciones.

Es propio manifestar el grado de confianza que uno tiene en una convicción. Si la opinión es muy especulativa sin excesivos fundamentos, es mejor dejarlo como impreciso. De otra parte, si las indicaciones son claras, la convicción puede manifestarse como cierta.

B. *Relación de otras circunstancias*

Frecuentemente cuando un investigador examina un neumático, tiene alguna noción, para empezar, sobre el accidente u otro evento que haya afectado aquél. Pero, en otras ocasiones, el neumático es recibido sin otra información. En estos casos, se pueden anotar los detalles observados aventurando a qué causa pudiera deberse, pero debe ponderarse mucho sobre las opiniones a verter sobre cómo y cuándo se pudieron producir las condiciones.

Es una buena idea esperar la emisión de la opinión final hasta tanto las últimas fuentes de información sean analizadas. Cualquier otra clase de datos pueden ser numerosos y significativos. Algunos se pueden mencionar aquí:

Carretera. Las señales del neumático y la llanta sobre el firme pueden indicar claramente si el neumático circuló sin aire o casi sin él antes del viraje o colisión. Algunas huellas son más significativas incluso que los daños en la cubierta. Pero recuérdese que no siempre un neumático sin presión deja huella en el firme. No obstante, la falta de marcas no debe inducir a pensar que el neumático se hallaba en perfecto estado.

Declaraciones de los participantes en el accidente y otros testigos que pueden aportar observaciones y otras cuestiones en la elección de las posibilidades de las diferentes anormalidades posibles. Pero, las afirmaciones deben tomarse con serias precauciones puesto que suelen ser especulativas y nada técnicas.

Los *operadores* de grúa pueden, a veces, contribuir a la información. Pueden recordar si el neumático fue reemplazado, si estaba hinchado o no, o si alguna cubierta estaba fuera de la llanta. Ellos deben afirmar si rodaba libremente o se hallaba bloqueado y por último, si durante el remolcado se produjeron o no, variaciones en el estado de aquéllos.

El *examen del vehículo* puede mostrar exactamente lo que pudo cortar, erosionar o pinchar un neumático durante el impacto; también si el neumático circuló tras el golpe puesto que, la abrasión del firme sobre él se manifestará.

C. *Otras referencias*

Otras referencias suelen determinarse además de las básicas, observando los defectos del neumático. Por ejemplo, algún daño del mismo tal como una intensa abrasión indica que se deslizó en contacto con la vía en una considerable distancia. Ello conduce a sugerir que el vehículo llevaba una velocidad elevada, bien por impulso propio, bien por la acción de otro vehículo.

D. *Causas de accidentes*

Sea comedido acerca de las inferencias de los neumáticos en el origen de los accidentes. Es fácil equivocarse adoptando conclusiones rápidas. El más común

de los errores es hallar un agujero en la cubierta tras un accidente y concluir que el mismo se ha ocasionado al perderse el control del vehículo tras el reventón.

La respuesta del conductor ante el reventón, usualmente determina la importancia del factor. Reventones intensos ocurren a menudo, por ello, los vehículos van equipados necesariamente con una rueda de repuesto, pero no siempre un reventón termina en accidente. Hay algunos casos en los que aquél puede originarlo, por ejemplo, si la banda de rodamiento se separa completa, pero incluso en estos supuestos, un número sorprendente de conductores alcanzan a dominar el vehículo; la velocidad es determinante. En muchas situaciones, es la respuesta del conductor la que crea el problema. Supongamos que a alta velocidad se pierde parte de la goma, si no hay pérdida de aire no se pierde el control del vehículo, los problemas sobrevienen cuando el conductor, tras haber oído el ruido, la vibración o la ligera tendencia del vehículo a moverse hacia un costado, reacciona indebidamente con el volante.

CAPITULO XV

EL HOMBRE COMO FACTOR DEL ACCIDENTE

15.1. Introducción

«La conducción entendida como sistema consta de tres elementos básicos: el vehículo, la vía y el hombre. El proceso de conducción tiene, pues, múltiples dimensiones. Por un lado, depende de factores técnicos (vía y vehículo); por otro de factores jurídicos que normaliza la circulación (código de la circulación); y , finalmente, de factores humanos (aptitudes y actitudes del conductor, formación profesional sistemática y maduración personal) (Roche, 1963).

Cuando se origina un accidente,puede suceder que los tres complejos de variables se hallen implicados en su causa. En muchas ocasiones sucede también que el accidente se produzca por razones más simples y específicas de alguno de los tres factores mencionados. Pero sin duda, en todos los casos, el hombre que conduce siempre se halla implicado en el accidente.

En definitiva, en la situación de conducción tenemos: 1) El medio ambiente (entorno): vías, señalización, otros usuarios, condiciones de iluminación, meteorológicas, etc. 2) El propio vehículo con distintos mecanismos: velocidad, dirección, capacidad de frenada, etc. 3) Un ser humano que ejerce un control sobre el vehículo en función de las condiciones que percibe y de sus disposiciones.

Así el hombre en la situación de circulación funciona como un ser adaptado a un ambiente mediante un instrumento (máquina) con un dispositivo de control cibernético: recibe unas informaciones y ejerce acciones para realizar un cierto programa.

El vehículo automóvil es un caso particular de máquina gracias a la cual las distancias terrestres son vencidas. Por su velocidad, el espacio de afuera es el que se reduce y, en contrapartida, nuestro yo se expansiona. Esta

auto-expansión es máxima e intensa cuando el hombre conduce él mismo un vehículo: El turismo o el ciclomotor forma parte de su esquema corporal. El uso o el abuso depende ya de su persona, de su capacidad de valorar la realidad, de sus disposiciones personales y de su relación con el ambiente. Esta capacidad de captar la realidad va a tener unas bases biológicas y unas connotaciones psíquicas, que son fundamentales en la conducción de vehículos.

La conducción constituye una de las actividades humanas que requieren del sujeto un potencial elevado de energía y la puesta a punto de todos sus mecanismos biopsicológicos, debido al incremento y complejidad de dispositivos y circunstancias que rodean a la conducción.

El hombre, para conducir debe percibir primero lo que ocurre a su alrededor y con ello, los cambios experimentados por las características de la vía, de su entorno y del conjunto del tráfico.

Para captar dichos cambios debe poseer una buena agudeza visual, un campo visual lateral amplio y una buena adaptación de la oscuridad. Una vez percibido la situación, debe hacer una correcta evaluación, para lo que se requiere una capacidad intelectual al menos normal. Esta valoración puede verse afectada por la fatiga, el sueño, el alcohol, las drogas o los efectos de una digestión pesada. También, para llegar a una mejor y más rápida evaluación, es necesaria una cierta experiencia en la conducción (Montenegro, 1981).

Después que la situación ha sido percibida y evaluada, llega el momento de elegir la maniobra adecuada entre todas las posibles. Esta elección debe realizarse también con rapidez. Para realizarla, es necesario saber cual es la maniobra correcta en cada situación y, además, que este reconocimiento se manifieste de una manera inmediata. También la capacidad de elección puede verse afectada, además de por un déficit intelectual, por la fatiga, el sueño, etc. tal y como señalamos anteriormente, así como por problemas psicopatológicos.

Por último, una vez elegida la maniobra adecuada, es necesario ejecutarla y esta acción debe realizarse con la mayor rapidez y precisión posible. Estos factores pueden verse afectados también por las mismas causas señaladas anteriormente y, además por cualquier alteración locomotriz que implique una lentificación, imprecisión o insuficiencia de fuerza (Montenegro, 1981).

Tampoco hay que olvidar que el conductor debe integrarse, junto con su vehículo, en el conjunto de otros vehículos que circulan simultáneamente por la misma vía y que son, a su vez, conducidos por otros.

Así pues, tenemos que, en definitiva, todo el peso del tráfico recae sobre el hombre.

El aprendizaje de la conducción es el paso previo para poder controlar el automóvil. En él intervienen diversas estructuras anatómicas, como múscu-

los, huesos, venas, arterias, nervios y centros del sistema nervioso central y vegetativo. Podríamos esquematizar el substrato anatómico de la conducción de la forma siguiente: sentidos, vías aferentes, núcleos asociativos, núcleos integrativos, áreas corticales interpretativas, áreas motoras, vías aferentes y estructuras motoras. Todo este complejo mecanismo anatómico funcional está dependiente de variaciones adaptativas al medio exterior. Es decir, las estructuras motoras que ejecuten una determinada maniobra, como, por ejemplo, un giro de volante, dependerán de los estímulos que los órganos de los sentidos hayan recibido.

Ahora bien, no podemos reducir todo el problema de la conducción de automóviles al esquema «estímulo reacción», donde sólo habría que estudiar los distintos tipos de estímulo y los distintos tipos de reacciones que se producen; es también de gran interés el estudio de otras facetas del ser humano, como, por ejemplo la vida psíquica y, ¿cómo no?, el comprender como funcionan las estructuras orgánicas y por qué funcionan en determinados momentos de forma distinta a lo estadísticamente normal».

Todo el texto entrecomillado corresponde a parte del Artículo titulado «**Consideraciones acerca de los aspectos neurofisiológicos y psíquicos en la conducción de vehículos automóviles**» de José J. Soler Pérez, María Luisa García Mérita y Francisco Tortosa Gil.

15.2. «Manera de proceder» o «comportamiento»

Es lo que realiza el conductor o peatón, como ejemplo, como gira el volante o aplica los frenos o penetra en la calle. El comportamiento de la persona queda en parte reflejado en la actuación de la Unidad de tráfico, que es la causa directa del accidente. Al investigar un accidente, tenemos que procurar descubrir las condiciones del conductor o peatón que motiven la actuación del mismo y tratar de explicar el porqué de tal forma de comportarse.

Algunas condiciones del conductor, muchas veces contribuyen a un accidente con carácter de causa. Los perfectos conductores pueden superar la mayoría de las situaciones peligrosas que presenten las condiciones del vehículo o de la carretera. Los conductores incompletos, sin embargo, únicamente maniobran con éxito cuando son favorables las condiciones del vehículo y de la carretera y cuando el tráfico presenta pocos problemas. Por ello nos interesan preferentemente las condiciones que, en un accidente específico, incapacitan al conductor para resolver los problemas que le presentan las condiciones del vehículo, de la carretera y del tráfico. Queremos estudiar cómo contribuyó la personalidad del conductor en la producción de cada accidente específico.

Personalidad, por lo que respecta a los accidentes de tráfico, es el conjunto de cualidades que motivan en el individuo su comportamiento, es decir, que le hacen actuar en la forma que lo efectúa, y especialmente aquellas cualidades que le diferencian de los demás. Consta de tres partes:

1. Facultades naturales; son las dotes físicas o intelectuales que adquirió la persona naturalmente, sin esfuerzo por su parte.
2. Las aptitudes técnicas son las que se adquieren mediante el estudio y la práctica.
3. El carácter es lo que constituye la forma peculiar de comportarse de una persona. Lo estudiaremos más adelante.

(Ver cuadro 15-1 en páginas finales del capítulo.)

La personalidad se ve afectada por diversas condiciones momentáneas del conductor, como la embriaguez, la fatiga, las drogas y las enfermedades, etc. Todas ellas influyen tanto en el carácter como en las facultades.

En las páginas siguientes, describiremos varias condiciones y facultades que contribuyen a los accidentes. También explicaremos la forma de buscar los síntomas de algunas de ellas.

15.3. **Facultades naturales**

La deficiencia de las facultades naturales puede contribuir a los accidentes de varias formas. Hablamos de deficiencia relativamente permanente, no de enfermedades. Algunos defectos mentales o físicos son deficiencias congénitas a una persona. Estas deficiencias se dan en tres diferentes planos:

1. Deficiencias sensoriales y perceptivas, especialmente de la vista y del oído, que impiden al conductor darse cuenta de las condiciones del tráfico o de la carretera.
2. Deficiencias mentales y nerviosas, que privan al conductor de la comprensión de las condiciones peligrosas y de adoptar las decisiones pertinentes respecto de ellas.
3. Deficiencias físicas (musculares y osteológicas) que impiden al conductor accionar apropiadamente los controles del vehículo.

15.3.1. *Deficiencias sensoriales y perceptivas*

15.3.1.1. *La Vista*

a) AGUDEZA VISUAL

«Todos los autores coinciden en considerar el examen de la agudeza visual de los conductores como fundamental y ello sin que exista una estadística o estudio

suficientemente concreto que relacione accidente y visión deficiente. Así piensa Wafelgakker; Brody es de la misma opinión y escribe: «Las deficiencias de visión, especialmente los casos extremos de agudeza disminuída, anomalías del sistema muscular ocular, campo visual restringido, sensibilidad al deslumbramiento, tienen una gran influencia en la frecuencia de los accidentes.»

El servicio de P.T.T. de Holanda, abunda en este sentido y establece un exámen periódico de la agudeza visual en función de la edad del conductor.

Una exploración, llevada a cabo en los Estados Unidos por el Consejo de Seguridad Nacional, encontró que en 8.000 sujetos examinados, un 20 % tenían problemas de agudeza y debían ser considerados como conductores poco seguros. Una exploración similar en Alemania, encontró la misma proporción en un 20 % de conductores con problemas de visión.

Aunque estos datos no señalan una relación clara entre accidentes y agudeza, puede, sin embargo, aportarse la experiencia de Wahlbeen, que comprueba la influencia favorable de los lentes correctores sobre la cifra de accidentes.

Ahora bien, los resultados de muchas exploraciones no pueden ser tenidos en cuenta porque se refieren a relaciones de accidentes en conductores previamente seleccionados, esto es, grupos en los cuales los sujetos con defectos de uno u otro tipo han sido ya eliminados. Sin embargo, la tendencia de todas ellas, como han comprobado muchos autores, entre ellos Wafelgakker y Mesteres, es a coincidir sobre la necesidad de este tipo de exploraciones, aunque no exista aún un acuerdo respecto a las cifras que deben considerarse como aceptables.» (José Germain: «Los problemas de la circulación. El aspecto médico». *Revista de Psicología General y aplicada*, 1963.)

En España, las deficiencias de agudeza visual admitidas y restricciones impuestas en cada caso, vienen marcadas por el Real Decreto 2272/85, de 4 de Diciembre (B.O.E. núm. 294), en su Anexo I, que no se reproducen aquí por su extensión, debiendo ser consultada por el lector y contrastada con las presentes notas.

La agudeza visual o viveza de la vista es particularmente importante para la lectura de los mensajes de las señales, como por ejemplo: «PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA». Esta deficiencia generalmente puede corregirse con unos lentes. Si para aprobar los exámenes son necesarios los lentes, la obtención del permiso de conducción queda condicionada obligatoriamente a conducir con lentes de corrección y a llevar otros lentes de repuesto.

Aquí vamos a ofrecer algunas razones para sospechar que la deficiente agudeza visual pudo contribuir a un accidente:

1. Accidente que implica alguna maniobra con infracción de una señal, especialmente si las letras son pequeñas.
2. El conductor dice que no vio o no comprendió la señal.
3. Conducir sin lentes cuando el permiso de conducción especifica que está condicionado a ellos.

4. Confusión originada por no entender o no leer bien las señales que indican direcciones de calles.

Se puede hacer una sencilla prueba de agudeza visual pidiendo a la persona que lea el número de la matrícula de un coche con buena luz desde una distancia de unos 30 metros. Si está en duda la posibilidad de ver una señal, pruebe al conductor con la misma señal que estuvo implicada en el accidente, desde la posición en que debiera haberla reconocido para efectuar con seguridad la maniobra requerida. Los oftalmólogos pueden probar con toda precisión la agudeza visual.

b) LA CEGUERA NOCTURNA

Es la incapacidad de ver objetos de poco contraste con poca iluminación, por ejemplo, un peatón vestido de oscuro a 60 metros de distancia de los focos bajos. La ceguera nocturna es más frecuente entre la gente vieja. No se puede remediar con lentes. Los parabrisas y cristales coloreados incrementan este impedimento. Si por la noche encuentra un conductor con lentes de color, trátelo como un desconocedor de lo que representan para su capacidad de visión nocturna. Si el vehículo tiene un parabrisas coloreado, trátelo como una condición perjudicial del vehículo para conducir con seguridad durante la noche, y no como un desconocimiento del conductor por lo que afecta a su visión nocturna.

Por supuesto, que sólo tiene que sospechar de ceguera nocturna durante la noche, fuera de las ciudades u otros lugares con luces públicas, especialmente en conductores que pasan de los 50 años, en circunstancias semejantes a las siguientes:

1. Cuando el coche se sale de la carretera y penetra en el arcén.
2. Si es atropellado un peatón vestido de oscuro, animal, montón de tierra o camión sin iluminar.
3. El conductor alega simplemente que no vió el objeto colisionado.

Puede usted efectuar una sencilla prueba de ceguera nocturna, colocando una persona con vestido oscuro, contra un fondo oscuro a 60 metros de los faros con los focos más bajos. Pregunte al conductor si aquella persona está de pie o agachada. Algunos especialistas de ojos pueden graduar la ceguera nocturna, pero esto requiere una labor de más de media hora en una habitación completamente oscura.

No se comprueba para la obtención del permiso de conducción.

c) LA CEGUERA POR RESPLANDOR

La ceguera por resplandor es la lentitud en la recuperación de la vista tras haber mirado de noche a una luz deslumbrante. Es mucho más corriente entre los viejos que entre los jóvenes. La susceptibilidad no puede corregirse con cristales de colores ni de otra clase. El deslumbramiento por el sol puede ser neutralizado mediante cristales «polaroid» o de otra calidad.

Unicamente debe sospechar de ceguera por resplandor cuando el conductor ha sufrido un accidente acto seguido de haberse cruzado con un coche con faros deslumbrantes o al adelantar a un coche con luz intensiva, o también, al pasar frente a luces de calles muy intensas u otros casos similares, motivando:

1. Que se salga de la carretera.
2. Que atropelle a un peatón o choque con algún objeto fijo, vehículo de marcha lenta o un animal.
3. Y que alegue que fue cegado por los focos.

Puede hacerse una sencilla prueba de ceguera por deslumbramiento, situándose de pie en la carretera y en la oscuridad sin luces de ciudad, a 30 metros de un coche que le viene de cara por una fila adyacente. Coloque una persona vestida de oscuro contra el fondo sombrío junto al extremo posterior del coche que le viene de frente. Una vez apagados los faros del coche, determine si el conductor sometido a prueba es capaz de ver aquella persona tan pronto como usted o cuanto tarda más. Si tarda el doble que los demás observadores, es deficiente para resistir el deslumbramiento. La resistencia al deslumbramiento puede ser graduada con bastante precisión con material especial o por algunos especialistas de la vista.

Algunas veces la susceptibilidad al deslumbramiento se debe total o parcialmente a mirar directamente a los faros en vez de hacia el lado de la carretera. Esto es más bien una falta de pericia o de conocimiento, que un defecto de la vista.

«La adaptación al deslumbramiento es un problema de gran importancia al parecer, si nos atenemos a los dichos de los accidentados pero acerca del cual no se han establecido estadísticas demostrativas. En algunos países se dice que del 0,5 al 2,5 por 100 de los accidentes son debidos al deslumbramiento.

Desgraciadamente no se hace referencia a datos concretos de exploración antes y después del accidente. Por otro lado, la sensibilidad al deslumbramiento no es constante, e incluso presenta sensibles variaciones según las condiciones físicas, alimentación, etc. del sujeto. Y, sin embargo, la cuestión es tan importante que hace unos años el Instituto de la Circulación de Karlsruhe llegó a la conclusión de que, incluso durante el día, este defecto de adaptación, puede dar lugar a accidentes de la circulación. Es el retraso en percibir el obstáculo el que determina el fallo de la reacción adecuada y el accidente. La relación de este trastorno con un déficit de vitamina A es bien conocida. Nosotros aconsejamos a los que tienen que viajar de noche un régimen previo, rico en alimentos que suministren dicha vitamina. Como ejemplo de esta influencia valga lo que a este respecto escribe Wahlbeen: «Es notorio que se encuentran casos, bien netos o claros, de ceguera por deslumbramiento casi exclusivamente en los meses de Octubre a Abril. Este fenómeno no se produce en los otros meses; lo cual revela claramente la influencia favorable de las legumbres frescas de la primavera y el otoño más ricas en vitaminas».

* José Germain. Misma cita anterior.

El Real Decreto 2272/85 anteriormente citado exige que no se admitan deslumbramientos superiores a 50 segundos a 5 metros de distancia con intensidades de 1.000 a 1.500 lux.

d) CAMPO VISUAL

El campo visual ha de ser normal en ambos ojos ó con las reducciones máximas marcadas por el Real Decreto 2272/85 de continua referencia.

Estrecho campo de visión es la incapacidad de ver hacia los lados. Cuando este campo de visión es muy estrecho, se le denomina visión de túnel. No puede corregirse con lentes. La gente que ve por un solo ojo tiene un estrecho campo de visión por el lado del ojo defectuoso.

Sospeche la existencia de este defecto en las siguientes clases de accidente, cuando no haya ninguna obstrucción visual:

1. En colisiones por embestida cuando el coche que efectúa el cruce marcha velozmente, especialmente de día.
2. El conductor manifiesta que en modo alguno vio el coche o peatón a su derecha o izquierda de día o de noche.
3. Colocarse entre dos coches de dirección opuesta después de alcanzar y adelantar durante el día y la noche. Se puede aplicar tanto al conductor que quiere pasar y no calcula bien el espacio libre a sus lados como al conductor alcanzado que acelera la marcha cuando debiera haber visto el coche a su lado. Puede hacerse una sencilla prueba colocándose de pie frente al conductor a unos 30 centímetros de distancia. Extienda sus brazos en cruz con los puños apretados. Adelante sus puños en dirección al conductor hasta que esté en una línea recta imaginaria con los hombros del conductor. Dígale: «Mire a mi nariz». Vigile que no vuelva la cabeza y los ojos. Ahora mueva rápidamente uno de los pulgares y pregúntele: «Qué pulgar he movido?». Si no puede precisarlo varias veces, repita la operación, retroceda un poco para que sus pulgares formen una línea recta a unos 30 centímetros delante del conductor con la misma posición de los brazos extendidos. Si aún no lo distingue, retroceda algo más. Los conductores normales ven el movimiento de los pulgares cuando están en línea recta a sus costados. Si tiene usted que retroceder más de medio metro, el campo de visión es muy limitado y puede contribuir a cierta clase de accidentes. La mayoría de los especialistas de la vista pueden probar con exactitud el campo de visión. Puede hacerse facilmente con un material bastante sencillo.

   Algunas veces, los coches que tienen veladas las ventanas laterales, por ejemplo por la niebla, humedad o escarcha, estrechan el campo de visión. Cuando funcionan los limpiaparabrisas también queda restringido el campo de visión. Estas son condiciones del coche y no del conductor.

e) LA PERCEPCION EN PROFUNDIDAD

La percepción en profundidad, especialmente en el sentido que damos aquí a este término, es la capacidad de estimar distancias de objetos cercanos empleando ambos ojos. Hay muchas formas de juzgar distancias, especialmente de objetos lejanos. La falta de percepción profunda, utilizando los dos ojos, no puede corregirse con lentes. Las personas que únicamente tienen una buena visión en un ojo suelen carecer de esta capacidad de percepción, pero pueden calcular las distancias bastante bien por otros medios.

Sospeche de percepción profunda deficiente cuando:

1. El conductor topa con objetos como otros coches, postes, vallas o con la puerta de un auto al maniobrar en un espacio reducido como en un aparcamiento paralelo.
2. El conductor roza ligeramente los costados de otros coches marchando lentamente o en espacios estrechos especialmente durante el día.
3. El conductor declara que pensó tener suficiente sitio libre para la maniobra lenta.

Ninguna prueba sencilla de la precepción en profundidad se puede hacer sin un equipo especial. Para esta prueba no es difícil conseguir diferentes clases de material. Algunos oftalmólogos disponen de él y pueden realizar la prueba de percepción profunda.

f) EL DALTONISMO

El daltonismo, o defecto de la visión que consiste en la incapacidad de distinguir ciertos matices entre rojo y verde. En algún caso excepcional la persona es completamente incapaz de distinguir ningún color. El daltonismo tiene poca importancia, relativamente en los accidentes. Es muy raro entre las mujeres y poco frecuente en los hombres. El daltonismo puede neutralizarse mediante el uso adecuado de franjas transparentes rojas o verdes ya en la parte superior de los lentes del conductor o del parabrisas, pero en la práctica raramente se recurre a esta solución porque no es absolutamente indispensable para que las personas afectadas puedan conducir, si bien algunas veces las emplean aquellos daltónicos que por exigencias de su actividad profesional tienen necesidad de distinguir perfectamente entre aquellos colores.

Sospeche de la existencia de daltonismo cuando un conductor masculino:

1. Pasa con la luz roja e insiste diciendo que pensó que era verde.
2. Describe como de otro color un coche o cualquier otro objeto que en realidad era verde o rojo.

Se pueden realizar pruebas muy sencillas, pero no las haga con las luces de tráfico, porque las personas afectadas de daltonismo las reconocen de ordinario por la posición; ni con las placas de matrícula corrientes cuyo color conocen porque

otros se lo han dicho. Haga la prueba preguntándole los colores de los coches o vestidos rojos o verdes, y compruebe además si usted mismo no está afectado de esta deficiencia visual. Los oculistas tienen material especial para realizar pruebas rápidas y precisas y poder determinar la existencia o no del daltonismo.

(*) «Cuestión de difícil estudio e interpretación. Por un lado se habla de una frecuencia de casos que hacen pensar que existen más personas daltónicas de las que normalmente se consideran así. En Alemania Occidental citan una frecuencia de uno por 12 mujeres y de uno por 20 hombres, entre las personas que saltan en un cruce el disco rojo.

Ten Doeschate, según una estadística reciente, dice que el 4,7 por 100 de los hombres poseen una percepción anormal de los colores y un 0,3 por 100 de las mujeres.

Ganter, por otro lado, parece tener una idea muy clara respecto al particular, ya que afirma que ningún accidente puede ser achacado al daltonismo. El daltonismo no influiría directamente en el número de accidentes.

Sin embargo Walbeehm, del Servicio P.T.T. de Holanda, somete con cuidado durante un determinado periodo un grupo de sujetos a los tests de Ishahara, y encuentra que sólo tres conductores pertenecen al grupo sin accidentes, 12 cometían más de 12 faltas y 79 eran conductores con un número grande de accidentes; lo que le permite sacar la conclusión de que existe una relación entre los accidentes y una débil o mala percepción de los colores.

Se ha propuesto con ello, y nosotros hablamos ya en 1930 de la cuestión, dar a los semáforos no sólo color, sino forma (como en algunos países se hace ya), una cruz al rojo y una línea o un círculo para el verde.

Sin embargo, esto no basta. No se trata ya, en efecto, hoy día de percibir las luces de los semáforos (percepción que en cierto modo se encuentra compensada por el movimiento de los coches próximos), sino también de percibir los intermitentes en los cambios de dirección. Pero hay más, y es que las personas que tienen dificultad para la percepción de los colores tienen también una mayor dificultad perceptiva cuando baja la intensidad luminosa en el crepúsculo y también después del deslumbramiento.

Por todos estos motivos seguimos creyendo que la exploración del daltonismo es muy necesaria para la seguridad vial.»

(*) Misma cita anterior.

g) OTRAS DEFICIENCIAS DE LOS OJOS

Los ojos pueden tener otros muchos defectos, pero son raros y difíciles de descubrir sin un material especial de reconocimiento y difícil de relacionarlos específicamente con los accidentes. Por ejemplo, algunas personas experimentan dificultades en la fusión y combinación de las imágenes formadas por los dos ojos. Bajo ciertas condiciones, especialmente de noche, si va acompañada de cansancio, esta dificultad de fusión puede conducir a una turbación y por ende a un accidente.

En el manual editado por la «American Optometric Association» en colaboración con la «American Association of Motor Vehicle Administrators» y el «Motorist's vision Commitee» se especifica claramente; a propósito de los problemas visuales «una buena agudeza visual se considera, hoy, como uno de los principales requerimientos para un conductor de automóviles... y se debe de llamar la atención de los conductores respecto a la importancia que tiene la visión como salvaguarda de los accidentes».

Los tres factores que dan seguridad a este respecto, según los autores de este manual, son los siguientes:

1. Las señales de la circulación, los peatones y las obstrucciones o interrupciones en el tráfico son percibidas antes por quienes tienen buena agudeza visual, y esta rapidez perceptiva permite hacer la maniobra adecuada con tiempo y, por tanto, evitar el accidente.
2. Con buena visión hay menos peligro de «pasarse» las luces de señalización, bien de la circulación, bien de los coches.
3. Una persona con buena agudeza visual se encuentra en condiciones de desplazarse cómodamente por la carretera y de tomar decisiones rápidas que le son más difíciles al que tiene una visión defectuosa.

Estas, como tantas otras aserciones en materia de conducción y accidentes, se basan en conceptos teóricos, pero de una práctica evidente; la relación accidente defecto visual es difícil de establecer, pues, como tantas veces hemos dicho, un accidente no se puede atribuir a un solo concepto por infinidad de circunstancias concomitantes en el suceso.

Alvar R. Lauer, en una larga investigación que abarcó varios miles de sujetos, clasificó los conductores, desde el punto de vista visual, en siete categorías:

A. Visión muy superior: 5 por 100.
B. Visión ligeramente inferior a A: 10 por 100.
C^+ Ligeramente superior a la media: 20 por 100.
C. Tipo medio: 30 por 100.
C^- Ligeramente inferior a la media: 20 por 100.
D. Próximos a E: 10 por 100.
E. Con visión poco satisfactoria: 5 por 100.

Así, pues, el 35 por 100 de los conductores se encuentran por debajo de la media y el 15 por 100 de este grupo tiene una visión que les incapacita prácticamente y les hace peligrosos para conducir. De aquí la necesidad, para nosotros, de someter a todos los conductores a una exploración de su capacidad visual, sea cual sea su categoría o circunstancia.

En resumen, el problema visual abarca varios aspectos:

1.° *Reconocimiento.* Esto es,reconocer lo que se ve sin necesidad de esfuerzo o de insistencia; la rapidez y la precisión de éste dependen de la agudeza

visual; se ve lo que se ve de un solo golpe de vista, como vulgarmente se dice. Si la agudeza no es la requerida se tarda y como tras el reconocimiento viene la acción, ésta se difiere y los segundos de retraso, que aquí juegan en función de la velocidad, pueden ser fatales.

2.° *Percepción* es la interpretación del estímulo sensorial, y depende de la normalidad de la conducción nerviosa. No todos los conductores son conscientes de su incapacidad visual a este respecto. El ser informados de ello es de gran utilidad práctica para el sujeto y de gran valor para la seguridad vial. La buena capacidad perceptiva permite la lectura precisa y rápida de las señales de la circulación, da al conductor seguridad en el tráfico, elimina la tensión física y mental que todo esfuerzo trae consigo, aumenta la distancia perceptiva y favorece la conducción fácil y sin angustia ni tensión.

3.° *Tiempo de Reacción.* Está íntimamente ligado con el problema de la agudeza como fácilmente se comprende; reconocimiento y percepción son los dos pasos previos que, enlazados con la reacción motora, constituye lo que se denomina reacción psicomotriz y han de ser estudiados por el psicólogo con su metodología psicológica, como ya sabemos. Y, sin embargo, el médico puede y tiene que aportar su contribución, ya que la reacción es, como digo, función de la agudeza visual del sujeto. Este puede tener un buen tiempo de reacción en las condiciones usuales del laboratorio y, sin embargo, fallar en la realidad práctica por un problema de agudeza visual: mientras más deficiente sea la agudeza, más lento será el tiempo de reacción. Aquí como antes señalé, es la colaboración entre el médico y el psicólogo más necesaria.

4.° *Velocidad.* La velocidad que puede alcanzar un conductor es función también de su capacidad visual; sólo si el conductor es capaz de identificar el peligro a tiempo podrá tener la reacción necesaria y eficaz para la maniobra requerida y entre ellas para una parada que va a condicionar, en cuanto a sus efectos, la misma velocidad. Un sujeto con visión 20/20 en las tablas de Snellen, por ejemplo, puede leer las letras de una señal de carretera de 12 a 13 centímetros a una distancia de 85 metros; si su visión es sólo de 20/40 (mínimo que aconseja la «American Optometric Association»), tendrá que aproximarse hasta 35 metros, y si su visión es de 20/50 sólo la leerá claramente a una distancia de 27 metros; a 90 kilómetros por hora y con una carretera de buenas condiciones se encontrará 70 metros más allá de la señal antes de poder parar el coche.

5.° Señales de carretera. Su misión es ser vistas a tiempo por el conductor y para ello las condiciones siguientes son necesarias, por lo menos:

a) que sus letras y signos tengan un tamaño suficiente para ser percibidos e interpretados a una distancia superior a 85 metros.
b) que el texto sea breve y claro de interpretar.
c) que estén situadas a distancia del sitio donde hay que hacer la maniobra, pues próximas a él son no sólo ineficaces, sino peligrosas por la brusca detención que suscitan.
d) que sean fluorescentes para poder ser percibidas y leídas con luz crepuscular o de noche.
e) que todo conductor tenga conocimiento previo de su existencia y significado.

6.° *Conducción nocturna.* Es más peligrosa de lo que muchos conductores suponen, creencia que se basa según ellos, en la ayuda que los faros prestan en las curvas. Sin embargo, según varios autores norteamericanos y los datos del «National Safety Council», el 85 por 100 de los accidentes suelen ocurrir de noche. El 58 por 100 de los peatones atropellados lo son entre las seis y las siete de la tarde en los meses de noviembre, diciembre y enero, esto es, en el crepúsculo, momentos en los cuales la reducción más o menos rápida de la luminosidad disminuye la capacidad visual en general, y muy especialmente para la percepción del rojo y del verde en los sujetos anómalos en cuanto a la visión de colores. En los meses siguientes el índice de accidentes a esa hora disminuye. Por tanto, como luego veremos, el conducir de noche o en período crepuscular exige:

a) agudeza visual para ver con rapidez y claridad en condiciones de iluminación deficiente.
b) capacidad para ver, a pesar del deslumbramiento (vitamina A).
c) rapidez de recuperación después del deslumbramiento (vitamina A).

De todo ello se deduce que la agudeza visual está sujeta a varias condiciones externas que el médico tiene que tener en cuenta al explorar un presunto conductor y que le harán no limitarse a comprobar la agudeza frente a la escala de Wecker o de Snellen, sino a estudiar esta agudeza en sí y en función de la iluminación, de la fatiga, de la edad, de los tóxicos (alcohol, tranquilizantes, tabaco, excitantes, etc.), deslumbramientos y recuperación, visión nocturna, campo visual y visión en profundidad.

En general, según la «American Optometric Association», un mínimo de 20/40 en cada ojo, separadamente, debe ser exigido.

Las correcciones admitidas por nuestro Código de la Circulación son las que se recogen en el Real Decreto 2272/85 ya citado.

15.3.1.2. *El oído*

Cuestión importante, siempre discutida, sobre todo en la actualidad, en que la abolición de las señales acústicas parece indicar que la percepción auditiva ya no es fundamental para la conducción. Veamos como enfocan unos y otros la cuestión.

En Alemania, durante los años 1951-1952 se exploraron 6.000 personas que habían tenido accidentes de circulación; las alteraciones de oído que se encontraron no fueron importantes, aparte algunos casos de sordera completa y otros de dureza de oído bilateral o unilateral. Así, Ganter concluye que las personas sordas o con dureza de oído, si bien no todas, pueden compensar el fallo de esta función, ahora bien: deben ser particularmente vigilantes y prudentes conduciendo.

Becker, en una encuesta en Pennsylvania, encuentra que la proporción de accidentes en los sordos es de 0,16 por 100 y de un 3,9 por 100 en los de oído normal. De todas maneras, cree que la causa de esta sordera debe ser investigada concienzudamente, ya que puede ser tan grave que por los fenómenos secundarios que la acompañan puede impedir la concesión del permiso de conducción. Aconseja, además, dotar a los coches, en caso de dureza de oído, de dispositivos suplementarios y de un signo distintivo en la parte posterior.

Una opinión similar mantiene Weersma, que dedicó una tesis al estudio del conductor duro de oído para señalar lo que hay que exigir a estos conductores. Lo más decisivo, dice, es el conjunto de la personalidad del conductor, incluso sus reacciones en el ambiente doméstico, y también las influencias del medio.

Burger, por otro lado, insiste en la atención redoblada que presta una persona de dureza de oído a los estímulos que lo circundan.

Backer presenta las objeciones que se pueden hacer: que los sordos no perciben las sirenas ni los avisos de los coches de policía, ambulancias, silbatos, ni las ondas reflejadas por los edificios, puentes, etc. que juegan su papel en la percepción, ni los ruidos del motor que avisan de su buen o mal funcionamiento, etc.; y a la vez las refuta diciendo: que, en cambio, la perturbación que la conversación produce desaparece, los ruidos continuos que producen fatiga son eliminados, puesto que son inexistentes para el sordo y, finalmente, los sordos suelen tener una atención visual más viva y más intensa, lo cual según él, es más ventaja que la agudeza visual normal.

Puede pensarse que un implicado en accidente tiene algún defecto en el oído, entre otros, en los casos siguientes:

1. Alguien tocó la bocina para pasar y el conductor en cuestión ni aminoró la marcha ni cedió el paso a la derecha.
2. El conductor, aparentemente, no oyó el silbido del tren.
3. Un peatón que no hizo caso de una bocina o parece que no oyó los ruidos del tráfico.

4. El conductor que tiene aplicada al oído una prótesis auditiva.
5. Tiene dificultades para oír o no entiende bien una conversación normal.

Para probar el sentido del oído, determine si el conductor puede oír los ruidos normales como de una bocina o una persona hablando a unos metros detrás de él.

En España, los márgenes permitidos de agudeza auditiva son los contemplados en el R.D. 2272/85.

15.3.2. *Deficiencias mentales y nerviosas*

No se necesita una habilidad o inteligencia excepcional para conducir un vehículo con seguridad, pero si el conductor conduce mucho, especialmente por sectores muy congestionados, con atolondramiento o inconsciencia, suele alcanzar un índice de accidentes muy elevado. En la mayoría de los países, los conductores han de salvar unos exámenes orales o escritos sobre las normas de tráfico y han de comprender el significado de todas las señales de la circulación. Por consiguiente, si una persona ha aprobado el examen para conseguir el permiso de conducción tiene probablemente, por no decir con toda seguridad, las condiciones requeridas para la conducción.

15.3.2.1. *Condiciones psíquicas*

Sospeche de la falta de condiciones psíquicas como causa cuando en un accidente, el conductor, si no ha resultado herido, conmocionado o bien si no está enfermo, intoxicado o tal vez afectado en alguna otra forma por el accidente, se comporta de alguno de los modos que se indican:

1. No comprende el significado —no precisamente la letra— de las señales y semáforos de la carretera después que usted se lo ha explicado.
2. No puede contestar sensatamente a sus preguntas.
3. Con toda seriedad, da razones necias de por qué sufrió el accidente, como por ejemplo: «Mi coche sentía una fuerte atracción hacia el exterior de la carretera».

15.3.2.2. *Condiciones mentales*

Cuando tenga usted sospechas de que un conductor no tiene suficiente buen juicio para conducir, hágale alguna pregunta como ésta:

1. ¿A qué años es una persona mayor de edad?
2. ¿Qué dirección es o marca la parte superior de un mapa?
3. El motor hace girar las ruedas posteriores de un coche. Las ruedas delanteras no están conectadas con el motor. ¿Qué es lo que las hace girar?
4. ¿Qué mes es el siguiente a septiembre?

Si el conductor no sabe contestar o tiene que pensar algún tiempo para responder, tiene buenas razones para suponer que su inteligencia no es muy brillante. Esta sencilla prueba no es para establecer el grado de inteligencia, sino para obtener algún indicio de que una persona no es suficientemente inteligente para resolver algunos problemas de conducción. Recuerde que primeramente tiene que estar seguro de que el conductor no está intoxicado o azorado por lesión o conmoción cerebral. La escasa inteligencia queda a veces de manifiesto si una persona que ha tenido oportunidades no ha progresado en la escuela o en sus estudios.

15.3.2.3. *Inteligencia*

Según Gemelli, «el factor fundamental del buen comportamiento del conductor es dado por las características de su *inteligencia,* esto es, por aquello que puede definirse por «conducta inteligente» que es lo que también el especialista Roche designa como «inteligencia de la situación de conducir».

El mismo autor (Gemelli), dice que esa inteligencia no es sólo la que puede medirse con un test mental, cuyo significado no alcanzará todo el conjunto que él quiere abarcar con la designación de conducta inteligente. Entiende por ello «la suma de experiencia vivida, el logro inteligente», fruto que está condicionado por todas aquellas funciones que hacen inteligente la conducta humana. Esta conducta inteligente es la que hace al conductor respetar las normas de circulación, llevar a cabo con diligencia su aprendizaje y encuadrar sus movimientos diversos, fruto del juego de sus aptitudes, dentro de una conducta personal y coordinada, acumulando así con eficacia la experiencia diaria del acto de conducir.

Bonnardel, que también se ha ocupado mucho de los problemas de la conducción, sostiene que la causa posible del accidente vial es una falta de lo que se llama «inteligencia concreta».

La falta de inteligencia a la conducción puede confundirse a veces con la falta de pericia debida a corta instrucción o práctica insuficiente.

15.3.3. *Deficiencias físicas (musculares y osteológicas)*

15.3.3.1. *Merma de facultades*

Los conductores cortos de talla y los que les falta algún miembro pueden experimentar dificultades para que el coche haga lo que ellos quieren. Estas deficiencias contribuyen a los accidentes en situaciones que requieren una gran capacidad de maniobra, como son, por ejemplo, las maniobras de giro. Los coches modernos tienen asientos ajustables y en el comercio se puede adquirir material especial para personas que padecen algún impedimento. En general, estas personas han tenido adiestramiento especial, al tener plena conciencia de su deficiencia y pueden neutralizarla en cierto modo.

Sospeche que esta condición contribuyó al accidente cuando vea que el conductor o peatón tienen tales defectos, pero procure descubrir si ejercieron algún efecto sobre un accidente particular, pues puede que, aun existiendo, no hayan contribuido en modo alguno al accidente.

El artículo 264 del Código de la Circulación y el R.D. 2272/85, establecen condiciones físicas a los aspirantes a la obtención de los diversos permisos. Para la obtención de los permisos de conducción de vehículos de la segunda y primera categoría, no especifica la estatura ni fuerza muscular que deben poseer los solicitantes; para los vehículos de tercera categoría determina que los solicitantes deberán poseer una estatura de por lo menos 1,45 metros, así como una fuerza muscular en las manos no inferior a 40 kilogramos en la escala de presión, con el dinamómetro de Collin.

Los mutilados y contrahechos podrán obtener un permiso especial de conducir vehículos únicamente dedicados a su uso particular, con su mecanismo adaptado a la deficiencia del conductor (art. 267 del Código de la Circulación), figurando en el permiso el vehículo que pueden conducir, así como las condiciones del mismo relativas a su adaptación a la deficiencia del conductor.

En caso de conductores con permiso para conducir vehículos de la tercera categoría será difícil encontrar alguno con deficiencias físicas, debido a las sucesivas revisiones a que se deben someter; más posible será en los conductores de vehículos de la primera y segunda categoría. Cuando se trate de un mutilado o contrahecho examínese su permiso de conducción a fin de comprobar si su vehículo es el que figura en el citado permiso, así como si en el mismo se han efectuado las adaptaciones correspondientes al defecto o defectos del conductor.

El artículo 60 del Texto articulado de la Ley sobre Tráfico, circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial, no desarrollado reglamentariamente en el momento de editarse el presente libro, establece que para obtener el permiso de conducción se habrá de verificar que el candidato tenga los requisitos de capacidad, conocimientos y habilidad necesaria para la conducción del vehículo. Dichas condiciones habrán de determinarse reglamentariamente.

Ante un conductor impedido, si se duda de su capacidad para conducir y quiere que se la demuestre, póngase a su lado y que lleve él el coche, observando si hace uso del material especial.

15.3.3.2. *Articulaciones*

El dolor o anquilosamiento de las articulaciones puede dificultar a un conductor el lograr que el coche haga lo que él quiere. En los vehículos de personas que padecen anquilosamiento o dolor se puede hallar algún material especial para amputados. La rigidez del cuello y hombros puede impedir a una persona mirar hacia los lados y por consiguiente contribuye a los accidentes de forma muy parecida a la visión estrecha o de «túnel» —limitación del campo visual—. El anquilosamiento de las articulaciones, por lo general, es fácil de descubrir observando a la persona como anda y conduce.

15.3.3.3. *Exceso de peso*

Un sobrepeso excesivo ejerce algún efecto sobre la ligereza de las maniobras. Puede contribuir a los accidentes casi del mismo modo que el dolor o el anquilosamiento. Esta condición es obvia.

15.3.3.4. *Fuerza*

La poca fuerza, por ejemplo, de personas raquíticas, lisiadas o ancianas, va con frecuencia asociada con el anquilosamiento o pequeñez y poco peso. Puede contribuir a estos accidentes:

1. Accidentes de giro: El conductor se ahorra esfuerzo «recortando» las esquinas.
2. Frenaje insuficiente.
3. Otras maniobras evasivas impropias.

Algunas veces la poca fuerza puede suponerse mirando simplemente a la persona. Pueden hacerse varias sencillas pruebas, como hacerle dar la vuelta al volante, estando el coche parado —sin fuerza motriz— y aplicar los frenos con suficiente potencia para trabar las cuatro ruedas cuando el coche está en marcha.

No porque halle algún impedimento físico, ha de llegar a la conclusión de que contribuyó al accidente. Ha de fundar su conclusión acerca también de la posible contribución de otras circunstancias al accidente, de las declaraciones de los implicados y de sus propias observaciones. Algunas de las personas con defectos físicos son mejores conductores que la generalidad, por darse perfecta cuenta de sus taras y hacer lo posible por compensarlas. Por consiguiente, si se vé que en un accidente está implicado un conductor con alguna deficiencia física, no considere a priori que ésta sea la causa.

15.4. **Las aptitudes técnicas**

15.4.1. *Capacidad*

La sola capacidad natural para conducir no es suficiente. Las personas en perfecto estado físico y mental sufren también accidentes por el mero hecho de que tienen que aprender todavía a conducir, es decir, han de aprender ciertas aptitudes adicionales en forma de pericia y conocimientos. Podríamos decir que dichas personas son capaces de conducir, pero no saben aún como.

Los conocimientos por sí solos tampoco son suficientes. Uno puede estar informado acerca de vehículos, carreteras y tráfico y ser totalmente incapaz de guiar un coche por falta de instrucción o de práctica que desarrollen los indispensables hábitos para la capacidad. Los conocimientos y pericia necesaria para conducir están relacionados con los tres diferentes aspectos expuestos en el cuadro 15-2.

La falta de conocimiento o pericia puede contribuir a cualquier clase de accidente, ya que estas habilidades son trascendentales para controlar el vehículo. Esto no quiere decir que contribuya a todo accidente una cortedad de conocimientos o de pericia. Un conductor puede poseer los conocimientos y pericia necesarios y no hacer uso de ellos.

Una somera prueba para la ignorancia que se supone ha contribuído al accidente, es preguntar a la persona cuáles son las normas de circulación o maniobra aplicable al caso. Tenga cuidado en no sugerir una respuesta según la forma en que haga la pregunta. Si lo desconoce, su ignorancia contribuyó al accidente.

15.4.2. *Observación*

No confunda la falta de conocimiento con la falta de buenos hábitos de observación.

Suponga que una persona no se detiene ante una luz roja intermitente. Si ve la luz y no sabe que significa «stop», carece de conocimientos. Si sabe lo que significa, y no la vio, sin que hubiera ninguna clase de obstrucción visual, lo que le hace falta son buenos hábitos de atención, es decir, pericia. Si ve la luz y sabe lo que significa pero «decide» no parar en modo alguno y continuar la marcha, tiene una mala actitud o condición negativa.

15.4.3. *Conocimientos de acción evasiva*

La ignorancia de las ordenanzas de la circulación no es la única falta de conocimientos importante. Un conductor necesita también saber qué acciones evasivas hay que emprender en caso de urgencia. Después de que una persona se da cuenta de hallarse en peligro, de ordinario puede salvarse mediante una adecuada acción evasiva, si la sabe ejecutar y si descubre el peligro a tiempo.

Suponga que un conductor inicia una curva o un giro a una velocidad crítica o aún superior y empieza a deslizarse. Su acción inicial contribuyó a su dificultad por carecer del conocimiento de los peligros de la alta velocidad en las curvas, o por falta de destreza en controlar la velocidad en las curvas, o por falta de destreza en controlar la velocidad al atacar la curva, o por falta de habilidad, de atención a las condiciones reinantes a lo largo de la carretera, o bien alguna combinación de ellas. Ahora supongamos que aplica los frenos con fuerza porque se da cuenta de que marcha a excesiva velocidad. En este caso, lo que demuestra es falta de conocimiento de como ha de dominar el coche al circular en carretera, porque efectúa una operación equivocada.

15.4.4. *Pericia*

No confunda la falta de conocimientos de acción evasiva con la falta de pericia en la acción evasiva. Cualquiera de las dos puede conducir a un accidente. Una de las formas de averiguarlo es preguntando «Después de que se dio cuenta que se

hallaba en peligro ¿qué equivocación cometió?». Su pregunta puede tener una respuesta falsa, porque el conductor, aparte de otras razones, quizás no querrá admitir la culpabilidad de haber cometido algún error. Otra forma es haciéndole esta pregunta: «Al darse cuenta del peligro, ¿qué intento hacer?». Si el conductor ignora que cometió un error o le dice que intentó efectuar lo que no debía, puede usted deducir que su problema es la falta de conocimientos. Si, por otra parte, parece que el conductor sabe lo que debería haber hecho, pero incurrió en errores al ponerlo en práctica, como por ejemplo, resbalársele el pie del freno y pisar el acelerador, entonces se trata de una falta de pericia.

No dé por sentado que el fracaso en la acción evasiva signifique falta de pericia o de conocimientos. Tal vez el conductor no tenga tiempo de evitar la colisión simplemente. Si lo que efectúa es hecho correcta y hábilmente, no podemos decir que la falta de estas condiciones contribuyera al accidente.

La pericia es la colección de hábitos conducentes a la capacitación de una persona para maniobrar un vehículo sin fallos y la percepción de las condiciones de la carretera en torno a sí, sin que tenga necesidad de pensar expresamente en lo que está haciendo. La pericia es el fruto de la práctica. Algunos consideran que la pericia es el comportamiento global del conductor reflejando sus conocimientos, dotes físicas o intelectuales, actitudes y hábitos, pero con vistas a la investigación de accidentes es conveniente que pensemos en ella únicamente como una recopilación de buenos hábitos. *Se adquiere principalmente mediante la experiencia y la práctica.*

Es muy fácil atribuir un error del conductor a la ignorancia y a las maneras, pero puede ser un problema de habilidad más veces de lo que se puede suponer. A los conductores expertos como los de tráfico, por ejemplo, les resulta difícil atribuir una equivocación a la falta de pericia, ya que para ellos el conducir bien es algo casi natural y sin esfuerzos y piensan que todo el mundo puede conducir con la misma facilidad que ellos.

De ordinario, puede considerarse una posible causa de un accidente la falta de pericia, bajo las siguientes condiciones:

- El conductor intenta hacer algo, pero no le sale bien. Esto puede abarcar desde dar un porrazo a un coche aparcado en paralelo a causa de una maniobra demasiado rápida, hasta probar de traspasar la vía antes que el tren llegue al paso a nivel. La falta de pericia de esta clase, a veces es difícil no confundirla con una falta de inteligencia. Una forma de distinguir entre las dos es por lo que el conductor cuente del hecho. Si dice: «No me di cuenta de lo cerca que me hallaba» es probablemente falta de inteligencia. Pero si dice: «Lo hubiera logrado si no hubiera arrancado tan lentamente», o algo por el estilo, se tratará con toda probabilidad de falta de pericia, es decir, el conductor hubiera tenido éxito si todo hubiera resultado conforme a sus planes.
- El conductor no hace lo que sabe que debería haber hecho, pero que no lo hace habitualmente. Pegarse a la esquina al efectuar un giro a la izquierda;

no hacer señales de giro y girar desde la fila prohibida, son los errores comunes debido a la falta de pericia, es decir, la falta de hábitos compatibles con estas operaciones rutinarias.

No ver o reconocer cosas que son visibles indica de ordinario falta de habilidad, de atención, especialmente si no hay marcados motivos de distracción.

La falta de dominio del coche al patinar, es casi siempre impericia, especialmente si el conductor sabe lo que debería haber hecho.

En las interrupciones en las huellas de los patinazos se demuestra una acción evasiva inexperta.

No confunda la falta de pericia con la falta de fuerza, especialmente en la acción evasiva. El fracaso en evitar un accidente después que se ha presentado una situación peligrosa, puede ser debido en parte a falta de pericia o también a falta de fuerza. Además ha de estar seguro de que el vehículo era capaz de hacer lo que quiso el conductor. Por ejemplo, si un vehículo se para en un momento crítico por culpa de algún fallo mecánico, no debe atribuir el hecho a falta de pericia.

Es más probable que la falta de pericia constituya una causa bajo las siguientes circunstancias:

- Conductor sin experiencia, pongamos por caso, un conductor nuevo con menos de seis meses o 1.500 kilómetros de conducción.
- Conductor en un coche ajeno.
- Conductor en tráfico denso que no ha tenido experiencia en esta clase de tráfico y queda perplejo.

No incluya entre las faltas de pericia la confusión de un conductor en un sitio desacostumbrado, excepto cuando la indique con acciones inoportunas, como pararse de repente para leer el nombre de una calle, giros imprevistos en cruce y otras cosas que una persona con conocimiento y buenos hábitos no haría.

15.4.5. *Conocimientos practicos*

Hay cuatro clases generales de conocimientos prácticos que se han de desarrollar mientras se aprende a conducir bien:

1. Dominio del vehículo. Es decir, pericia en la maniobra. Se puede probar haciéndole resolver los problemas que ofrece el aparcamiento paralelo, y ponerse en marcha en una pendiente muy pronunciada sin que el vehículo ruede hacia atrás.
2. Percepción de las condiciones de la carretera. Esta destreza puede ser descubierta fácilmente, observando la forma en que el conductor controla su velocidad al aproximarse a un sitio en que hay que reducirla.
3. Distribución del espacio vial, es decir, saber juzgar o intuir la posibilidad de una maniobra errónea de los otros usuarios de la carretera. También

puede quedar de manifiesto por la correspondencia con que da las señales de giro y por la forma de permanecer en su propia parte de la calzada.

4. Poner atención y resistirse a las distracciones.

15.5. El carácter

Al hablar del comportamiento del hombre en la conducción, es imprescindible hablar del carácter como parte de su personalidad. Lo difícil es definir el concepto.

La palabra carácter, en la actualidad recibe distintos contenidos:

— En un sentido lexicológico (en correspondencia con su etimología) y también antropológico, el de todo «rasgo diferencial» de objetos o de individuos humanos o animales.

—En sentido ético y axiológico se refiere al valor de la persona según su «moral» y según su «voluntad». Así, se dice de una persona que tiene mucho o poco carácter y aún más vagamente que tiene bueno o mal carácter. Pero ciertos psicólogos adoptan decididamente este sentido y así Brennan señala que «la elección de valores es el elemento más importante en la formación del carácter» y define éste como «principio de nuestros actos moralmente controlados». Aquí no podemos menos de recordar las investigaciones experimentales de Turrell con cuestionarios sobre valores, en grupos de conductores seguros, sin accidentes y otros poliaccidentados, llegando a la conclusión de que los valores escogidos o preferidos constituyen índice muy estable y válido para diferenciar ambos grupos.

Por último, en enfoque ya netamente psicológico volvemos a encontrar diferencias de escuela considerables, de las que sólo mencionaremos algunas:

Mc Dougall lo considera el sistema de todas las tendencias conativas dirigidas, definición restrictiva y bastante próxima a la de Brennan ya citada.

Ribot ya en el siglo XIX consideraba el carácter como formado por los aspectos afectivos y volitivos del ser. Y modernamente Kretschmer lo define como el «conjunto de todas las posibilidades de reacciones afectivas y volitivas de un individuo, tal como se van formando en el curso de su desarrollo». Esta reactividad (captación de estímulos-elaboración-reacción, en lo psíquico) la esquematiza en el decurso de la vivencia en el psiquismo, según cuatro etapas: Impresionabilidad, Retentividad, Actividad intrapsíquica y capacidad de eyección o descarga.

Ey da la elegante definición de «fisionomía individual del sentir, del reaccionar y del querer».

La Psicología profunda, con Freud, considera el carácter formado por la fijación de los mecanismos de defensa del Yo. Estos mecanismos se manifiestan en los rasgos neuróticos, al estar desequilibrado y exagerados por fijación patológica o por regresión de algunos de ellos, pero también normalmente lo hacen en el carácter.

Adler, por su parte, define el carácter como «la actitud que el individuo adopta hacia la lógica absoluta social». Partiendo del sentimiento de inferioridad, normal en todo niño, y a través de los problemas surgidos consigo mismo, con los demás y respecto al sexo, el individuo va superando esos sentimientos de inferioridad, hacia una adaptación a la sociedad, una «socialización» más o menos perfecta y con ello va formandose el carácter.

Con el criterio más amplio posible, tenemos a Klages, para el que carácter es equivalente a personalidad y en él engloba el conjunto del psiquismo de una persona. Sus ideas, aunque generalmente poco compartidas, son siempre interesantes de recordar.

El carácter se va formando en el curso del desarrollo del individuo por un continuo forcejeo, que suele terminar en acuerdo y compromisos, entre el Yo y las exigencias, generalmente contrapuestas, que le plantean la realidad desde afuera y las pulsiones, muchas de ellas inconscientes desde adentro.

El gran psicólogo y psiquiatra catalán Emilio Mira, dio un interesante esquema caracterológico de los «Factores participantes en la conducta en un momento determinado» que creemos conveniente desarrollar y comentar dado el interés que reviste desde el punto de vista de la seguridad vial.

ESQUEMA DE E. MIRA

1. Genotipo
   - 1.1. Constitución: Reacciones primarias de Watson
   - 1.2. Temperamento: Estilo de reacción
   - 1.3. Intelectividad:
     - 1.3.1. Factor general (Nivel)
     - 1.3.2. Factores específicos (Aptitudes)

2. Fenotipo = Carácter
   - 2.1. Negación
   - 2.2. Catatimia
   - 2.3. Proyección
   - 2.4. Realización imaginaria del deseo
   - 2.5. Sublimación
   - 2.6. Racionalización

   → 2.0.1. Integración (Sublimación)

3. Paratipo
   - 3.1. Individual
     - 3.1.1. Experiencia anterior
     - 3.1.2. Constelación
   - 3.2. Grupal
     - 3.2.1. Forma social predominante
     - 3.2.2. Modo colectivo de percibir la situación
     - 3.2.3. Criterio colectivo imperante

Las que tienen más importancia desde nuestro punto de vista son las formas de reacción caracterológica fenotípicas:

2.1. = *Negación:* Es dinámica psicológica muy elemental, consistente en la simple negativa del hecho imputado. Nada raro en el automovilista, negando ser autor del daño, sobre todo si no hubo testigos, o bien amparándose en la huida, tan frecuente, muchas veces al amparo de la mayor velocidad.

2.2. = *Catatimia*: Deformación de la realidad por influencia afectiva (la pasión alterando los hechos). Al narrar el accidente, aun de buena fe, se echa toda la culpa a la parte contraria: uno iba a velocidad moderada, llevaba prioridad, el otro se le echó encima, etc.

2.3. = *Proyección*: Dinámica defensiva consistente en atribuir a otros contenidos psíquicos propios. Al adelantar, sin suficiente visibilidad, fue el otro el que venía imprudentemente, a gran velocidad y demasiado hacia el centro, etc.

2.4. = *Realización imaginaria del deseo*: En el automovilista tiene importancia por la distracción que experimenta al imaginarse cualquier género de cosas «como hubieran debido ser», restando así a la conducción el enfoque de atención que necesita.

2.5. = *Sublimación*: Compensación psíquica en la que el curso previsible del suceso se desvía, trasladando el afecto a otro objeto o acción. La designación más general de este mecanismo es la de «desplazamiento» y por él, las tensiones que tropiezan con un fuerte obstáculo para su descarga tratan de buscar salida por otra distinta, que a veces es totalmente insospechada o muy perjudicial. Así, el conductor que ha tenido un fuerte disgusto con su mujer, sin desahogarse golpeándola, como tal vez inconfesadamente hubiera deseado, lleva el automóvil bruscamente, acelerando con exceso, adelantando sin prudencia, descargando sus potenciales agresivos en la conducción con todos los enormes peligros que de ello pueden desprenderse.

2.6. = *Racionalización*: Por la que los hechos se fuerzan dentro de argumentos y «razones» insconcientemente inventadas, a fin de «llevar la razón» (la fábula de la zorra y las uvas). Es muy frecuentemente observado cuando surge cualquier conflicto en la conducción. Ya aparece ante las simples observaciones hechas por otros ocupantes del coche al conductor en son de crítica: admitidas o no, casi siempre se aducen «atenuantes», que no son más que racionalizaciones, o bien se rechazan de plano aduciendo falaces argumentos de este tipo.

En el esquema de MIRA, cuando la reacción es de aglutinación y armonización de tendencias, hacia un ideal, se habla de Sublimación. Pero, junto a ella,

creo habría que admitir la simple integración con reacción adecuada y oportuna, en la que ninguno de los mecanismos mencionados intervienen (o sólo en un discretísimo segundo plano), habiendo, en cambio, una actividad intrapsíquica armonizada y una resultante final bien adaptada a sus antecedentes y objetivos.

Las cualidades físicas, sensoriales e intelectuales, pues, no son las únicas que condicionan el rendimiento en una profesión, sino que las caracterológicas pueden valorizarlas aumentando y ampliando posibilidades, y también, cuando sean adversas, pueden reducir los rendimientos o hasta prácticamente anularlos. Por ello, la importancia del carácter para la conducción es hoy un postulado generalmente admitido: «se conduce como se vive», ha dicho Brody. Y, naturalmente, el vivir está matizado por el carácter que cada uno posee.

* Antonio Linares Maza. Carácter y conducción. R.P.G.A., 1966.

Una persona puede o está capacitada para conducir bien; pero si conduce tan bien como puede y sabe es una cuestión de carácter normal. Contra la mala conducta producida por el carácter van dirigidos los efectos disuasivos de la imposición de la Ley.

El castigo, o el temor a él, no modificará el comportamiento de un conductor si no posee la capacidad natural de obrar como debería —si bien puede restringir los efectos de su pobre conducción si conoce su defecto—. Por ejemplo, si un hombre no ve bien para leer una señal de «Prohibido girar a la izquierda», ninguna amenaza de castigo logrará que un hombre haga una cosa que no sabe como se hace, aunque pueda estimularle a aprender aquellas cosas que pueden acarrearle un castigo. Por ejemplo, la amenaza de una denuncia no puede hacer que los conductores bajen los focos al aproximarse a otros vehículos, mientras no sepan qué boton tiene que pulsar para conseguir este resultado y mientras no conozcan las posibles consecuencias punitivas, si dejan de hacerlo, según en qué circunstancias. Pero el conductor que sabe como actúa y cómo debería actuar tiene que contar que la imposición de la Ley se ha hecho para algo.

15.5.1. *Aspectos generales*

Puede decirse que el carácter tiene dos aspectos generales para nuestros fines. Otras personas pueden definirlo de diferentes maneras, pero nosotros vamos a considerarlo como que se compone de actitudes y sentimientos. Quizá sea ésta una simplificación demasiado escueta, pero será muy útil cuando pensemos en la contribución de la personalidad a los accidentes. Conocemos bastante menos la relación del carácter con los accidentes automovilísticos que la de los elementos de la personalidad, y es sumamente difícil de probar.

— La actitud está definida como un estado de ánimo, tendencia mental o predisposición para obrar en cierta forma, tal vez irracional o impulsiva. Algunas actitudes son muy permanentes y no cambian, especialmente las que tienen por base ideas inculcadas en nuestra mente desde la infancia. Otras actitudes pueden cambiar rápidamente por el ambiente. Por ejemplo, una persona puede tener una actitud encontrándose con muchachos un sábado por la noche y otra muy diferente en la Misa matinal del domingo.

— Las actitudes pueden ser buenas o malas para conducir, todo depende de que sean en pro o en contra de la seguridad. Hay alguna evidencia de que una persona inclinada al trabajo y la familia tiene mejores modales en conducción que la que está cargada de deudas y aficionada al juego, que a menudo se encuentra en situaciones irritantes que se reflejan en un mal historial de conducción. Los conductores de coches «prestados» o robados y los mozalbetes o aquellos que sienten un fuerte complejo de inferioridad son más propensos a ostentar un peor historial de conducción que los demás. Cuando un conductor sabe y puede obedecer y no acata de modo persistente las normas de seguridad habituales, probablemente tiene malos modales de conducción. Con frecuencia, la misma conducta será en unos fruto de la ignorancia, en otros, de la actitud, y en algunos de determinada condición. La actitud puede determinar cómo valoramos nuestros conocimientos.

Muchas clases de conductas en la circulación tienen su origen en malas actitudes. Las más típicas y frecuentes que de ordinario pueden identificarse en relación con los accidentes son, según J.S. Baker:

1. *Correr por correr o prisa innecesaria*

Muchos conductores sienten verdadero placer marchando a una velocidad superior a la realmente necesaria. Entre los mozalbetes, especialmente si van en coches abiertos o de sport, es ello una forma de buscar emociones muy parecidas al que hace acrobacia y malabarismo con el coche. Entre los de avanzada edad, es una satisfacción más fuerte, una forma fácil y económica de conseguir una sensación de mérito o de importancia y es semejante al ir atareado de un lado para otro, como dando a entender que tiene mucho trabajo que hacer. Otros trazan un plan de viaje con mucho optimismo y encontrando demoras engorrosas imprevistas, disfrutan con la velocidad , porque les resarce del tiempo perdido. Algunas personas con temperamento competitivo se sienten felices cuando están delante de todos y tienen dificultades para resistir la tentación de alcanzar y pasar a todo vehículo que les preceda. Estas actitudes suelen acabar en una forma de comportamiento que lo convierten en un mal hábito de conducir, descuidando regularmente los constantes reajustes de la velocidad precisa para una conducción segura. Cuando la velocidad se emplea con buen juicio y por motivos razonables, no constituye

un problema de actitud, si bien puede resultar peligrosa, como si se tratara de una actitud nociva.

2. *Hacer actos irresponsables porque los demás los hacen*

Como infringir cualquier norma a sabiendas con la creencia o explicación de que está justificado porque lo hacen todos.

Por ejemplo, no respetar una señal de STOP en una vía urbana porque en dicha señal nadie se detiene.

Todos en nuestra ciudad, recordaremos algún caso de este tipo.

3. *Efectuar acrobacias en la vía pública con el vehículo*

Es decir, cosas absolutamente inútiles para circular por la carretera. Esto es sencillamente temeridad y puede considerarse conducción temeraria. Hacer carreras, jugar siguiendo de cerca a otro vehículo, remolcar ciclistas, llevar pasajeros fuera de la caja del vehículo, como en el techo o sobre el parachoques, arrojar objetos a los coches que adelantan y otras acciones similares son ejemplos de «gamberrismo». Hacer malabarismos con el coche es sencillamente emplear el vehículo como juguete u objeto de diversión, en vez de como un útil para trasladarse de un lugar a otro. Las acrobacias y gamberradas pueden ser muy divertidas, pero la vía pública no es el lugar para realizarlas.

4. *Presunción o exhibicionismo*

Consiste principalmente en intimidar y asustar a peatones u otros automovilistas conduciendo casi rozándoles, conducir a toda velocidad en dirección a otro coche y detenerse bruscamente justo antes de colisionar, hacer chirriar los neumáticos al efectuar los giros, hacer saltar los pasajeros cuando se circula sobre los baches, ir a gran velocidad por los puentes para que haga mucho ruido la trepidación del entarimado suelto, conducir en zig-zag, y otras formas semejantes de conducción deliberadamente excéntrica. El presumido, se parece, en cierto modo, al acróbata, con la diferencia de que el primero disfruta por los efectos que sus actos ejercen en las demás personas. También se manifiesta, aunque en forma menos peligrosa, por la instalación de silenciadores que no elimina los ruidos estridentes, adornos llamativos e incluso pintando en el vehículo frases ingeniosas.

5. *Arriesgarse*

Es hacer algo despreocupadamente que puede ser peligroso, porque parece que hay poco riesgo en aquella hora y lugar. Por ejemplo, no detenerse ante una señal de «Stop», a las seis de la mañana, porque «no habrá coches en el cruce a aquellas horas».

6. *Confiar en que los demás ya vigilan*

Esta es la conducta del conductor que toca la bocina a los peatones, pero no toma otras precauciones. También es la de aquél que alcanza y adelanta a media docena de coches, con un camión y remolque en una carretera con dos carriles y confía que alguien le abra un espacio si viene un vehículo en dirección opuesta.

7. *Extralimitarse*

Conduciendo toda la noche o durante excesivas horas, especialmente cuando no hay ninguna razón para ello. El conductor se impone tareas que si se las exigiera el patrono seguramente se opondría a efectuar.

8. *Desdén*

Es una especie de pereza o mala gana para hacer bien cosas que requieren un poco más de tiempo o de esfuerzo. Esta actitud tiene por resultado giros chapuceros u oblicuos efectuados desde la fila indebida y recortando los ángulos. Si se ejecutan muchas veces, acaban por convertirse en un mal hábito. Fruto del desdén son igualmente los aparcamientos muy separados del bordillo, y el no parar ante una señal de «Stop» y en otros sitios obligados.

15.5.2. *Otras consideraciones*

— Los hombres en sus veinte y los jovenzuelos parecen más predispuestos a las malas actitudes, especialmente hacer acrobacias y presumir. Las mujeres de mediana edad suelen padecer más desdén y confiar en los demás. En general, las actitudes se van corrigiendo con el tiempo, pero pueden hallarse problemas de actitud en cualquier clase de conductor. El conductor jóven a veces puede salvar mediante una acción rápida o vigorosa, las trampas del tráfico en que sus actitudes o malos hábitos le hacen caer. A medida que va entrando en años, su acción evasiva es cada vez menos vigorosa y rápida y por consiguiente, le resulta más difícil escapar bien de las situaciones azarosas que su actitud le presenta.

— La emoción es un estado de excitación o alteración del ánimo. No hay nadie que no sea más o menos emotivo, pero las personas que son extremadamente emotivas, es decir, las que se excitan o alteran fácilmente, se consi-

deran como conductores potencialmente peligrosos. Las emociones son estados de ánimo o condiciones relativamente pasajeras y generalmente se combinan con alguna otra condición o circunstancia del conductor para causas el accidente.

— Un conductor ha tenido una disputa con su jefe y se va a casa enfadado. Mientras no se le presente una situación difícil o fastidiosa, obrará con suficiente cordura, pero si otro conductor intenta comprimirle agresivamente dentro de su fila de tráfico, el conductor malhumorado actúa obstinadamente y rehúsa aminorar la marcha o hace la maniobra apropiada, produciéndose el accidente.

— Cualquier emoción puede afectar a un conductor. El enojo puede provocar actos impulsivos; una pena puede engendrar preocupaciones que distraen su atención. El miedo es la causa de que la mayoría de los que se fugan tras un atropello, evadan la responsabilidad.

— Es difícil descubrir la emoción como causa de un accidente. Casi todos los conductores quedan más o menos trastornados emocionalmente después de un accidente. No juzgue el estado emocional de un conductor anterior al accidente por el estado emocional que manifieste después de sufrirlo. La emotividad únicamente puede establecerse de ordinario como una causa posible o probable de un accidente; raras veces como causa cierta. Las condiciones emotivas se insinúan cuando el conductor u otra persona describe las circunstancias que precedieron al accidente que pudieran haber originado la emoción. Por lo general, sin embargo, algunas veces ni ellos mismos saben reconocer estas condiciones emocionales y con frecuencia se olvidan debido a las emociones nuevas surgidas a raíz del accidente.

* J. S. Baker. Manual de investigación de Accidentes de Tráfico. 1970.

CUADRO 15.1

- PERSONALIDAD
  - FACULTADES NATURALES.....
    - DEFICIENCIAS SENSORIALES...
      - VISTA
        - — *Falta de agudeza visual (Capacidad lectura mensajes).*
        - — *Ceguera nocturna* (Incapacidad de ver objetos de poco contraste con poca iluminación)
        - — *Ceguera por resplandor* (Lentitud recuperación vista tras deslumbramiento)
        - — *Estrecho campo de visión* (Incapacidad de ver a lados).
        - — *Percepción en profundidad* (Estimar distancias).
        - — *Daltonismo*
        - — *Otros*
      - OIDOS
    - FACULTADES MENTALES Y NERVIOSAS.....
      - — *Condiciones psíquicas*
      - — *Condiciones mentales*
      - — *Inteligencia*
    - FACULTADES FISICAS.....
      - — *Merma de facultades*
      - — *Exceso de peso*
      - — *Fuerza*
      - — *Articulaciones*
  - APTITUDES TECNICAS O APRENDIDAS....
    - — CAPACIDAD
    - — OBSERVACION
    - — CONOCIMIENTOS DE ACCION EVASIVA
    - — PERICIA
    - — CONOCIMIENTOS PRACTICOS
      - — *Dominio* del vehículo
      - — *Percepción* condiciones carretera
      - — *Distribución* espacio vial
      - — *Atención* y resistencia distracción
  - CARACTER.....
    - ACTITUDES.....
      - — *Correr por correr* o prisa innecesaria
      - — *Realizar actos irresponsables porque todos lo hacen*
      - — *Efectuar acrobacias* con el vehículo en carretera
      - — *Presunción o exhibicionismo*
      - — *Arriesgarse*
      - — *Confiar que los demás ya vigilan*
      - — *Extralimitarse*
      - — *Desdén*
    - SENTIMIENTOS

CUADRO 15.2

La personalidad del conductor tiene tres partes principales (*)

Para comenzar, el conductor tiene:

APTITUDES NATURALES

La buena conducción no requiere unas aptitudes naturales excepcionales. De forma bastante sencilla, los «tests» físicos y psicológicos pueden mostrar limitaciones y la necesidad de mejorar los conocimientos mecánicos, las condiciones generales de salud y vitalidad.

Sentidos	**Mente y nervios**	**Huesos y músculos**
Con los cuales el conductor se apercibe de las distintas intenciones.	Con los que el conductor aprende, decide y relaciona sus sentidos con los músculos.	Con los que el conductor dirige y controla su vehículo y su cuerpo.
*	*	*
Tacto: Normalmente se da por sentado. Vista: Muchas deficiencias pueden obstaculizar ligeramente al conductor. Oído: Importancia relativa. Raras veces es importante en la conducción.	Inteligencia: No es necesario, ni especialmente útil, un alto nivel. Juicio sobre espacio y movimiento. Coordinación de los movimientos del cuerpo.	Estatura para ajustarse al vehículo y sus mandos. Fortaleza para operar los mandos. Extremidades para controlar mandos normales o especiales. No se necesita mucho movimiento del cuerpo.

(*) J. S. Baker.

CAPITULO XVI

EL HOMBRE COMO FACTOR DEL ACCIDENTE *(Continuación)*

16.1. **Tiempo de reacción**

Tiempo de reacción es el tiempo que, después de percibirla con sus sentidos, tarda una persona en comprender el significado de una situación, actuar de acuerdo y empezar la acción. El tiempo es empleado por:

1. Los órganos sensitivos, de ordinario los ojos, al percibir la condición o estímulo.
2. La mente al considerar lo que hay que efectuar con respecto a ella.
3. Los nervios al transmitir el mensaje a los músculos.
4. Los músculos al empezar a moverse para la reacción.

A esta reacción pensada hay que añadir el tiempo para hacer la maniobra de controlar el vehículo antes de que éste responda a los deseos del conductor.

16.1.1. *Clases de reacciones*

Se reconocen cuatro clases de reacciones, que se fundan en el tiempo necesario para pensar. Cuanto menos se piensa la reacción es más rápida (ver cuadro 16-1).

1. *Reacciones reflejas*

Son mayormente instintivas y requieren el tiempo más breve porque no implican ninguna reflexión. Un parpadeo de los ojos es de ordinario una acción refleja. En la conducción casi nunca interviene una acción refleja. En realidad, si el estímulo es tan fuerte y rápido, como ante una inminente colisión, que provoca tal acción refleja, la maniobra de ordinario es incorrecta y casi siempre da resultados

catastróficos. Es una réplica convulsiva e histérica que puede hacer poner el pie en el acelerador en vez de los frenos. Los reventones algunas veces provocan una acción refleja.

2. *Reacciones simples*

Las reacciones simples son la clase más corriente en la conducción, porque son esperadas y el conductor sabe lo que hará cuando se presente la contingencia. Con frecuencia es una cuestión de hábitos, por ejemplo, aplicar los frenos cuando aparece la luz ámbar. Esta reacción requiere normalmente un cuarto de segundo y otro cuarto para colocar el pie en el freno.

3. *Reacciones complejas*

En cada uno de los diferentes estímulos reclama la más correcta entre varias réplicas. El conductor sabe cómo tiene que responder y ha de esperar un estímulo, por ejemplo, un intermitente que le indique que el conductor de delante piensa girar a la derecha o a la izquierda o va a disminuir la marcha. Las reacciones complejas son más lentas que las simples. Lo que tarda la reacción compleja depende de la complejidad del estímulo y de las alternativas que haya para reaccionar. Normalmente se requiere desde medio hasta dos segundos. La mayor parte de la conducción se efectúa mediante reacciones complejas habituales.

4. *Reacción discriminatoria*

La reacción discriminatoria ocurre cuando un conductor se ve obligado a efectuar una elección rápida entre dos o más acciones que no son frecuentes o son raramente practicadas, por ejemplo, decidir si ha de girar a la derecha o a la izquierda de un vehículo que zigzaguea entre dos carriles. Esta es la más lenta de todas las reacciones y puede exigir hasta un minuto si la situación es complicada y poca la urgencia, e incluso más en situaciones extremas.

16.1.2. *Circunstancias que afectan al tiempo de reacción*

1. *La edad*

Los muy jóvenes y los de edad no muy avanzada tienen unos tiempos de reacción mucho más cortos que los ancianos, los cuales suelen dar los tiempos más largos.

2. *La fuerza del estímulo*

Los estímulos más enérgicos reportan una reacción algo más pronta, pero un estímulo demasiado fuerte puede originar una reacción instintiva y errónea de consecuencias catastróficas.

CUADRO 16.1

CLASE DE REACCIONES	REFLEJAS.....	— Instintivas. — Casi siempre erróneas y catastróficas. — Requieren un tiempo mínimo.
	SIMPLES.....	— Son esperadas. — El conductor sabe lo que hará ante la contingencia. — Es la más corriente. — Fruto del hábito y práctica. — Requiere sobre ½ segundo.
	COMPLEJAS	— Escoger la más correcta entre varias acciones posibles. — Opciones frecuentes y conocidas por el conductor. — Requiere de ½ a 2 segundos según complejidad opciones.
	DISCRIMINATORIAS....	— Escoger entre varias acciones posibles la más correcta. — Opciones no frecuentes. — Puede exigir hasta UN minuto según complejidad opciones.

3. *El estado físico*

La fatiga, el cansancio, el sueño, la influencia de bebidas alcohólicas, drogas, medicamentos, tóxicos, etc. aumentan de ordinario el tiempo de reacción a la vez que disminuyen la precisión de dicha reacción.

4. *Los hábitos bien adquiridos mediante la instrucción y la práctica reducen el tiempo de reacción, en especial, el de reacción compleja.*

El tiempo de reacción es un elemento a considerar en la reconstrucción de accidentes. Su cálculo indicará la distancia que recorrerá un coche a determinada velocidad a partir del momento de la percepción y el momento en que pudo aplicar los frenos.

16.1.3. *Pruebas de reacción*

Las pruebas para el tiempo de reacción realizadas después del accidente pueden indicar o no el tiempo de reacción de un conductor antes de un accidente, ya que la fuerza y carácter del estímulo y del estado emocional del conductor no se pueden reproducir exactamente. Unas pruebas rudimentarias para la reacción simple pueden indicar si el conductor es extraordinariamente lento por causa de la edad, debilidad, enfermedad, drogas e incluso el alcohol.

Una de estas pruebas se efectúa mediante una moneda. Sostenga una moneda a una altura de 125 cms. del suelo sobre un punto señalado junto al cual la persona probada situará el dedo mayor del pie, lo mismo da el derecho que el izquierdo. Dígale ahora «Cuando deje caer la moneda mueva su pie hacia el sitio de la marca, a fin de impedir que la moneda pegue en el suelo». La moneda tarda medio segundo en la caída desde esta altura. Por consiguiente, si intercepta la moneda al caer el tiempo de reacción es inferior al medio segundo; y si no, supera a medio segundo. Algunas precisan de un largo lapso de reacción porque van mirando la moneda mientras cae sobre el pie. La dificultad de esta prueba está en saber dejar caer la moneda en el lugar exacto.

El tiempo de reacción suele oscilar entre 0,4 y 2 segundos de las personas más o menos rápidas. No obstante, pueden haber excepciones a esta regla general.

16.1.4. *La reacción y la personalidad*

La reacción no es una característica independiente por sí misma, sino que está compuesta y afectada por todos los elementos de la personalidad. Depende del estado físico y mental, de los conocimientos, de la pericia y del carácter. Una reacción rápida conduciendo, puede ser menos importante que una reacción lenta si ésta es más atinada. «El juicio instantáneo» puede conducir a una reacción simple rápida, que es incorrecta para una situación que requiera discriminación. A medida que una persona se vuelve más experta con la práctica, va adquiriendo rápidos hábitos de reaccionar o responder a situaciones que antes precisaban reacciones discriminatorias lentas. De manera que el tiempo de reacción incluye el tiempo requerido para comprender la situación después de percibirla o verla. Con idénticas circunstancias, es preferible una reacción rápida a otra lenta; pero con demasiada frecuencia hay personas que tienen reacciones rápidas pero erróneas y luego no tienen tiempo de corregirlas antes de verse envueltas en un accidente.

16.1.5. *Tiempo de percepción o diferencias entre Puntos de Percepción*

Tiempo de percepción es el intervalo entre el momento en que pudo haberse percibido una condición o movimiento en circunstancias normales (punto de percepción posible) y la percepción real. Es la demora en la percepción. Tiene que haber percepción antes de que sea posible la reacción. *El tiempo de percepción tal como lo estudiamos aquí, no incluye el tiempo necesario para comprender, enten-*

der o evaluar, sino únicamente el del registro en el órgano del sentido. El tiempo requerido para comprender o evaluar es parte del tiempo de reacción. Es imposible dar o fijar unos límites de tiempo especiales para la percepción porque varía mucho según las circunstancias. La variante principal es la atención del conductor. Puede que no esté mirando en la dirección del estímulo en el instante en que aparece y por lo tanto no puede percibirlo hasta que dirija su atención hacia aquel sitio.

Supongamos que un conductor se aproxima a una esquina oculta a su derecha, pero está mirando un coche que viene por la esquina despejada a su izquierda. Entonces, un coche puede salir por detrás de la obstrucción visual a su derecha y recorrer alguna distancia antes de mirar hacia allí y verlo hasta que penetre en su campo de visión. Es posible que los coches puedan colisionar antes de que el conductor perciba la situación peligrosa.

Aunque un conductor esté mirando directamente hacia un objeto, puede tardar algún tiempo en percibirlo o reconocerlo después de hacerse visible en la oscuridad o a través de la niebla, llovizna o humo.

Por lo precedente, puede comprenderse que el tiempo de percepción con toda probabilidad será más breve en aquellos conductores que nosotros consideramos que siempre están sobre aviso. Los buenos hábitos de atención, la gran resistencia a la distracción y las actitudes favorables a una conducción segura son todavía más importantes que la agudeza de la vista.

16.2. **Atención y distracciones**

16.2.1. *Atención*

Entre los fallos humanos que preceden al accidente, se ha observado que muchos de ellos son debidos a una Atención Inadecuada. El estudio de la atención y las causas de las distracciones, se convierten en elemento imprescindible para el investigador de accidentes al objeto de que en cada momento pueda identificarlos en la práctica de su servicio diario.

Los Doctores Montoro, Soler y Tortosa: Psicología y Tráfico. «La atención y las distracciones». *Rev. Tráfico* núm. 37, de Diciembre de 1988, han estudiado la Atención y las Distracciones rigurosamente. Reproducimos a continuación alguna de sus conclusiones:

«Cuando se conduce es imprescindible captar, identificar y organizar todas las informaciones que nos llegan del medio ambiente. Sin embargo, son muchos los estímulos que nos invaden mientras manejamos un vehículo: señales de tráfico, estado de nuestro organismo, un niño que cruza la calzada, la música de la radio, la velocidad, los olores de los gases, las vibraciones del volante, etcétera. El ser humano que conduce se vería peligrosamente inundado por tanta riqueza estimu-

mular si no escogiera de manera precisa en cada momento las informaciones de interés y despreciara de su campo preceptivo lo irrelevante. Precisamente mediante la atención, lo que hace el conductor es seleccionar estímulos claves, dando entrada y procesando sólo una pequeña porción de la enorme información sensorial recibida, quedando el resto de los estímulos más difusamente percibidos. Una correcta conducción depende así, en buena medida, de realizar adecuadamente ese proceso de selección de «mensajes» y tomar posteriormente la decisión adecuada.

ALGUNOS IMPORTANTES ATRIBUTOS DE LA ATENCION

1. *La actividad.* Para atender correctamente, el sistema nervioso tiene que estar bastante activado, ya que la atención requiere un importante caudal de energía para funcionar correctamente, por eso el conductor con fatiga, sueño o bajo los efectos de fármacos o drogas depresores del sistema nervioso, tiene notablemente disminuida su atención.
2. *La amplitud.* La capacidad sincrónica del conductor de recibir información sensorial es muy limitada. La banda de estímulos a los que se puede atender simultáneamente, se sitúa entre seis y once, siempre que sean de distinto tipo, que no se excluyan entre sí y que alguno no polarice toda la atención. El conductor dispone así de un caudal de atención muy limitado que debe de dirigir de manera precisa, sólo a aquello que está relacionado con su seguridad.
3. *La selectividad.* Dado que, como se ha visto, no se puede atender a la vez más que a unos pocos estímulos, es necesario realizar una selección de los interesantes, desestimándose los demás. Precisamente la fatiga que normalmente aqueja al conductor novato es debida a que presta atención a demasiados estímulos, a veces poco significativos y relevantes, para la conducción. Posteriormente, con el tiempo y la práctica, muchos procesos se automatizan, lo que trae como consecuencia una considerable economía de energía y atención para el conductor.
4. *Organización y directividad.* Elegidos los estímulos relevantes cuando se conduce, el sujeto tiene que integrarlos, organizarlos y dirigirlos de manera adecuada hacia un objetivo.»

Algunos de estos elementos ya los hemos referido en capítulos anteriores. Otros, los iremos estudiando posteriormente.

16.2.2. *Las Distracciones*

La atención varía según las situaciones. Ello es debido a que ésta depende de una serie de determinantes que están sometidos a fluctuaciones según momentos y circunstancias. Existe así una gama variada de factores que pueden dar lugar

a una atención inadecuada o provocar la aparición de distracciones. Unas proceden del propio individuo (internos) y otros tienen su origen en el medio ambiente que circunda al conductor (externos).

Concepto y tipos (Ver cuadro 16-2)

Una distracción es algo visto, oído, sentido, tocado e incluso pensado que aparta o desvía la mente y a veces también los ojos de una cosa a la cual habría que deparar rigurosa atención. Las distracciones de ordinario sólo duran un momento, pero pueden ir mucho más lejos —lo suficiente como para causar un accidente—. Hay muchas clases de distracciones:

a) *Las distracciones causadas por pequeños incidentes y las molestias* por fortuna no son frecuentes, pero cuando ocurren son muy peligrosas. Una abeja que penetre en un coche o una piedra arrojada contra el parabrisas por un camión al pasar, o parte de la carga que se suelta, todo ello puede absorber fácil y completamente la atención necesaria para conducir. Si el conductor sufre una picadura o golpe, o se quema, la distracción queda agravada.

b) *Exigencias del interior del coche* como de los otros ocupantes, especialmente los niños, animales domésticos y la radio, son distracciones bien conocidas.

Son muy frecuentes y por tanto, no demasiado peligrosas por lo general.

c) *Exigencias del propio conductor*, como encender un cigarrillo, abrir y cerrar las ventanas opuestas, arreglarse el vestido, mirar un mapa y ordenar géneros, son también distracciones.

Son muy frecuentes y presentan la particularidad de que el conductor, normalmente, antes de emprender la tarea en cuestión, suele tomar las medidas oportunas para que ello no resulte peligroso. El problema pasará las más de las veces de ser un problema de atención a ser un problema de habilidad (en un momento determinado, puede necesitarse ambas manos para realizar una maniobra evasiva y una de ellas está ocupada manejando el elevalunas, por ejemplo).

d) *Distracciones del exterior del vehículo*. Las pueden causar carteles anunciadores, lugares panorámicos, chicas bonitas, accidentes automovilísticos, buscar señales en la carretera, coches de fantasía y otras cosas por el estilo y depende en gran manera de la clase de objetos en que esté interesado el conductor.

Son frecuentes y el peligro aumenta cuanto más llamativo sea el objeto en cuestión.

(No queremos hacer bromas de un tema tan serio como éste, por eso la siguiente anéctoda no lo es:

Por mirar a una chica bonita que subía la escalerilla de un avión en un aeropuerto, el conductor de un vehículo chocó con el extremo de un ala del avión,

arrancándosela. El paisaje, por otra parte, ha hecho en muchas ocasiones que los pasajeros de un vehículo vieran «de cerca» aquello que solo veían de lejos).

e) *Preocupaciones que provocan visiones, ensimismamiento, ensueños o soñar despierto*, son una clase de distracción interna instigada muy a menudo por condiciones sentimentales, interés desmesurado por alguna idea o cansancio. No es que desvíe necesariamente la atención a los problemas de la conducción, pero sí que la entorpece. Retarda las acciones especialmente las complejas y discriminatorias, porque la mente no sólo ha de comenzar a pensar en un nuevo problema, sino que primeramente tiene que cesar de pensar en el asunto que le tiene preocupado. Es probablemente una forma frecuente y grave de desatención.

José Germain, decía en 1962:

> «Así podíamos decir, siguiendo en cierto modo lo señalado por J. J. Corgen:
>
> 1. No se debe coger el volante de una manera tan familiar, rutinaria y despreocupada que le haga a uno olvidar que conducir es una tarea complicada, que exige de quien la realiza lo mejor de su rendimiento en cada momento. Esto significa muchas cosas, entre otras, no conducir un número exagerado de horas sin dormir, no emprender un viaje en carretera sin haber reposado lo suficiente, no hacerlo tampoco si se encuentra enfermo o con algún trastorno (dolor, jaqueca, etc.), y no ponerse tampoco en camino habiendo reducido o eliminado estos trastornos mencionados con ayuda de sedantes o de estimulantes. Esto trae a colación el empleo tan frecuente de otro tipo de drogas —el alcohol— para eliminar cansancio, sueño, dolores, molestias, etc. Todo cuanto se diga y se escriba acerca del problema del alcohol en el conducir será siempre poco en relación con los accidentes que contribuye a producir.
>
> 2. Por otro lado, y en relación más directa con lo que hemos señalado en este trabajo, hay que advertir a los conductores, minorías y masa, de la importancia que tiene el estado de ánimo sobre el equilibrado uso de las aptitudes y la eficaz adaptación de las relaciones aprendidas. En este sentido sería conveniente insistir en la inoportunidad de ponerse al volante después de haber sufrido un disgusto, de haber tenido una discusión con un superior al cual no se pudo contestar o con alguien cuyos insultos tuvo que aguantar. Conducir bajo estas impresiones de frustración es lo más arriesgado y peligroso; es, como dice John J. Corgen, viajar a ciegas y con grave riesgo; a ciegas, porque su conflicto interno apenas si le hará notar los obstáculos o los coches con que se cruza, y si los nota tendrá tendencia a convertirlos en monstruos enemigos que obstaculizan su camino, que aumentan su frustración y estimulan, consecuentemente su agresividad, cuyas relaciones puede, por otros motivos, no ser capaz de controlar.
>
> 3. De igual manera puede conducirse una persona afectada o preocupada por problemas personales, cuestiones íntimas que no suscitarán en ella

CUADRO 16.2

CLASES DE DISTRACCIONES

POR PEQUEÑOS INCIDENTES Y MOLESTIAS	— (Ej. Abeja). — Muy poco frecuentes. — Muy peligrosas.
EXIGENCIAS DEL INTERIOR DEL COCHE.....	— (Ej. Niños que lloran). — Peligro relativo. — Muy frecuentes.
EXIGENCIAS DEL PROPIO CONDUCTOR	— (Ej. Encender cigarro). — Poco peligroso. — Muy frecuentes.
DISTRACCIONES DEL EXTERIOR	— (Ej. Carteles, anuncios). — Peligrosos. — Muy frecuentes.
PREOCUPACIONES.....	— (Ej. Desengaño amoroso). — Peligrosas. — Muy frecuentes. — Retardan reacciones porque la mente está ocupada en otra cosa.

EN GENERAL:

Menor frecuencia motivo → Distracción más peligrosa.

Distracción involuntaria → más peligrosa que voluntaria.

reacciones de frustración o de agresividad, pero sí de ensimismamiento, de un aislarse en un soñar despierto del cual tiene que salir bruscamente ante una situación de emergencia, que puede ser potencialmente la de un accidente. Hay que pensar que, aparte esta situación condicionada por cuestiones íntimas, existen personas que tienen ante los demás y se ponen tensas y coléricas con facilidad, sobre todo si están cansadas, enfermas, defraudadas, molestas, incluso por cosas externas o insignificantes (lluvia, frío, dificultad de algún tipo), y esta tensión y esta cólera puede llevarle a oponerse a toda obligación y, en el conducir, a transgredir las reglas del Código de la Circulación, lo cual es paso primero y promotor del accidente. José Germain R.P.G.A. 1962».

Por otra parte, Pinillos dice:

«Las preocupaciones extralaborales, en general, tienen mucha importancia. La persona que tiene problemas, preocupaciones, como las anteriormente citadas, tienden a tener más accidentes. Lo que se explica por una serie de operaciones interiores de atención, vertida hacia dentro, que interfieren y dificultan la atención hacia fuera y, mientras más fuertes sean las operaciones internas, mientras más ausencias tenga el sujeto porque está vertido hacia sí mismo, menos puede atender al medio exterior y adaptarse a él. Cuando la proporción se desequilibra, el sujeto se halla predispuesto al accidente» (Pinillos).

El deterioro de la atención, bien por falta de nivel de alerta o bien porque su vigilancia está desviada o vertida hacia el interior, en lugar de atender al medio exterior, favorece el accidente.

Y N. L. de Aberasturi, E. Jiménez y P. Alarcón en su artículo «los factores humanos que pueden ser causa de accidentes de tráfico», publicado en la revista de Psicología General y Aplicada en el año 1976, volumen XXXI, realizan un estudio sobre conductores que han tenido accidentes de circulación, confeccionando la tabla siguiente con las situaciones en que se encontraban dichos conductores en el momento anterior al accidente:

CUADRO 16-3

Situaciones inmediatamente anteriores al accidente

SITUACIONES	% de sujetos
Tenían graves preocupaciones económicas	24
Preocupaciones familiares	17
Preocupaciones profesionales	11
Habían ingerido determinada cantidad de alcohol	4
Estaban próximos a casarse	7

Tabla claramente significativa.

Siempre que el tiempo de reacción parezca ser demasiado largo, ha de considerar la posibilidad de una distracción. La distracción suele implicar las mismas circunstancias de accidente que quedarse dormido.

Veamos detenidamente alguna de las más graves causas de distracciones que provocan accidentes de circulación: (Ver cuadros 16.9 y 16.10, de J. S. Baker).

1. *Las drogas y los narcóticos*

Las drogas afectan de algún modo la mayoría de los elementos de la personalidad que son necesarios para una conducción segura. Pueden perjudicar los sentidos, minar la resistencia, retardar el pensamiento y especialmente perder el control de las emociones. Estas sustancias no ejercen tanto efecto sobre los conocimientos fundamentales, los hábitos bien formados y las actitudes firmes. Cuando estos efectos son muy prolongados o muy acusados pueden causar la insensibilidad y por consiguiente la pérdida completa de control. Por lo menos en los accidentes aparentemente debido a inconsciencia antes del momento culminante, habrá de investigar detenidamente acerca de estas condiciones. Algunas veces, los médicos que tratan a los conductores lesionados pueden ayudarnos a averiguar si el conductor estaba drogado. Las drogas suelen ofrecer síntomas visibles.

Es más frecuente en personas jóvenes que en edades avanzadas y en determinados grupos sociales perfectamente diferenciados, pero existen numerosas excepciones.

De momento, la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, no cuenta con medios para detectar de forma fácil y rápida el estado bajo la influencia de drogas tóxicas, estupefacientes o sustancias psicotrópicas. En caso de sospecha, se puede solicitar de la Autoridad Judicial la realización de análisis clínico en centros sanitarios.

Los narcóticos causan las narcosis o sopor. Por lo general, no es una cuestión de la cantidad de narcótico que se ha consumido, sino si se ha consumido o no, porque las dosis de narcótico suelen ser lo suficientemente fuertes como para afectar a una persona normal. Algunos narcóticos son estimulantes y otros tienen cabalmente un efecto contrario. Un narcótico no ejerce el mismo efecto en todas las personas. La marihuana, por ejemplo, a unos los excita y a otros los deprime. La influencia de los narcóticos es más difícil de descubrir y probar que la del alcohol a causa de que el empleo de los mismos no está tan extendido, y las pruebas químicas para los narcóticos resultan difíciles, porque dejan poco o ningún olor en el aliento u organismo, y porque las drogas se esconden fácilmente. La toma de narcóticos deja menos traza de lo que comúnmente se cree. Por ejemplo, las drogas pueden ser aspiradas o fumadas. La inyección con una aguja hipodérmica deja unas pequeñas señales de la punción *y se pueden hallar de ordinario en la parte inferior del codo del brazo izquierdo, pero también puede estar en casi cualquier parte del cuerpo*. Uno de los lugares preferidos por los novatos es el abdomen.

El efecto de los narcóticos sobre la conducción es muy parecida a la del alcohol. El conductor cree muy a menudo que realiza el trabajo mucho mejor de lo acostumbrado, que todo el mundo se apartará de su camino, y que ningún daño le puede sobrevenir. Con los narcóticos, al igual que con el alcohol, las pupilas tienen una pobre reacción para la luz, es decir, que se dilatan y contraen más lentamente que de costumbre cuando se toman ciertas drogas, como por ejemplo la cocaína, pero con el opio, las pupilas quedan contraídas generalmente a unos puntos muy pequeños. Esto tiende a convertir al conductor en un ciego nocturno. Los barbitúricos como el nembutal, secona, phenobarbital, son drogas narcóticas que tienden a producir sueño. En el mejor de los casos, su empleo va acompañado de una falta de vigilancia, una sensación de liberación del tiempo de reacción.

Cuando no existan lesiones ni defectos físicos evidentes y no vea usted trazas de alcohol, y, con todo, el conductor ofrece un aspecto claramente anormal, sospeche de la influencia de narcóticos. A veces un compañero del conductor confirmará esta suposición. Con respecto al alcohol ha de plantear las mismas preguntas. Procure enterarse si es posible de la clase de narcótico que se trata. Esto facilita un posible análisis por el laboratorio de cualquier droga hallada en o junto a una persona. Existen pruebas químicas para los narcóticos, generalmente por análisis de la sangre de la persona objeto de sospecha.

Otras drogas. Hay personas que intencionada o inadvertidamente pueden verse afectadas al tomar ciertos medicamentos. Algunos compran drogas por sus efectos narcóticos o de otra clase. Otros que toman drogas con fines medicinales, pueden sufrir su influencia en alto grado y no saberlo. Hay alguna diferencia en la forma que las drogas afectan a diferentes personas, pero no es muy acusada. Sin embargo, sí que hay una gran diferencia en los efectos de las diversas drogas.

La anphetamina, conocida vulgarmente con el nombre de benzedrina, y demás estimulantes cerebrales, pueden provocar una actitud petulante y agresiva como indicio de una incipiente intoxicación.

Las drogas anti-histamínicas, como el benadryl, tienen una «reacción indirecta», que va asociada con un estado de cansancio o modorra. Pueden causar desvanecimientos, dificultad en encontrar la mirada, o debilidad física. Sus efectos se parecen mucho a los del tabaco, pero más acusados. El efecto de las drogas antihistamínicas dura generalmente unas 24 horas.

Mucha gente que toma drogas desconoce cuanto duran sus efectos, particularmente tratándose de estimulantes. Por ejemplo, la benzedrina o cafeína disueltas en café no quitan el sueño para siempre. Tienen un efecto que puede durar varias horas, según la cantidad de la dosis y el estado de la persona; el efecto es más corto con cada toma siguiente. Finalmente, cuando desaparece el efecto, el sueño va precedido de un lapso más corto de somnolencia, y de este modo el conductor tiene menos advertencia del peligro, pues el sueño puede aparecerle más repentinamente.

Siempre que sospeche del uso de drogas, no descuide indagar acerca de ellas. En general, el público admite libremente que toma medicamentos.

Algunas veces sale a relucir el hecho al hacer un interrogatorio con respecto a la intoxicación. Haga las mismas preguntas y anotaciones del mismo estilo que emplea para averiguar la intoxicación.

Si queremos establecer otras clasificaciones de los tóxicos podríamos, siguiendo a Lewin, decir:

1. Sustancias euforizantes: opio y sus alcaloides, cocaína, heroína, etc.
2. Sustancias embriagadoras: alcohol.
3. Sustancias fantásticas: hachisch, mescalina, etc.
4. Sustancias excitantes: café, té, tabaco, etc.

o, siguiendo a Dimacco:

1. Tóxicos alimentarios (vino, cerveza, licores, etc.)
2. Tóxicos voluntarios (tabaco, estupefacientes, etc.)
3. Tóxicos excitantes (café, té, simpatina, etc.)
4. Tóxicos tranquilizantes (barbitúricos, etc.)
5. Tóxicos medicamentosos (tratamiento de procesos especiales con sustancias que afectan la claridad de juicio o el comportamiento).

Todos ellos, en una u otra forma afectan a la conducción de un vehículo automovil, pudiendo llegar a ser su influencia muy grave.

2. *El alcohol*

El alcohol, aun en pequeñas cantidades, menoscaba la capacidad de un conductor para resolver los problemas de la carretera y de la circulación. Las personas que se hallan bajo su influencia son más propensas a sufrir accidentes que las otras. Algunas personas son más afectadas que otras por la misma cantidad de alcohol y la misma persona no es afectada en el mismo grado en todos los momentos; lo primero es debido a la capacidad de algunos para absorber el alcohol más lentamente o disolverlo en el organismo más rápidamente; lo segundo se debe a la cantidad de alimentos en el estómago, al estado físico general o a otros factores.

Los síntomas y pruebas de la intoxicación están tan bien descritas en otros tratados, que no es necesario repetirlas aquí. Los síntomas de la intoxicación en muchos casos son muy parecidos a los del cansancio.

El alcohol afecta a las emociones y a las actitudes superficiales más que cualquier otra cosa. También reduce la capacidad de tomar las decisiones justas, de vislumbrar las situaciones peligrosas, y de emplear el criterio y cuidado normales. Se reflejan los sentimientos, las personas se contienen menos, y en las primeras etapas parecen estar alegres; luego quedan deprimidos y su dejadez es más evidente. Con todo, muchas personas tienen la facultad de aguante y no muestran señales de intoxicación hasta un estado muy avanzado. El tiempo de reacción disminuye después de las dos o tres primeras bebidas, pero después se incrementa en gran manera. El alcohol puede disminuir la agudeza visual y la capacidad de distinguir

los colores, especialmente si el alcohol está combinado con otros tóxicos como el monóxido de carbono (Ver cuadro 16-4).

• *Niveles reconocidos de la influencia del alcohol.*

Una persona no puede considerarse significativamente afectada si ha acumulado menos de 5 partes de alcohol por 10.000 partes de sangre. Esto es, 0,05 % de alcohol en la sangre o el equivalente a dos botellas de cerveza aproximadamente, o a dos copas de whisky para una persona de corpulencia normal. Son necesarias unas seis botellas de cerveza o 200 gramos de coñac —y más si la bebida se toma en varias horas—, para que una persona alcance el nivel de alcohol en la sangre de 15 por 10.000 o sea, el 0,15 %, a cuyo nivel o superándolo, una persona queda taxativamente influenciada. Los perjuicios del alcohol entre estos niveles habrá que determinarlos de acuerdo con el comportamiento del conductor.

• Los síntomas de intoxicación que pueden observarse en los conductores son:

— Comportamiento extravagante o excéntrico del vehículo conducido, como mucha velocidad o marcha muy lenta o correr en zig-zag. El conductor actúa en forma desacostumbrada, tartajea palabras, tiene dificultades de mantenerse erguido y quieto y tiene el vestido desarreglado. No obstante, aunque el conductor no manifieste ninguna de estas señales, no descarte la posibilidad de la intoxicación.
— Olor a bebidas alcohólicas en el aliento. *El alcohol no huele.* El olor que percibimos es debido a los extractos o al sabor de la bebida o de los alimentos. *Hay licores como el vodka que no pueden descubrirse por el olor del aliento.*
— Botellas de vino que contengan otras bebidas alcohólicas dentro del coche o junto a él especialmente si están abiertas o parcialmente consumidas.
— Locuacidad de los acompañantes que quizá no tengan la capacidad o no sientan la necesidad de demostrar su fortaleza de aguante.

• Si la conducta o estado del conductor, las circunstancias del accidente, o los lugares de donde vienen, sugieren intoxicación en el grado que sea, procure obtener datos adicionales que puedan probar o refutar la influencia del alcohol. La mejor prueba es un análisis clínico del aliento o de los líquidos del organismo. Esto requiere que alguien se preste a tomar muestras con prontitud. Aunque el conductor esté muerto, una muestra de sangre tomada en el hospital demostrará si se hallaba bajo la influencia del alcohol (*).

(*) Según el Dr. D. Jaime Quintanilla Ulla, Académico de número de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Galicia, en la *Revista de Tráfico* núm. 30, de febrero del 88, la prueba de alcoholemia a un cadáver debe hacerse a las dos horas —o, como máximo, cuatro— desde la hora de la muerte. En caso contrario, esta prueba pericial habrá perdido todo su valor.

CUADRO 16.4

ACCIONES DEL ALCOHOL

I. Corteza cerebral (umbral de la concentración alcohólica sanguínea aproximadamente, 0,8-1,2 por 1.000).
   1. Cesación de las inhibiciones psíquicas.
   2. Pérdida del autocontrol.
   3. Disminución de la resistencia contra influencias psíquicas ambientales.
   4. Euforia.
   5. Engreimiento.
   6. Capacidad exagerada de entusiasmo.
   7. Autoconfianza creciente.
   8. Necesidad de expansiones.
   9. Generosidad.
   10. Disminución de la capacidad de enjuiciamiento.
   11. Deseo de camaradería.
   12. Necesidad de hablar en exceso (logorrea).
   13. Disminución de la atención.

II. Pensamiento y sensaciones (umbral de la concentración alcohólica sanguínea: aproximadamente, 1,5 por 1.000).
   1. Amortiguación de las sensaciones.
   2. Formas de expresión ordinarias (depravación moral).

III. Campo psicomotor (umbral de la concentración alcohólica sanguínea: aproximadamente, 1,5 por 1.000).
   1. Apraxia.
   2. Agrafia.
   3. Afaxia.

IV. Lóbulos posteriores (umbral de la concentración alcohólica sanguínea, aproximadamente de 0,8 a 1,2 por 1.000).
   1. Trastornos de la visión estereoscópica (de apreciación de las distancias, reconocimiento de las formas, etc.
   2. Diplopia.

V. Tronco cerebral (umbral de la concentración alcohólica sanguínea, aproximadamente desde 2,5 a 4 por 1.000).
   1. Apatía.
   2. Inactividad.
   3. Temblor.
   4. Vómitos.
   5. Sudoración, pérdida del tono.
   6. Dilatación de los capilares periféricos.
   7. Narcosis.
   8. Coma.

VI. Cerebelo (umbral de la concentración alcohólica sanguínea, aproximadamente 0,8 por 1.000).
   1. Alteraciones del equilibrio.
   2. Nistagmo.

VII. Médula (umbral de la concentración alcohólica sanguínea aproximadamente a partir del 4 por 1.000).
   1. Enlentecimiento respiratorio.
   2. Colapso periférico.
   3. Descenso de la temperatura corporal.
   4. Muerte.

Además de obtener muestras para los análisis clínicos (y siempre que no se hagan pruebas), haga ciertas observaciones y preguntas acerca de otras posibles condiciones que aparte la intoxicación, pudieran producir los síntomas. Registre sistemáticamente las observaciones y las respuestas a sus preguntas en el mismo momento que se las den.

- No atribuya al alcohol todas las acciones no habituales de un conductor. Tambalearse, tener vértigos, caerse, o el habla farfullante, pueden ser debidos a enfermedad o lesión. Estas pruebas le dirán si la condición del conductor se debe toda o en parte al alcohol. En realidad su condición puede ser una combinación del alcohol con otros factores.

Mucho se puede hablar sobre el alcohol y su influencia en la conducción, pero no puede ser el objeto de este libro extendernos demasiado sobre ningún tema en concreto, debido al volumen incómodo que adquiriría. Respecto del tema del alcohol puede consultarse otros textos de muy diversos autores. Resaltaremos aquí no obstante algunos datos de interés obtenidos y resumidos por el Dr. D. Luis Montero González, Decano de la Facultad de Psicología de Valencia y miembro de la Unidad de Investigación en Seguridad Vial de dicha Facultad.

Ver cuadros 16.5, 16.6 y 16.7.

Ver también cuadro 16.8, publicado en la *Revista de Tráfico* núm. 55, de mayo de 1990.

De este último cuadro citado, cabe resaltar el hecho de que grados de alcoholemia pequeños (tasa del 0,15 grs. de alcohol/1.000 c.c. de sangre), que normalmente no produce efectos sobre el individuo, multiplica por 1,6 la posibilidad de sufrir accidentes corporales y por 1,2 el de accidentes mortales.

Cabe resaltar que internacionalmente se calcula que entre el 30 y el 50 por ciento de los accidentes de tráfico son causados por el alcohol y que según cifras oficiales (Plan Nacional contra la droga), en España hay cerca de dos millones de personas dependientes del alcohol y que, como resulta obvio, muchas de esas personas consumen gran número de sus horas sentados ante el volante de un vehículo.

Respecto a la acción del alcohol existe, según Franchini, una correspondencia que puede establecerse en la siguiente forma:

1.° *Estado subclínico*: el sujeto es normal para un observador superficial, sin embargo, ligeras alteraciones se observan con métodos especiales de exploración (Alcoholemia de 0,1 por 1.000).
2.° *Inestabilidad emotiva*: la capacidad discriminadora se encuentra disminuída, existe una leve incoordinación muscular y un retraso de la reacción ante un estímulo (Alcoholemia 0,2 a 2 por 1.000).
3.° *Estado confusional*: alteración de las sensaciones, disminución de la sensibilidad al dolor, caminar vacilante, habla entrecortada (Alcoholemia 2 a 3 por 1.000).
4.° *Estupor*: gran retraso en la respuesta ante un estímulo, falta de coordinación muscular, se inicia una cierta parálisis (Alcoholemia 3 a 4 por 1.000).

CUADRO 16.5

Principales efectos del alcohol sobre el conductor

ALTERACION DEL COMPORTAMIENTO
DETERIORO EN LA PERCEPCION DEL RIESGO

NIVEL MOTRIZ
TIEMPO DE REACCION
NIVELES SENSORIALES
CAMPO RECEPTIVO
COORDINACION
DEPRESION GENERAL

GRAVE INCREMENTO DE LAS INFRACCIONES

CUADRO 16.6

Daños anuales producidos por el alcohol en el tráfico

Muertos en el mundo	100.000
Heridos en el mundo	8.000.000
Muertos en la CEE	20.000
Inválidos en la CEE	60.000
Muertos en España	+ 2.000
Heridos en España	40.000
Costes económicos en España	mil millones / pts. diarios

CUADRO 16.7

Distancias de parada total en función de la alcoholemia

A 90 Km/h		
Alcoholemia en g/l	**Distancia recorrida en metros durante el tiempo de reacción del conductor**	**Distancia de parada total en metros**
0,0	19	71
0,8	30	82

5.° *Coma*: pérdida completa de conocimiento, disminución de reflejos, adinamia circulatoria (Alcoholemia 4 a 5 por 1.000).

Los valores superiores de 5 por 1.000 son incompatibles con la vida.

Ahora bien, estas cifras están sujetas, a la capacidad de resistencia del individuo y a su hábito alcohólico, de aquí que se hayan fijado los siguientes límites de tolerancia (* José Germain. R.P.G.A. 1963):

1) De 0 a 0,10 carece de significado.
2) De 0,1 a 1 por 1.000 se encuentra en sujetos que han bebido alcohol etílico, pero no es suficiente para significar, sin otros datos objetivos, un estado de embriaguez.
3) 1 a 1,50 por 1.000 tampoco puede considerarse al sujeto, sin otros datos, como disminuído en su capacidad psicofisiológica por embriaguez.
4) De 1,50 a 2 por 1.000 el sujeto es considerado como embriagado, con evidente alteración de su equilibrio físico y psíquico.
5) Si el nivel es superior a 2 por 1.000 no existe la menor duda de su alteración e incapacidad.

Prácticamente puede decirse, según Franchini, que la mayor peligrosidad se encuentra cuando la alcoholemia se sitúa alrededor de 1,5 por 1.000, ya que con un índice próximo a 2 es poco probable que el sujeto se encuentre en condiciones de conducir.

3. *Inhalación de monóxido de carbono*

El envenenamiento por el monóxido de carbono, CO, es debido a la inhalación de vapores de diferentes orígenes, como estufas y calentadores de gas. En los accidentes automovilísticos proceden comúnmente de los sistemas de escape de los coches. Al fumar cigarrillos seguidos mientras se conduce produce cantidades peligrosas de monóxido de carbono en el aire respirado. El CO es más facil de darse en los vehículos muy viejos, especialmente los que tienen filtraciones en los silenciadores y tubos de escape. No obstante, también se encuentra en coches muy modernos. El flujo de vapores de sistemas de escape averiados puede penetrar en el vehículo por las rendijas del suelo o por otras aberturas. Los vehículos parados con los motores en marcha son propensos a acumular grandes concentraciones de CO. Unas investigaciones han demostrado que los vehículos que marchan en medio de un tráfico muy denso con las ventanas abiertas, contrariamente a lo que el público cree, son más susceptibles al CO que los que tienen las ventanas cerradas. Los humos de los demás coches penetran por las ventanas.

El CO puede ser descubierto mediante aparatos especiales de análisis químicos. Una identificación positiva requiere los auxilios de un técnico.

Sospeche del CO cuando:

— Los coches han estado detenidos por algún tiempo con el motor en marcha.
— Los vehículos están apiñados en un tráfico muy denso, casi tocándose, especialmente en tiempo frío. Los humos de escape de los coches precedentes pueden infiltrarse por el sistema de calefacción de los vehículos que siguen, causando la intoxicación por el CO, a menos que los sistemas de calefacción estén cerrados. Ello puede producir síntomas de intoxicación general, que pueden ser considerados como intoxicación alcohólica.
— Halla usted silenciadores o tubos de escape defectuosos.
— Encuentra niños que han enfermado en el coche sin otros motivos explicables.

Los síntomas de envenenamiento por CO varían considerablemente en los individuos. Algunas personas pueden llegar casi hasta el colapso sin que se adviertan señales de CO. En las etapas más avanzadas se caracteriza generalmente por desvanecimiento, estremecimiento, dolor de cabeza, debilidad, pupilas dilatadas y rigidez muscular.

4. *Cansancio, Aburrimiento*

El cansancio o aburrimiento pueden producir casi todos los síntomas aparentes de la intoxicación, como:

— Excitación momentánea en los primeros grados caracterizada por una mente poco lúcida.
— Facultades físicas disminuídas en las últimas fases, como torpeza, doble visión, habla tartajeante, reflejos lentos, falta de coordinación y empeoramiento del sentido auditivo.
— Persistencia anormalmente alta. Lo mismo que a un borracho le resulta difícil dejar de hablar o de volver a beber, de igual modo puede ser casi imposible lograr que una persona fatigada cese de conducir o de ejercer alguna otra actividad.
— Los últimos períodos pueden incluso estar marcados por alucinaciones y desvarío, pero estos casos son raros entre los conductores. El conductor, previa la inconciencia del amodorramiento, termina quedándose dormido totalmente.

Hay varias cosas que ayudan a producir o resaltar los síntomas de fatiga, o, para el caso, de la intoxicación alcohólica. El fumar, la gran altura, y, de un modo especial, la monótona conducción por una carretera recta y con poco tráfico.

Sospeche de la fatiga en los accidentes de los siguientes supuestos:

— Accidente ocurrido poco tiempo después de un descanso insuficiente.
— Conductor que durante unos días no ha gozado de un descanso normal o habitual.
— Con anterioridad al accidente ha venido trabajando arduamente.

— Durante algún tiempo no se ha nutrido con normalidad.
— Conductor que hace turnos de noche o que trabaja en dos empresas.
— Después de una comida fuerte en tiempo caluroso.
— Ha conducido constantemente durante diez horas o más.
— Las circunstancias del accidente insinúan que el conductor se quedó dormido. «Huella del sueño».

El plan de viaje podrá darle una pista acerca del cansancio del conductor o haciéndole estas preguntas: ¿Desde cuándo no ha dormido usted y cuánto duró su último sueño?

No cabe duda que las palabras «fatiga», «cansancio», «monotonía» nos son familiares a todos. Entrañan un estado físico y un estado de ánimo. Pero, como dice Haller Gilmer, no tenemos medidas claras de la llamada fatiga subjetiva, las medidas psicológicas son menos precisas que las medidas fisiológicas a este respecto, aunque puedan serlo, sobre todo, frente a trabajos de naturaleza no física.

La sensación de fatiga, de cansancio, va al parecer, unida a cambios físicos/fisiológicos del organismo. Sin embargo, la experiencia demuestra que muchas veces las sensaciones de fatiga se refieren a las condiciones en que se realiza el trabajo y al ambiente que le rodea más que al trabajo mismo, esto es, más a un proceso psicológico de tensión que a un proceso físico de agotamiento.

Tipos de fatiga, según J. Germain:

1. *Fatiga activa* podríamos decir, esto es, la fatiga que se desprende del esfuerzo muscular y de atención que todo trabajo implica;
2. *Fatiga pasiva*, que corresponde a lo que Palthe denomina fatiga difusa de los músculos por los cambios continuos de posición a que el conductor se ve sometido y a la monotonía que engendra el trabajo en sí;
3. *Fatiga acumulada*, esto es, la que corresponde a un organismo que inicia su tarea sin haber tenido el reposo suficiente o el sueño necesario para eliminar la fatiga anterior.

Fatiga, tiempo de reacción más lento y vista defectuosa son las causas del 60 por 100 de los accidentes según Brandaleone.

Finalmente, queda por señalar el sueño hijo de la fatiga, por un lado y también, por otro, de la monotonía del conducir, de la llamada hipnosis de la carretera.

En conjunto, pues, hemos de convenir la importancia que tiene la fatiga en el acto de conducir y la necesidad de tomar en cuenta las medidas y exploraciones que hemos señalado.

Gerundini coloca en primer lugar, entre los factores fisiológicos causantes de accidentes, a la fatiga; Powers es del mismo parecer, y Hoffmann, en el examen de 586 sujetos de edades comprendidas entre 18 y 63 años, que eran conductores profesionales, encontró un 37,4 por 100 con alteraciones evidentes cardiovasculares; 14,1 por 100 con lesiones orgánicas del corazón y de los vasos, y un 23,3 por

100 con alteraciones funcionales que disminuían la eficacia del organismo predisponiéndole a la fatiga y a errores de conducción y de rendimiento.

Aunque el progreso mecánico ha disminuido muy sensiblemente las causas de la fatiga física, existe siempre la fatiga nerviosa o la fatiga psíquica.

En conjunto, pues hay que tener en cuenta la fatiga, sus características y sus incidencias si queremos llegar a una verdadera higiene del tráfico. Y en este sentido debe puntualizarse que un conductor no debe permanecer al volante más de ocho horas cada día y que cada dos o tres horas debe parar, descender del vehículo y descansar por lo menos un cuarto de hora. Prokop aconseja que el depósito tenga una capacidad limitada para obligar al conductor a parar con cierta frecuencia.

* J. Germain. Misma cita anterior.

5. *El sueño*

> **«Todos los científicos están de acuerdo en que quedan todavía por desvelar muchas incógnitas sobre el sueño, sus funciones y significado. Sin embargo, todos coinciden unánimemente en un hecho: Conducir bajo los efectos del sueño lleva inevitablemente al accidente.**
>
> **Porque el sueño deja muy mermada las complejas capacidades psicofísicas que son necesarias para conducir».**

Así comienzan los doctores Soler, Tortosa y Montoro su artículo denominado «La conducción bajo los efectos del sueño», publicado en la *Revista de Tráfico* núm. 35, de Julio-Agosto de 1988.

Reproducimos a continuación, entendiendo que es la mejor forma de explicar este problema y con nuestro homenaje a los citados Doctores, varias partes del citado artículo en aquellos aspectos que nos interesan aquí.

> El sueño es una actividad en la que los seres humanos emplean una tercera parte de su vida, y que resulta imprescindible para un correcto funcionamiento psicofisiológico. Se ha podido comprobar en numerosas investigaciones que no dormir durante periodos largos puede llegar a producir graves trastornos de tipo físico —que van desde un mayor envejecimiento, mayor sensibilidad al dolor, una menor inmunidad a las enfermedades, o hasta la muerte—, y ser causa también de importantes desajustes comportamentales, que pueden llegar incluso a estados psicóticos transitorios. Y ello porque mientras se duerme, aparte de haber una actividad psíquica compleja como es el soñar (actividad a la que los seres humanos dedicamos unas dos horas cada noche), el organismo aprovecha para recuperarse del desgaste diario, para regenerarse y para que descansen sus centros nerviosos y tejidos musculares.
>
> Dormir es, en definitiva, una necesidad primaria de carácter supervivencial de la más importantes que tienen los seres humanos. Por ello, cuando no se duerme nada o no se duerme lo suficiente, el organismo reacciona con

toda una serie de desajustes, muchos de los cuales son altamente peligrosos para la salud en general y, desde luego, para la conducción. Sin embargo, y pese a esto, son miles los conductores que circulan diariamente por las carreteras sin haber tenido el descanso adecuado y necesario para el correcto manejo de un vehículo. Quizá porque muchos de ellos desconozcan los mecanismos de funcionamiento del sueño y los peligrosos efectos producidos por la falta del mismo.

Los aspectos negativos del sueño pueden verse afectados y potenciados por una serie de variables que es necesario que sean conocidos por el conductor y por el investigador, los principales son:

— *La edad:* Las personas de edad avanzada necesitan dormir menos horas que los jóvenes, pero sin embargo los jóvenes controlan mejor el sueño al volante que los ancianos.

— *El estado psicofísico:* Cuando el conductor padezca algún tipo de trastorno físico o psicológico —ya sea crónico o transitorio—, que suponga ya de por sí un desgaste anormal para el organismo, tiene que prever, sobre todo en los viajes largos, que su estado posiblemente acelerará más de lo normal los efectos negativos del sueño.

— *El tipo de carretera:* Conducir sin haber descansado lo suficiente es peligroso en cualquier tipo de vía. Sin embargo, en general se conocen poco los peligros de conducir por aquellas vías que por ser muy rectas y monótonas favorecen una disminución de la atención y rebajan la actividad del sistema nervioso, potenciando la relajación y facilitando, por tanto, el sueño. Este efecto, que no es tenido en cuenta por los conductores desinformados, se ha comprobado es el causante, por ejemplo, de muchos accidentes nocturnos en las autopistas y tramos rectos.

— *Fármacos y otras sustancias:* Como ya se explicó anteriormente, existen muchos fármacos —algunos de uso habitual— que tienen efectos hipnóticos o relajantes añadidas a su acción específica. Estos favorecen, por tanto, la aparición de un sueño más rápido de lo normal y que puede «sorprender al conductor».

Es necesario investigar si el conductor implicado en el accidente ha ingerido algún tipo de medicamento, por frecuente o habitual que parezca, pues hasta la simple aspirina puede influir de forma negativa.

— *Las variables ambientales:* Existen muchas variables ambientales de gran repercusión en el sueño. Entre ellas cabría destacar la falta de una oxigenación y aireación adecuada en la cabina del vehículo que se conduce. Esto puede verse potenciado a su vez, en muchas ocasiones, por la entrada de gases en la cabina o la acumulación de humo de los cigarrillos, en cuyo caso es mucho más fácil que se produzca el adormecimiento. El calor también

CUADRO 16.8

Alcoholemia	Efectos psicológicos	Coef. multiplicador de riesgo	
		Accidentes corporales	Accidentes mortales
0,01 a 0,15	Normalmente sin efectos.	1,16	1,20
0,16 a 0,20	El 20 % de los conductores ya acusan disminución de reflejos.	1,35	1,45
0,21 a 0,30	Todos los individuos presentan ya algunas perturbaciones en su electroencefalograma. Incorrecta apreciación de distancias y velocidades.	1,57	1,75
0,31 a 0,50	Sin efectos aparentes todavía, pero ligera euforia y defectos de visión.	2,12	2,53
0,51 a 0,80	Pocos efectos aparentes, pero euforia sensible, alargamiento del tiempo de reacción y perturbación de las reacciones motrices.	3,33	4,42
0,81 a 1,50	Ligera embriaguez. Perturbación general del comportamiento. Conducción claramente peligrosa.	9,55	16,21
A partir de 1,5	Embriaguez manifiesta (para una alcoholemia de 2,00, el coeficiente multiplicador del riesgo mortal es ya de 60)		
A partir de 3	Imposibilidad física de conducir.		

CUADRO 16.9

Circunstancias que afectan a la personalidad

La personalidad puede experimentar un cambio rápido muy serio debido a una serie de circunstancias, muchas de las cuales puede originarlas la misma persona. Estas afectan, en mayor o menor grado, a las tres partes de la personalidad y, por consiguiente, a las reacciones del conductor a las distintas situaciones de tráfico, es decir, del comportamiento. Muchos muestran síntomas similares.

Venenos como:
Monóxido de carbono, drogas.

Medicinas, como:
Insulina, barbitúricos, antihistaminas, bencedrina.

Enfermedades como:
Afecciones del corazón, epilepsia, diabetes, demencia.

Fatiga
Cansancio, tensión, monotonía.

La gente se ve afectada de manera diferente por estas circunstancias. Una combinación de ellas es mucho más grave que una sola; por ejemplo, una persona intoxicada, probablemente, sucumbirá antes a un envenenamiento de monóxido que una persona normal. Muchas de estas condiciones originan un estado de inconsciencia de grado máximo y, por lo tanto, la completa pérdida de control.

(J. S. Baker)

es, en general, un elemento favorecedor del sueño, por lo que es necesaria una especial precaución al circular con la calefacción encendida o con las altas temperaturas estivales.

— *La fatiga:* La fatiga, de la que ya hemos hablado, forma parte de la misma familia que el sueño. Esto quiere decir que a mayor fatiga más sueño, y que a un mayor sueño se suele añadir una mayor fatiga, efecto que es bastante conocido por el conductor profesional.

6. *Enfermedad*

No hay que confundir los síntomas del alcohol, monóxido de carbono o narcóticos con los de una enfermedad. Siempre que exista la más ligera posibilidad que el conductor pueda hallarse bajo la influencia del alcohol, realice las pruebas químicas pertinentes. Muchas personas que padecen enfermedades crónicas llevan unas tarjetas de identificación para el caso de una emergencia. Para cerciorarse que no comete errores con personas que pueden estar enfermas o que pueden hallarse intoxicadas, expecialmente si están inconscientes, debe llamarse inmediatamente a un médico, o hacerlas trasladar al hospital. Nunca retenga a una persona en el escenario del accidente o en una oficina si muestra cualquier síntoma de un mal en período avanzado o de una aguda dolencia.

• *Las dolencias del corazón* de diferentes clases probablemente afectan a la conducción en mayor escala de lo que generalmente se cree. No son necesariamente estados enfermizos. Tienen más probabilidades de ocurrirles a las personas de edad avanzada y a las muy obesas. En ocasiones el ataque va acompañado de dolores, náuseas y vómitos, pero los ataques repentinos raramente tienen estos síntomas. Sospeche de un ataque al corazón cuando el conductor alega que perdió el conocimiento de repente y no puede dar ninguna explicación. Inquiera acerca de los anteriores casos en que ha tenido molestias en el corazón.

• *La epilepsia,* más que una enfermedad es un trastorno del sistema nervioso. Tiene varias formas y todavía no ha sido bien definida. Unas veces se producen ataques clasificados generalmente en dos categorías: «grand mal», que produce convulsiones, pérdida del conocimiento y caídas; y «petit mal», que provoca únicamente desvalimiento y pérdida momentánea de la memoria sin convulsiones. Algo parecidas son las perturbaciones del conocimiento sin convulsiones como la narcolepsia, en la cual tras un breve período de modorra la persona se duerme súbitamente.

El efecto sobre la conducción de los ataques epilépticos es bastante evidente. La persona pierde el conocimiento o queda desvalida, incapaz de controlar su vehículo excepto cuando se trata de ataques leves, a los que el conductor ya está habituado y maneja el vehículo en relación con estas circunstancias para él casi rutinarias.

Haga preguntas que puedan revelar el aura o presentimiento del ataque y el his-

torial previo de ataques sufridos, y busque los signos que suelen seguir a los ataques de epilepsia, como morderse la lengua, boca espumojosa y una gran flojedad en las extremidades.

• *La Diabetes* es una enfermedad que afecta a la glándula productora de insulina en el organismo humano. Sus ataques están caracterizados por una sed excesiva, pérdida de fuerza y un apetito voraz. Si la enfermedad no es tratada convenientemente puede aparecer el coma diabético. Esto se produce muy a menudo tras un esfuerzo físico o mental. En algunos casos el coma o inconsciencia va precedido de dolor de cabeza, iracundia, somnolencia, vómitos y dolores abdominales. Durante el coma o inconscienia la epidermis se endurece y se seca, la boca y la lengua se quedan rígidas y con frecuencia las encías se hinchan.

Si se emplea una dosis excesiva de insulina para tratar la diabetes, puede producirse una conmoción cerebral y posiblemente la muerte. Una especie de coma es la etapa final de esta clase de conmoción y precede de ordinario a la muerte. La víctima puede manifestar temblores, languidez, sudores, trastornos mentales y, por último, un estado comatoso.

• *La demencia* es un estado patológico persistente de la mente, conectado generalmente con alguna condición anormal o mórbida del cerebro o del sistema nervioso. Se caracteriza por una carencia de control, quizá un excesivo ensimismamiento y alucinaciones. Tiene muy poco que ver con la inteligencia, puesto que pueden ser dementes personas de mucha o de poca inteligencia. La mayoría de dementes atraviesan, sin embargo, períodos de completa normalidad.

Sospeche de demencia cuando un conductor accidentado se halle bajo una de las siguientes condiciones:

— La persona ostenta síntomas graves, por ejemplo de histeria.
— Parece hallarse en un estado completamente desconcertado sin que en el accidente haya sufrido lesión alguna.
— Usted se entera por otras personas de que el individuo tiene antecedentes de demencia.
— El accidente parece haberse producido por un comportamiento improcedente por parte del conductor.
— Las explicaciones que da el conductor carecen de sentido común.

Tenga cuidado en no confundir un estado de aturdimiento o de conmoción, producida por el accidente, con la poca inteligencia o una condición de insensatez. Además, muchos síntomas de alcoholismo, narcóticos y de ciertas enfermedades pueden tener apariencia de la demencia o de pocas luces.

• *Estados depresivos.* Son muchos los millones de personas que han padecido, padecen o padecerán en el futuro algún tipo de trastorno mental. La causa o causas de esta preocupante situación son múltiples, aunque posiblemente una de las más importantes la encontraremos en el estílo de vida en que se ven envueltos los seres humanos de la civilización actual.

De entre todos los desajustes mentales realzamos aquí la importancia de las DEPRESIONES por su especial repercusión sobre la conducción por la enorme frecuencia con que aparece y la gran cantidad de personas que la padecen.

Según la Organización Mundial de la Salud, entre un 3 y 5 % de la población mundial está afectada por la depresión. Esto significa que en el mundo puede haber unos 200 millones de depresivos, estimándose que en nuestro país alrededor de millón y medio de personas padecen ésta enfermedad, muchas de los cuales son conductores habituales de vehículos a motor.

Las depresiones suelen afectar de manera importante a algunas actividades fisiológicas del organismo y también alteran muchas dimensiones del comportamiento del individuo, pudiendo tener una incidencia directa negativa importante sobre la compleja actividad de conducir.

Entre las alteraciones somáticas y síntomas físicos que produce la depresión se encuentran algunos como los siguientes:

— Insomnio de distintos tipos
— Alteraciones sexuales
— Trastornos genitourinarios
— Alteraciones de las funciones digestivas
— Sequedad de boca
— Anorexia muy acentuada con pérdida de peso
— Cansancio físico elevado
— Fatigabilidad muscular y enlentecimiento motor
— Cefaleas y dolores diversos
— Alteraciones sensorioperceptivas
— Ligera hipotensión arterial, etc.

Entre las manifestaciones psíquicas y comportamentales cabe destacar las siguientes:

— Pérdida de la autoestima
— Llanto y tristeza
— Dificultades de concentración y atención
— Problemas para pensar con claridad y elaborar información adecuadamente
— Lentitud de evocación de la memoria
— Disminución de la seguridad en sí mismo
— Ansiedad e irritabilidad injustificada
— Percepción de la realidad alterada
— Tendencia a la culpabilidad y al suicidio, etc.

Algunos de estos síntomas de alteraciones no tienen una clara repercusión en la conducción, sin embargo hay otros que, directa o indirectamente, desencadenan procesos que pueden afectar de diversas maneras la conducta del hombre al volante, como son las siguientes alteraciones que resaltamos:

• *Disminución en la atención.* En el depresivo, muy agitado en su mundo interior, pueden ser bastante frecuentes las distracciones, con el consiguiente riesgo que eso se deriva cuando se maneja un volante.

• *La tendencia al suicidio.* Aunque no se tienen datos concretos al respecto, se sabe que muchas de las muertes y accidentes de tráfico, son debidos al desprecio que el depresivo tiene por la vida y que le conducen a no evitar el riesgo o a involucrarse premeditadamente en situaciones de peligro.

• *Las alteraciones en el sueño.* El insomino, el no dormir durante largos periodos de tiempo se va a convertir en una causa directa de aparición de fatiga, disminución en la reactividad, cambios importantes en el estado de ánimo, pérdida de exactitud y velocidad en la ejecución de determinados movimientos al volante, o puede ser motivo de alteraciones en la percepción de la realidad, pudiéndose llegar incluso a la aparición de ilusiones o alucinaciones, si el período de insomnio es elevado.

• *Las alteraciones en la percepción.* El enlentecimiento en el funcionamiento sensoriomotor, junto a la alteración de la realidad, hacen al depresivo especialmente vulnerable al accidente, sobre todo en aquellas situaciones en donde hay una gran cantidad de estímulos a interpretar (determinados tramos de carretera o situaciones de tráfico intenso, en la ciudad).

• *El aumento de la ansiedad y la irritabilidad.* Hacen que el sujeto responda intensamente ante estímulos poco importantes, pudiendo ser causa directa de algunas respuestas violentas y peligrosas al volante.

• *Aumento de la fatiga.* Al depresivo le supone generalmente un gran esfuerzo el realizar muchas de las ejecuciones necesarias para conducir, que son habituales. Ello le hace especialmente proclive a la fatiga y por ello más vulnerable al accidente.

• *La merma en la capacidad de decisión.* La toma de decisiones ajustadas y precisas es fundamental para conducir correctamente y evitar los accidentes.

• *Las alteraciones sensoriales.* Los sentidos son vitales para la captación de los diferentes estímulos que llegan del exterior y que han de condicionar la actuación del conductor. Si dichos estímulos llegan erróneos o débiles, la conducta no será nunca la adecuada al caso.

No todos los síntomas y trastornos descritos están en la misma medida en todos los enfermos depresivos. Depende de la edad, sexo, época del año, medicaciones, grado de la enfermedad, etc. el que se den en mayor o menor grado. Pero es conveniente saber que ante un accidente de tráfico sin una razón clara, puede haber un conductor depresivo y es conveniente investigarlo. (Dres. Luis Montoro González, José Soler Pérez y Francisco Tortosa Gil, *Rev. Tráfico,* n.° 28, de diciembre de 1987.

• *Las enfermedades de la vista y de otros órganos sensoriales pueden repercutir* en la visión o percepción. La mayor parte de estos defectos se pueden descubrir mediante un éxamen de la vista y de los demás sentidos.

Muchas otras enfermedades menos corrientes también afectan a la conducción. Entre éstas se encuentran:

— Síncope de la cavidad carótida, que causa la pérdida del conocimiento al girar el cuello en cierta forma, como al mirar atrás para retroceder.
— Ataxia locomotriz, con pérdida del dominio de pies y manos.
— Paresis o deterioro del cerebro, que desbarata el juicio y puede producir luego la demencia.
— Etc.

7. *Factores diversos*

Réstanos por señalar otros factores que pueden influir sobre las condiciones físicas del conductor.

Mac Farland, señala algunos de los factores que tienen una influencia desfavorable sobre la condición física de los conductores y, por ende, sobre la cifra de accidentes entre los cuales deben citarse:

1. La falta de ejercicio tan frecuente en los conductores que olvidan el valor fisiológico de la marcha y como consecuencia son más fácilmente víctimas de la fatiga y tienen más dificultad para recuperarse de ella.
2. El abuso de vinos y licores, cuyo efecto sobre la atención y sobre la memoria ha sido demostrado experimentalmente y que hace aconsejar el abstenerse de toda bebida alcohólica durante las dieciseis horas que preceden una tarea de conducción.
3. El uso exagerado del tabaco también ha sido señalado por ciertas reacciones neurovegetativas y por aumentar la sensibilidad ante el deslumbramiento.
4. Respecto al empleo de medicamentos ya se ha señalado su influencia nociva, aunque a veces aparentemente favorable, y como consecuencia, el que deban ser proscritos en un conductor profesional.
5. Se ha hablado también de la influencia que puede tener el tipo de alimentación de una concentración demasiado elevada en proteínas y de la falta de elementos vegetales y minerales.
6. Finalmente se ha recalcado lo que se llama «la adaptación emotiva».

16.3. **Obtención de pruebas de las enfermedades**

Hasta ahora le hemos ofrecido la descripción de las características de algunas enfermedades para que tenga una idea de cómo afectan al conductor, para que pueda reconocerlas y para que obre de acuerdo con ellas. Cuando sospeche que un conductor, en el momento del accidente, pudiera sufrir los efectos de una enfermedad crónica, tenga la precaución de averigurar si están informadas de tal

si el vehículo está acondicionado para dormir viajando, puede indicar un estado de fatiga, las actitudes del conductor pueden quedar insinuadas si su coche va equipado con tubos de escape de fantasía o si presume de la potencia del motor o lleva etiquetas o signos llamativos pegados en el coche; el sistema de expulsión de gases averiado puede dar indicios de monóxido de carbono; y si el coche lo ocupan jovenzuelos juerguistas, pueden ser la causa de distracciones.

b) *El plan de viaje* puede sugerir cansancio por el prolongado periodo de contínua conducción; la intoxicación puede vislumbrarse por los motivos, horas y lugares visitados, la enfermedad o estado de salud si el conductor va o viene de una clínica para su tratamiento; manías y actitudes de velocidad por la hora y distancia del recorrido y distracciones por el propósito del viaje.

16.4.3. *Observación*

El reconocimiento de estas pistas es mayormente una cuestión de observación. Estudie profundamente los accidentes que no queden suficientemente explicados por las condiciones de la carretera, del tráfico o del vehículo. Si una o varias claves diferentes apuntan a una misma condición, su probabilidad como factor contribuyente, desde luego, aumenta en gran manera.

16.4.4. *Concurrencia de factores*

Cuando quiera que una pista guíe a una condición del conductor, considere si la misma pudo haber contribuído el accidente y en qué medida. Si las circunstancias del accidente son de tal suerte que la condición del conductor es una posibilidad, o aún más, es una probabilidad, procúrese información que la confirme.

Gran parte de la información que corrobora la condición del conductor dimana de él mismo. Y la mayor parte de los restantes informes se adquieren a través de los testigos que conocen al conductor. También puede conseguirse algo en los ficheros de la Policía, de las Jefaturas de Tráfico y fuentes facultativas. De aquí que sea de gran importancia el interrogatorio de conductores y testigos. Es preciso un interrogatorio extremadamente hábil para encontrar una condición que un conductor desea ocultar a todo trance. No le acuse de alguna condición ni le solicite que le relate algo referente a ello. Este procedimiento quizá le fuerce a mentir, mientras que obrando con tacto puede que le diga la verdad. Es mucho mejor solicitar su ayuda empleando alguna sutileza que suscite su interés. Por ejemplo, podría preguntarle: «Estoy intentando encontrar los motivos que pudieron obligarle a efectuar lo que parece que ha hecho, ¿quizás se encontraba usted indispuesto?».

enfermedad las autoridades que conceden los permisos de conducción. En los accidentes graves en que no tenga la seguridad de semejante condición, interrogue al doctor que cuida del herido, o investigue en los antecedentes médicos del interesado siempre que tenga una oportunidad.

16.4. **Forma de llevar a cabo un interrogatorio**

16.4.1. *Condiciones del conductor y del peatón*

Las condiciones del conductor y del peatón que contribuyen a los accidentes son generalmente enigmáticas. Muchos conductores ni siquiera reconocen ciertas condiciones propias, tales como trastornos sentimentales, malas costumbres de conducir y hasta defectos de la vista que pueden contribuir a un accidente. Los conductores y sus familiares y amistades, generalmente ocultan o por lo menos no revelan ciertas condiciones que afectan al comportamiento. Suelen echar un velo a todo lo que se refiere a epilepsia, demencia, numerosos accidentes previos, dolencias del corazón y muchas otras circunstancias que de uno u otro modo repercuten en la conducción.

16.4.2. *Claves de reconocimiento*

No obstante, la mayor parte de condiciones de los conductores se ponen al descubierto, sabiendo reconocer ciertas claves y datos que confirman o contradicen tales condiciones. En las páginas precedentes ya hemos tratado ampliamente de estas claves. Vamos a dar un repaso a algunas de ellas.

a) *Las circunstancias del accidente sugieren ciertas posibilidades y descartan otras.*

Siempre hay que tener en consideración los defectos evidentes, por ejemplo, la falta de un brazo.

Son claves importantes el aspecto normal del conductor o del peatón y sus actos después del accidente. Si le es posible, trate de encontrarles una explicación. Si el conductor ha resultado lesionado o incluso si denota un pánico excesivo, quizá podrá hallar una explicación de su conducta. Explore en el sentido de intoxicación, medicamentos, enfermedad y estado emocional. Los conductores demasiado jóvenes o muy viejos son más propensos que los demás a tener defectos de personalidad.

Las condiciones del vehículo y de su contenido pueden sugerir alguna condición defectuosa; por ejemplo, unas botellas vacías pueden apuntar una intoxicación;

La anterior conducta de una persona suele arrojar alguna luz que aclare la actual forma de comportarse. ¿El conductor ha sufrido con anterioridad algún accidente? ¿De qué clase? De aquí puede usted hacerse una idea de si determinada condición le causa a un conductor frecuentes dificultades. ¿Se halla en manos de algún médico?. Unos ejemplos de las encuestas que pueden efectuarse es interrogando acerca del plan de viaje, hora y lugar de salida y el supuesto momento y punto de destino.

Los conductores suelen recordar muy poco de lo que estaban haciendo o cómo se sentían momentos antes de un grave accidente. Los acontecimientos más recientes los borran de la memoria. Las tentativas de aguijonear o forzar la memoria en estas condiciones generalmente da por resultado que el conductor asienta más o menos en lo que usted le insinúa, pero no vale para que le dé una información veraz. Por esto, si su conjetura es errónea y el conductor admite que lo que usted opina es posible porque no puede recordar nada en contra, se engaña usted mismo. Por consiguiente, en tales accidentes quizá no valga la pena de proseguir investigando con el fin de confirmar sospechas de distracciones y especialmente de si el conductor pudo quedarse dormido. Algunas veces puede conseguir alguna información procurando que el conductor le cuente algún hecho que recuerde claramente y que luego recapacite en lo que hizo, observó o pensó al llegar al lugar del accidente.

16.4.5. *Distracciones*

En muchos casos el conductor le confesará, si se encuentra en condiciones, alguna distracción ocasional, como la picadura de una abeja, pero muy raramente admitirá distracciones como el haber puesto la atención en una chica guapa o en un anuncio o haber encendido un cigarrillo, cuando su deber era atender a la conducción.

16.4.6. *Preguntas tipo*

Hay ciertas preguntas que son particularmente útiles para ver si un conductor está bien orientado, es decir, si sabe donde se encuentra exactamente, si está relativamente alerta, y si es suficientemente listo para resolver situaciones normales; son las siguientes:

— ¿Dónde se encuentra ahora?
— ¿Por qué se halla usted aquí?
— ¿Qué hora es?

Si puede responder rápida y correctamente estará bien orientado.

16.4.7. *Informe técnico*

La anotación de los informes acerca de la condición del conductor es muy importante si más tarde hay que analizar el accidente o puede promoverse un juicio. Las observaciones y contestaciones referentes a una posible intoxicación se redactan más fácilmente en un formulario parecido a las hojas complementarias de los informes sobre el terreno. Los resultados de los análisis y pruebas especiales tendrán que anotarse en otras hojas aparte, cuando los partes que emplean los Hospitales y otros departamentos son apropiados para los informes de médicos y químicos sobre las diversas pruebas de intoxicación.

16.4.8. *Requisitos legales inherentes al permiso de conducción*

En relación con la investigación de accidentes, tiene la oportunidad de descubrir fácilmente si el conductor satisface los requisitos legales necesarios. Aunque éstos no tengan comúnmente una relación directa con el accidente, pueden arrojar alguna luz sobre la condición y personalidad del conductor.

16.4.9. *Consideraciones prácticas*

El conducir siendo menor de edad puede salir a relucir en los accidentes en que están implicados conductores muy jóvenes. Esta condición puede sugerir una falta de pericia.

Todos los conductores han de tener permiso de conducción, y para demostrarlo tienen que estar en posesión de dicho permiso siempre que conduzca un coche. Si no disponen de tal documento, por supuesto que no cumplen un requisito legal, pero puede significar además que el conductor carezca de permiso, o ha permitido que expire el plazo de revisión, o, incluso, puede dar a entender que lo tiene retirado, bien por Orden Gobernativa, bien por Sentencia Judicial.

- Examine cuidadosamente el permiso para determinar si es válido.
- Compruebe si en el permiso figuran algunas limitaciones para conducir. Puede hallar en él impedimentos físicos que de otro modo podrían pasarle inadvertido. ¿Maneja el conductor el coche de acuerdo con aquellas restricciones?
- El hecho de que un conductor esté en posesión de un permiso de conducción, no demuestra que esté cualificado para conducir en aquel momento. Hay que comprobar si el permiso se encuentra en vigor.

CUADRO 16.10

Esquema de conocimientos y aptitudes necesarios para conducir

	Conocimientos: Información sobre	Aptitudes: Hábitos de
1. Vehículos.	**Mandos:** Palancas, pedales, volante, botones, manivelas, conmutadores, cerrojos. **Instrumentos:** Cuentakilómetros, indicadores. **Servicios:** Combustibles (gasolina, aceite), agua, aire, anticongelantes. **Emergencias:** Manejo de neumáticos, motor, luces y otras averías. **Conducción:** Congestionamientos, visibilidad obstruida, proyecciones.	Controlar el vehículo. Aptitud necesaria para conducir por una zona extensa y llana. Arranque en llano y pendiente. Paradas cuesta arriba y cuesta abajo. Retroceso. Volante (manejo). Aparcamiento. Vigilancia de instrumentos.
2. Carretera, incluyendo señales de dirección y condiciones de luz y atmosféricas.	**Estado del firme:** Deslizamiento, rugosidad, baches, nieve, barro y arena. **Trazado:** Cuestas, curvas, pasos elevados. **Espacio:** Arcenes, bordillos o encintados, barreras de protección, puentes, túneles, setos, baches y bombeo. **Señales:** De velocidad, de trazado, estado del firme y espacio; señales de dirección e itinerarios; señales de desviación y aviso de obstáculo. **Visibilidad:** Luz natural y artificial; factores atmosféricos que reducen la visibilidad, deslumbramiento (no por faros frontales). **Obstáculos:** Animales, barricadas, obras, etcétera. **Comportamiento del vehículo en la carretera:** Qué es lo que produce el deslizamiento y qué se puede hacer al respecto.	Conducir el vehículo por las carreteras sin ningún tráfico. Atención a las condiciones de la carretera y resistencia a la distracción. Evaluación previa de los posibles riesgos de la carretera. Control de velocidad en curvas, pendientes, firmes especiales y condiciones de luz. Emergencias: deslizamiento, frenazos bruscos.

(J. S. Baker)

CUADRO 16.10 *(Continuación)*

Esquema de conocimientos y aptitudes necesarios para conducir

	Conocimientos: Información sobre	Aptitudes: Hábitos de
3. Tráfico, incluyendo dispositivos de control de tráfico y peatones. Actitud con los otros usuarios y de acuerdo con las normas de la carretera.	**Posición:** Conducción a la derecha; adelantamientos; preparación y ejecución de giros; aparcamiento. **Prioridad de paso:** En cruces con semáforos; en cruces sin señalizar; en pasos de peatones; giros a izquierda; accesos. **Velocidad:** Entrada desde un acceso; ante señales «stop»; con tráfico denso. **Espacio:** Distancia de respeto (entre vehículos); adelantamientos; entrada en banda después del adelantamiento. **Visual obstruida:** Esquinas ciegas; lomas, otros vehículos. **Parada, detención y aparcamiento:** Lugares prohibidos, disposiciones al efecto. Señales que indican las condiciones del tráfico y las restricciones de aparcamiento. **Señales:** Preaviso de parada, giro, adelantamiento y para peatones. Comportamiento del conductor y el peatón, especialmente en embotellamientos y emergencias. **Medidas de seguridad:** Entrada en el vehículo y salida del mismo.	Evaluación previa de posibles riesgos, especialmente respecto a visual obstruida. Control de velocidad en puntos que el tráfico puede convertir en peligrosos. Atención a los vehículos circundantes, especialmente en cruces, los que circulan detrás, los aparcados, así como los peatones que circulan por la calzada o cerca de ella. Anticipación de posibles movimientos de otros vehículos y peatones. Distancia de respeto entre vehículos, en adelantamientos y al recuperar la banda después de adelantar, así como respecto a peatones. Señales a otros conductores y a peatones. Paciencia ante las demoras y las interferencias de tráfico. Posición en la carretera con o sin tráfico.
4. El propio conductor.	Limitación de facultades.	Compensación a la limitación de facultades.

CAPITULO XVII

ESTUDIO DE LOS INDICIOS EN LA VIA

17.1. Justificación

¿Qué es lo que hay que buscar en la carretera? Las marcas en la carretera contribuyen a la aclaración de lo que sucedió. Muchos investigadores confían que alguien les explique lo que ha ocurrido y por consiguiente dejan de observarlo por sí mismos. En algunos accidentes mortales no queda nadie que pueda contar lo que sucedió. En otros, los conductores o peatones implicados no saben realmente lo que ha sucedido y lo que dicen se funda mayormente en la imaginación; y a veces incluso tratan de ocultar la verdad. Todo lo que se logre saber tiene que ser a base de la propia observación. El éxito de la investigación depende casi siempre del esmero con que sepan buscar y encontrar huellas en la carretera.

Todos los accidentes de los vehículos motorizados dejan alguna señal física de lo que ha ocurrido. Pueden ser los daños causados a un vehículo, las lesiones a un peatón o marcas en la calzada. Todas estas señales materiales serán irrefutables si se saben descubrir o interpretar correctamente. Claro que muy raras veces podrán explicar todo lo que ha tenido lugar en un accidente, *pero, con frecuencia complementan las declaraciones de los testigos y personas afectadas, prueban o desmienten teorías de lo ocurrido y marcan el rumbo de una ulterior investigación.*

Algunas de las huellas que dejan los accidentes en la escena son tan evidentes que todo el mundo las ve y comprende. Sin embargo muy pocos de los que las han contemplado podrán contar algo de ellas poco después. Desde luego, vieron huellas de deslizamiento, ¿pero fueron remarcadas por las cuatro ruedas o solamente por dos? También vieron unos restos, pero ¿indicaban dónde ocurrió la colisión o donde vino a parar uno de los vehículos? No es suficiente que el investigador eche una mirada superficial sobre las marcas de la calzada. Tiene que examinarlas detenidamente por si hay marcas disimuladas, como por ejemplo, rodaduras, estrías, salpicaduras y otras señales perecederas que muy pronto pueden que-

dar borradas. Si las huellas son importantes o complicadas, no fiarse de su memoria para describirlas más tarde y por lo tanto tendrá que registrarla por medio de fotografías o mediciones o por ambos sistemas.

Las páginas siguientes contienen descripciones de las diferentes clases de huellas que los accidentes dejan en la calzada. Hay muchas variedades en cada una de estas siete clases. Para facilitar la comprensión de cómo se hacen estas marcas, y lo que significan, daremos también una breve explicación de como se comportan los vehículos y los neumáticos en la carretera, aunque más extensamente se habla de dicho tema en el capítulo dedicado a neumáticos.

CUADRO 17.1

Tipos de marcas dejadas en las carreteras en los accidentes

MARCAS QUE NO SON DE NEUMATICOS
RESIDUOS
1. Residuos debajo del vehículo: Suciedad, pintura, óxido, alquitrán, etc. 2. Partes del vehículo: Grasa, piezas de la carrocería, piezas del chasis, neumáticos. 3. Fluidos del vehículo: Refrigerante, aceite, fluido del freno, fluido de la transmisión, ácido de la batería. 4. Cargas líquidas. 5. Cargas sólidas. 6. Otras cargas. 7. Materiales de carretera. 8. Ropas. 9. Sangre: De persona o animal.
DAÑOS U OBJETOS EN LA CARRETERA Y DIVERSAS MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO
1. Objetos rotos. 2. Objetos rozados. 3. Barreras o vallas rotas. 4. Señales de resbalones de peatones. 5. Socavones en la carretera o nieve. 6. Montones de basura o nieve. 7. Huellas de pies.
MARCAS DEJADAS POR PARTES METALICAS SOBRE EL PAVIMENTO
1. Arañazos. 2. Rozaduras en la superficie. 3. Astillas en el pavimento. 4. Fragmentos en el pavimento. 5. Surcos en el pavimento. 6. Acanaladuras en material blando.

17.2. **Restos**

Restos es la acumulación de fragmentos de vehículos, escombros, polvo y otros materiales que una colisión deja en el escenario del accidente. Existen siete variedades, cada una de las cuales tiene su propio significado:

1. Residuos de la parte inferior del vehículo (también llamados «Restos de la infraestructura»).
2. Partes o piezas del vehículo.
3. Fluidos del vehículo.
4. Cargamento líquido.
5. Cargamento sólido.
6. Materiales de la carretera.
7. Sangre y ropas.

Los residuos del accidente son de la mayor utilidad para localizar el punto de conficto, pero a veces también ayudan a identificar un vehículo que ha huido de la escena.

Si estos residuos están casi todos concentrados en un área de dos metros de diámetro, la colisión tuvo lugar en esta área, y probablemente el coche o coches no se apartaron mucho de ella después de la colisión. Cuando un coche choca con un objeto fijo, como un poste o un árbol, los restos se dispersan desde aquel punto en la dirección de la marcha del vehículo, pero casi nunca a mucha distancia. Esta distancia será mayor cuanto mayor sea la masa del objeto, pues al tener mayor masa, su cantidad de movimiento es mayor (ver capítulo dedicado a dinámica, Nociones de física).

17.2.1. *Residuos de la parte inferior de los vehículos* (Fot. 17.1)

Por residuos de la infraestructura, se entienden el barro, polvo, hollín, pintura y alquitrán de la carretera que se desprende por la parte inferior del coche, parachoques, guardabarros, chasis y otras partes por el roce, golpe o sacudida violentas de estas partes en la colisión. *Si estos materiales no están derramados, sino más bien amontonados, se puede tener casi la seguridad de que en este punto tuvo lugar la colisión con las partes más dañadas del vehículo*, como se observa en la figura número 17.I. Esta concentración de restos infraestructurales ocurre únicamente en las colisiones en que los vehículos se separan poco, después del encontronazo. Algunas veces, los restos no se concentran en un sitio sino que principalmente quedan esparcidos en la dirección de la marcha de los vehículos. *Los vehículos al colisionar se hallaban sobre el sitio de la máxima concentración de los despojos o muy cerca del mismo*. Esta clase de restos de poca consistencia fácilmente los dispersan los vehículos que circulan sobre ellos, la gente que deambula por allí, o incluso la lluvia o el viento (Fot. 17.2).



Fot. 17.1.— Restos de la Infraestructura.

En ciertos accidentes al colisionar los vehículos, quedan detenidos o siguen marchando lentamente un corto trecho; en estos casos, las materias acumuladas debajo de los guardabarros al desprenderse, se depositan en las estrías de la superficie de rodadura de la mitad superior del neumático. Cuando el vehículo es apartado del lugar de la colisión, este poso quedará en la superficie de la calzada como un depósito o impresión de un neumático cada vez que el neumático dé una vuelta.

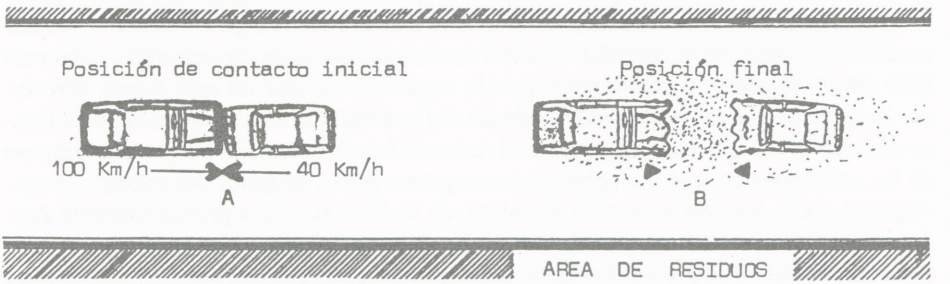


Fig. 17.1.— El contacto inicial puede estar lejos del área de residuos inferior externa, si durante la colisión uno de los vehículos empujó al otro fuera de la posición inicial de contacto. Los residuos desparramados en A no se detienen hasta alcanzar el suelo en B.



Fot. 17.2.— Los restos de infraestructura han sido pisoteados y desfigurados. La fotografía debió hacerse antes.

De esta forma puede conocerse el curso que siguió el vehículo después de la colisión. Pueden darse una serie de estas marcas o impresiones. Si están formadas con este carácter de repetición, cada nueva impresión será menos acentuada y la distancia entre las huellas cada vez menos claras representará una nueva circunferencia descrita por el neumático que las marcó. Algunas veces pueden confundirse con patinaduras discontinuas o brincos, pero son fácilmente diferenciables mediante un meticuloso examen, incluso en las fotografías, porque en ellas se pueden observar las huellas de las estrías de la cubierta, que van quedando impresas por el sedimento de materias desprendidas.

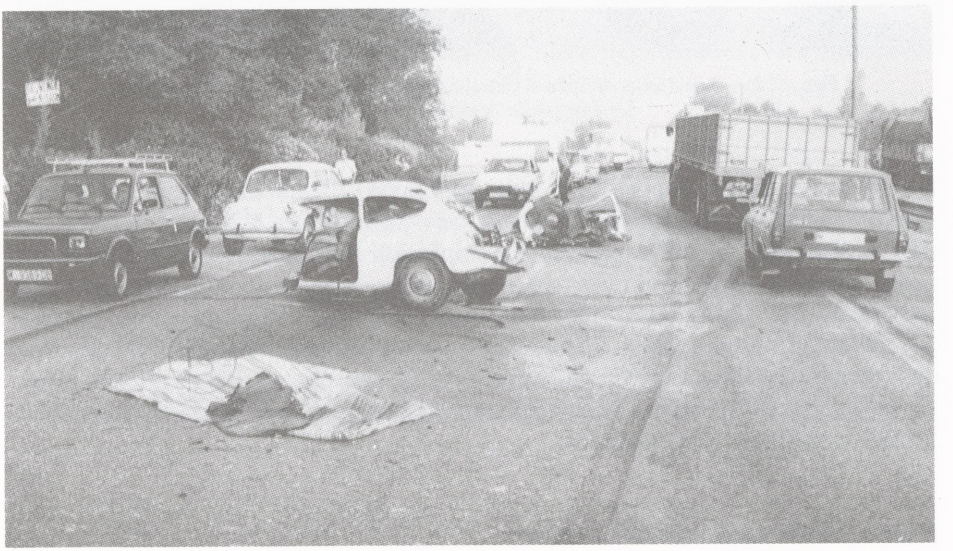
17.2.2. *Partes o piezas del vehículo*

Partes del vehículo son restos que se desprenden de él, al romperse en la colisión. Pueden caer junto con los residuos del chasis, pero en general, quedan mucho más desperdigados. Los trozos de cristal y de metales, especialmente, pueden soltarse y ser arrojados a algunos metros del punto de la colisión, o pueden saltar o romperse durante el trecho que recorre el vehículo después de colisionar. Algunos accesorios duros pueden rodar, resbalar o rebotar. Se han encontrado a veces tapacubos a una distancia de 250 metros del lugar de la colisión. La dispersión de

los destrozos puede señalar la senda por la cual un vehículo rodó o resbaló después de colisionar, pero pueden marcar igualmente el curso que siguió el vehículo después de ser remolcado apartándolo del sitio de la colisión. De aquí que los restos de un vehículo no son tan útiles como los escombros de la infraestructura para localizar el punto de conflicto del accidente.

(Ver fotografía 17.3.)

Los trozos de vehículos hallados a considerable distancia del punto clave del accidente no son por regla general tan importantes como se cree. En algunos casos ciertamente tienen importancia y tienen bastante fuerza para demostrar cual fue el punto de la colisión, pero existe también la posibilidad de que hayan rodado o resbalado por una cuesta abajo o caído en una zanja, o que algún espectador los haya recogido y luego los haya arrojado fuera de la carretera. Si algún testigo, durante su investigación, le advierte de algún objeto perteneciente a un vehículo, localícelo en el croquis provisional del terreno. Las partes del vehículo clavadas o colgando de postes, árboles, barreras, etc. casi siempre son indicios significativos de la posición o curso del vehículo durante el accidente.



Fot. 17.3.— Partes o piezas de los vehículos.

17.2.3. *Fluidos del vehículo*

A veces se rocían o vierten fluídos de los vehículos en la carretera por la fuerza del choque, o son derramados allí por los tanques estropeados o volcados por la colisión.

Estos líquidos pueden ser de las clases siguientes:

1. El agua del radiador es la más corriente.
2. El que le sigue en frecuencia es el aceite del cárter.
3. Por fortuna no son muy frecuentes la gasolina ni combustible discal; los camiones cisternas están bien protegidos.
4. Fluidos de transmisiones automáticas de ciertos tipos de vehículos.
5. Líquidos de los frenos, de los que raramente suele haber gran cantidad.
6. Acidos de las baterías.

Estos líquidos en su mayoría, como el agua, tienen poca densidad y por tanto, tienen poca masa ($M = V \times D$).

Luego el desplazamiento que sufren tras la colisión es en la mayoría de las veces pequeño, lo que nos llevará a deducir en un gran número de ocasiones el punto de conflicto por la proximidad en que se encuentran los líquidos pertenecientes al vehículo.

(Ver fotografías 17.4 y 17.5).



Fot. 17.4.— Fluidos de los vehículos. Aceite del cárter.



Fot. 17.5.— Fluidos de los vehículos. Acido de la batería.

17.2.4. *Cargamento líquido*

Si la violencia de la colisión es suficiente para romper los recipientes de líquidos del vehículo, en aquel sitio quedará algún rastro de colisión. Las rociaduras son cualquier líquido procedente del vehículo o de su cargamento arrojado violentamente sobre el pavimento, sobre otros vehículos u otros objetos. Las salpicaduras son difíciles de ver, especialmente después que los restos o despojos han sido quitados. Algunas veces los fluidos del vehículo dejan un reguero de líquido derramado que va desde el punto de colisión hasta la posición final con lo cual queda bien clara la trayectoria del vehículo. Este goteo es todo el líquido del vehículo o de su cargamento que se derrama o cae sobre la carretera. El goteo puede ser una línea muy evidente, pero también puede ser unas gotas apenas visibles de metro en metro, o pueden formar grandes charcos.

Escape de líquido es el goteo que puede formar un charco y fluye o se escurre hacia la cuneta de la carretera. Estos derrames o charcos indican con toda precisión la posición final de vehículos o peatones pero en general no son muy importantes para localizar el punto clave. En las fotografías son mucho más fáciles de ver que los despojos desprendidos de la infraestructura del vehículo. Con frecuencia el tráfico que pasa sobre el líquido derramado por el vehículo, lo recoge con los neumáticos y va marcando rastros, dejando impresiones de los mismos en la dirección de la marcha de la circulación. Si el derrame tiene la suficiente amplitud

para humedecer toda la circunferencia del neumático, la huella que deja es continua y puede ser interpretada como unas patinaduras. Pueden ser distinguidas de las patinaduras por la claridad de las marcas entrecruzadas del dibujo de la cubierta o porque muestran señales de alguna maniobra para dominar el vehículo. Estos grabados pueden ocultar interesantes huellas de patinazos y arrastres; de aquí que el investigador ha de procurar evitar que la circulación pase sobre los líquidos derramados hasta que haya examinado la superficie de la calzada detenidamente, por si hubiera patinaduras o derrapes.

La gasolina, el petróleo, la leche y otras muchas clases de líquidos transportados por camiones pueden dejar regueros. Pueden dejarlos las grandes cisternas o pequeños recipientes con diversas clases de líquidos que van sueltos en los vehículos. Si el escape es de importancia, puede inundar un gran sector borrando así muchas señales del accidente en la carretera, especialmente si se incendia o si es hollado por el tráfico restante.

La posición de la gasolina vertida ha de ser examinada rápidamente porque se evaporará en muy poco tiempo. El agua se secará al cabo de unas pocas horas. El aceite o las grasas permanecerán en el sitio unos cuantos días, particularmente cuando reblandecen el ligante de los pavimentos bituminosos.



Fot. 17.6.— Cargamentos sólidos.

17.2.5. *Cargamento sólido*

Cargamento sólido de un vehículo son los restos caídos o arrojados sobre la calle o carretera por la violencia de la colisión. Si se trata de material a granel como grava, cemento, cereales, fertilizantes, etc. suele quedar esparcido cerca del lugar de la colisión, al igual que los residuos de la infraestructura. A veces estos materiales pueden enterrar otras huellas importantes de la carretera. Tendrá que retirarlos con una pala o barrerlos por si debajo puede haber alguna muestra o indicio importante. Si el vehículo que transportaba el cargamento circulaba muy rápido en el momento de la colisión, el cargamento sólido puede salir despedido en la dirección de su marcha original y, por su propio impulso, pueden ir a parar muy lejos, más que los residuos desprendidos del chasis, al ser expelidos desde una posición más elevada. La carga pudo ir cayendo gradualmente mientras continúa marchando el vehículo después de la colisión, marcando con este rastro la senda del vehículo hasta su posición final. (Ver fotografías 17.6 y 17.7).

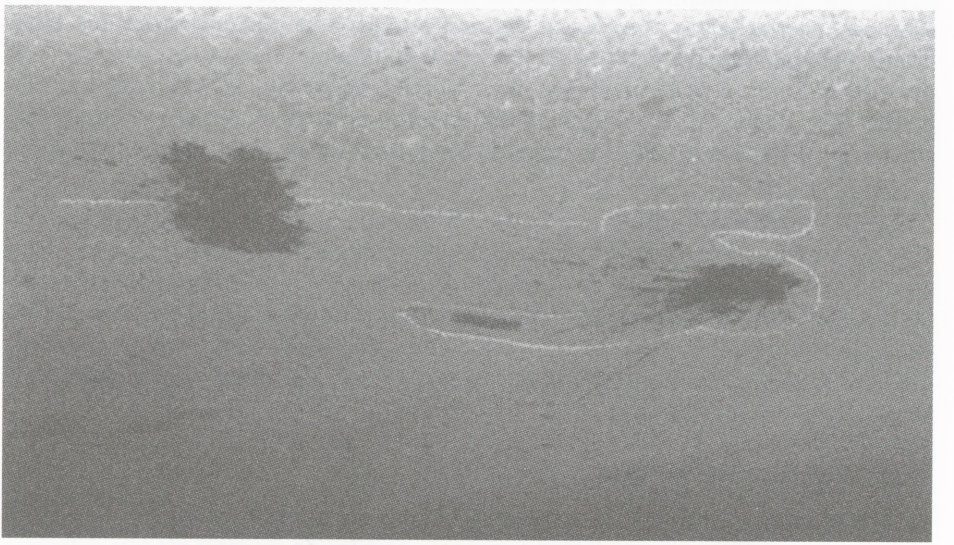


Fot. 17.7.— Cargamentos sólidos.

17.2.6. *Materiales de la carretera*

Materiales de la carretera son rastros arrancados por la colisión y esparcidos fuera del lugar en que se hallaban, de la carretera o de la calle. Esto puede suceder especialmente en pavimentos con grava o carbonilla. Igualmente puede ocurrir cuando el choque tiene lugar en el arcén de la carretera o en el lugar de una intersección en que se acumulan piedras o gravilla. Los materiales de la carretera, al desprenderse lo mismo que los demás restos, si sobre ellos se ejerce una fuerza considera-

ble, salen rebotando quedando desperdigados a alguna distancia y, por consiguiente, suelen carecer, en general de importancia para localizar el punto de la colisión. Pueden ser muy útiles para demostrar que un vehículo se encontró en cierto modo en el sector del cual procedieron aquellos materiales durante la colisión o inmediatamente después de la misma.





Fot. 17.VIII y *Fot. 17.IX.*— Sangre.

17.2.7. *Sangre y ropas*

La sangre puede localizar el punto en que fue a parar un herido o indicar el lugar donde se encontraba dentro de un vehículo. La sangre, igual que los demás líquidos, presenta los mismos problemas, pues puede escurrirse por una pendiente desde el punto donde ha sido derramada, pero no suele prestarse a tantas confusiones puesto que generalmente no aparece en tanta cantidad como los otros. La sangre sirve más para señalar el sitio hasta el que se arrastró una persona herida o el lugar donde fue abandonado un cadáver, que para determinar el lugar en que cayó después del choque. A cualquiera que haya movido un herido, si se le consulta, dirá donde lo ha colocado. La sangre de los heridos es también «resto» cuando cae, salpica o corre sobre la calle o la carretera de resultas de un accidente de circulación.

(Ver fotografía 17.8 y 17.9.)

Registre la localización de los restos. A no ser que hayan quedado tan alterados, como para desconcertarle completamente, localice los restos y charcos en el croquis provisional que haga de aquel sector. Al efectuar las fotografías de la escena del accidente procure captar todos los restos y huellas. El mejor sitio para el enfoque es desde el borde de la carretera o desde un mojón permanente y tomando medidas exactas, especialmente si los restos pueden ser útiles para identificar el punto clave del accidente.

17.3. **Daños a objetos fijos**

Los objetos fijos dañados en la carretera o en sus límites pueden ser vallas protectoras, barandillas, cercas, señales, postes, pretiles de puentes y otras estructuras por encima de la superficie de la carretera, que han quedado dobladas, rotas, melladas o raspadas, a consecuencia de un accidente automovilístico.

Los daños ayudan a establecer la senda de un vehículo, después de la colisión y también algunas veces a determinar la situación final del vehículo, incluso si ya lo han retirado del lugar de la escena.

La parte del vehículo que ha causado los desperfectos generalmente se puede determinar por las huellas que marca en el vehículo el choque especialmente en el caso de postes y árboles. Examine bien si en el vehículo hay pintura o algún trozo de corteza del poste o del árbol. El estudio de los daños en objetos fijos es muy útil en las colisiones entre dos vehículos para determinar los daños que no fueron producto de la colisión inicial.

Algunos objetos en la carretera como pilares de puentes o refuerzos de zonas protegidas muestran señales de colisiones diversas. En este caso el problema está en averiguar si los golpes o rozaduras las hizo determinado coche a determinada hora. Un examen meticuloso del coche es lo que le dará mejores resultados para poder comprobar este punto. Como es natural, ha de examinarlo a la altura lógica, desde el suelo. Por ejemplo, si hay indicios de que un vehículo ha golpeado una valla, compare las marcas que pueda descubrir en su pintura con las corres-

pondientes rozaduras o abolladuras en el vehículo. Por supuesto, las señales del vehículo tienen que estar a la misma altura que las mellas de la valla. Los coches aparcados han de ser tratados como objetos fijos. Tan pronto como le sea posible, reconózcalos, porque pueden ser retirados mientras se entretiene con otros aspectos de la investigación.

Hay ciertos expertos que de los daños infligidos a los objetos fijos pueden calcular la velocidad, pero no suelen ser muy precisos, sobre todo si no se anotan y miden cuidadosamente el tamaño y material exacto del objeto dañado y la exacta posición y naturaleza de los daños. De todas formas, por el cálculo del ímpetu y energía necesarios para efectuar los daños, únicamente puede lograrse una estimación aproximada de la velocidad que llevaba el vehículo antes del suceso clave.

Duración. El daño a los objetos fijos puede ser duradero o extremadamente fútil como en el caso de una rozadura en una recia barandilla. Cuando los daños son tan importantes que requieren una pronta reparación, durarán muy poco tiempo como indicación de lo que haya podido ocurrir. Los postes de servicios públicos suelen ser reparados o reemplazados el mismo día en que tiene lugar el accidente. Las vallas de propiedades también suelen repararse muy pronto. Por lo tanto, hay que examinar rápidamente los objetos fijos que han sufrido daños, si es que pueden ser de alguna utilidad. (Ver fotografía 17.10.)



Fot. 17.10.— Daños a objetos fijos.

17.4. **Marcas dejadas por partes metálicas sobre el pavimento**

17.4.1. *Arañazos*

Son marcas que al deslizarse, dejan sobre el pavimento partes del vehículo que no sean precisamente las ruedas. A veces se consideran como una variante de las huellas de deslizamiento debido a su gran parecido con ellas; otras veces se confunden con las limaduras del pavimento. Sin embargo, se pueden distinguir fácilmente mediante un detenido examen.

4.1.1. *Tipos de arañazos*

Dos clases de arañazos dejan los accidentes:

1. Ligero desgarro o desplazamiento forzado de materiales de la carretera por las partes metálicas del vehículo. En este caso se producen estrías o pequeños surcos de unos 15 milímetros de profundidad.
2. Restos de materiales del vehículo, la pintura y el hollín son los más comunes, pero el metal blando, como el aluminio, puede dejar también este tipo de arañazos.

Las combinaciones de estas dos clases son corrientes. Algunos arañazos son largos y estrechos. Pueden ser producidos por partes ligeras durante el máximo enganche; pero, generalmente muestran el lugar por donde se arrastró una pieza rota del vehículo después del desenganche. Con frecuencia, estas marcas se producen también durante las operaciones de remolque del vehículo en el lugar del suceso, sobre todo al empujarlo para reintegrarlo a la calzada y engancharlo a la grúa que ha de remolcarle. En pavimentos bituminosos son más profundos que en pavimentos de hormigón, cemento portland, especialmente en tiempo caluroso, cuando se reblandecen.

Estos arañazos son útiles para localizar la posición de un vehículo en el momento de una colisión, y sobre todo, el curso que siguió con posterioridad a la misma, porque estas marcas casi siempre son producidas por partes dañadas durante el choque. Son de gran valor para determinar, por ejemplo, dónde volcó un vehículo y si lo hizo en la carretera. Si un vehículo vuelca, los arañazos casi siempre lo hacen la carrocería, las molduras o los parachoques, si sigue moviéndose después de haber volcado. Si el vehículo ha sufrido grandes desperfectos y una o más ruedas se parten o desprenden ciertas partes del chasis, de debajo del motor, de la transmisión, del diferencial o de la suspensión, pueden dejar también estas marcas. Algunas veces, los ejes y muelles del árbol de transmisión, especialmente de los camiones, producen también arañazos, las llantas de las ruedas no los dejan con la frecuencia que mucha gente cree. El neumático desinflado impide que la

llanta establezca contacto directo con el suelo. Cuando las llantas dejan marcas, éstas no adoptan la forma de desgarrones bruscos, angulares, sino más bien de ligeras depresiones redondeadas. Si patinan lateralmente, las llantas dejarán raspaduras.

4.1.2. *Confrontación*

Si después de un accidente se localizan arañazos sobre el pavimento, conviene examinar el vehículo para comprobar qué partes del mismo acusan signos de haberlas producido. En colisiones violentas, suelen ser varias las partes del vehículo que rozan la superficie del suelo. Un detenido examen de estas partes permitirá realizar una confrontación de las mismas con los arañazos de la carretera. Conviene averiguar si hay resíduos de pintura en las marcas. Es fácil que los haya si la carrocería rozó contra el pavimento; sin embargo cuando las piezas de la parte inferior del vehículo, que casi siempre son negras, rozan un pavimento con ligante bituminoso, resulta difícil distinguir la pintura del coche del alquitrán o asfalto de la carretera. Los arañazos que hace la carrocería en el pavimento no suelen ser profundos; en general, adoptan la forma de una amplia serie de estrías más o menos paralelas. Los parachoques, topes de parachoques y piezas del chasis suelen dejar unas estrías finas y estrechas de unos cuatro milímetros de profundidad, con bordes afilados o partidos, y algunos residuos de material removido de la carretera. Los bordes redondeados de las llantas y algunas otras partes dejan unas marcas en forma de surcos muy superficiales, sobre todo en hormigón asfáltico, cuyo fondo parece estar pulimentado y los bordes lisos y llanos.

A menudo salen arañazos desde surcos o raspaduras más profundas, que discurren por el pavimento cierta distancia. Otras veces, son los arañazos los que desembocan en surcos o raspaduras más profundas en un corto trecho. Este tipo de marcas suelen producirse durante la colisión, en la que las partes rozan solamente unos cinco milímetros al principio, antes de que las fuerzas sean suficientemente grandes para labrar el surco; pero si las partes se desprenden o rompen, pueden arrastrarse y rozar el cemento en una longitud de varios metros.

4.1.3. *Dirección*

Algunas veces, aunque no siempre, se puede saber la dirección de la parte del vehículo que produjo los arañazos examinando detenidamente éstos. Conviene localizar la dirección del desgarro en el pavimento o del material desplazado del mismo, así como posibles manchas de materiales bituminosos. La dirección es difícil de determinar si los arañazos no son recientes. No conviene juzgar «a priori» la dirección de las marcas basándose solamente en la posición aparente de las mismas o en la mayor agudeza o claridad en sus extremos.

4.1.4. *Duración*

Estas marcas duran bastante. Normalmente son visibles durante semanas, y si son muy fuertes, pueden durar incluso años. Por lo general, son fáciles de fotografiar y suelen acusar un matiz más claro que el del pavimento. No es fácil encontrar arañazos visibles cuando lo deja un vehículo con los neumáticos inflados después de un accidente. Todo lo más, podrán localizarse los que dejan parte de la estructura como parachoques o topes de parachoques, rotos en la colisión y que se arrastran por el suelo sin mucho peso encima.

17.4.2. *Hendiduras*

Son depresiones o estrías profundas que se producen cuando el material del pavimento es excavado por partes fuertes del vehículo, generalmente bajo la presión de las intensas fuerzas que se desarrollan durante las colisiones. La principal diferencia entre estas hendiduras y los arañazos es su profundidad. Las hendiduras son más profundas y producen desconchamiento o desgarro de material en la calzada, mientras que los arañazos desgarran más superficialmente y desplazan el material a los lados. Un coche que patine por sí solo, raras veces dejará hendidura, pero en una colisión desarrolla, momentáneamente, una fuerza superior a su propio peso sobre el pavimento y, por consiguiente, puede dejar unas huellas más





Fot. 17.11 y 17.12.— Hendiduras.

profundas que si solamente hubiese patinado. Las hendiduras, pueden ser dejadas también por un eje de la transmisión que se desprenda o rompa mientras el vehículo está aún en marcha; también pueden producirlas las partes fuertes y duras del vehículo que golpean el pavimento después de un choque, salto o vuelco. (Ver fotografías 17.11 y 12.)

17.4.2.1. *Confrontación*

Las hendiduras pueden confrontarse con las partes del coche que las dejó mejor aún que los arañazos y raspaduras, porque para hacer las hendiduras en el pavimento se requiere que las piezas sean más pesadas y el desgaste o torsión más visible. Si son recientes, es fácil, en general, determinar su dirección examinándolas atentamente. Buscar la dirección del desplazamiento de los materiales del suelo.

17.4.2.2. *Tipos*

Buscar esta clase de hendiduras, en todas las colisiones en que se haya roto la suspensión de la rueda o desinflado un neumático a consecuencia del choque. Pueden dividirse en tres tipos generales:

1. *Cavidades que quedan en la carretera cuando se arranca parte del material de la misma.* Suele producirse en revestimientos superficiales bituminosos sobre adoquinado viejo, al borde de la calzada o a lo largo de las fisuras o grietas.
2. *Raspado.* Extensas raspaduras transversales en la dirección de marcha del vehículo, que labran los cantos anchos y afilados sobre el pavimento. La caja de la trasmisión y los elementos transversales del bastidor son las partes más propensas a dejar esta clase de marcas. Después de labrar una hendidura, el canto transversal sigue su desplazamiento lateral sobre el pavimento, dejando una extensa raspadura en la dirección de marcha y en toda su longitud. Estas marcas son útiles para localizar la dirección de marcha del vehículo.
3. *Estriado.* Estrías o ranuras largas, estrechas y profundas, labradas por pernos y otras piezas similares. Pueden alcanzar una profundidad de varios centímetros. Suelen ser más largas en la dirección de marcha que transversalmente. La sección transversal de una de estas marcas se corresponderá aproximadamente con las dimensiones y forma de la pieza que la produjo, por ejemplo, la cabeza cuadrada de un perno. Midiendo la anchura y la profundidad de la hendidura podrá realizarse la confrontación con la pieza. Estas marcas pueden empezar y terminar en un desconchado.

A veces estas marcas son arqueadas, lo cual demuestra que hubo rotación o torsión. Por tanto, permitirá localizar el lugar donde el vehículo comenzó a rotar

durante la colisión. A menudo, están rodeadas parcialmente de arañazos concéntricos dejados por otras partes del vehículo que rozaron la superficie con menos fuerza.

17.4.2.3. *Duración*

Este tipo de marcas durará hasta que sea reparado el pavimento. Son fáciles de fotografiar y, a veces incluso, de localizar en fotografías que no fueron hechas especialmente para reflejarlas.

17.4.3. *Raspaduras*

En realidad son arañazos anchos o un conjunto de pequeños arañazos. El material de la superficie de la carretera no es removido más de lo que es aplastado. Es menos fácil que se produzcan en firmes de hormigón de cemento portland que en los de hormigón bituminoso en los arcenes de la carretera. Suele ser difícil de localizar la dirección del movimiento de cualquier parte metálica que haya hecho la raspadura.

17.4.4. *Surcos*

Pueden ser labrados por partes metálicas del vehículo o por los neumáticos. Suele ser difícil determinar qué parte los hizo. Un modo de poder conseguirlo es examinar las posibles señales que pueda haber en el vehículo. Conviene medir estos surcos y así será más fácil poder confrontar estas medidas con las partes del vehículo que se supongan pudieron haberlos producido.

17.5. **Comportamiento de vehículos**

Para reconocer algunas huellas que dejan los neumáticos y partes metálicas en las carreteras es conveniente tener algunos conocimientos de como se comportan los vehículos y los neumáticos durante la acción evasiva en una colisión. Estos datos nos permiten interpretar el significado de la mayoría de estas huellas. Por esto vamos a efectuar una breve revisión de lo que sucede cuando vehículos y neumáticos resbalan o colisionan. Casi no hay nadie que no sepa algo de estos asuntos, pero son muy pocos los que han tenido la oportunidad de estudiar las pruebas que demuestran la conducta de vehículos y neumáticos bajo condiciones insólitas.

El comportamiento exclusivo de los neumáticos lo dejaremos para el capítulo dedicado exclusivamente a ellos. Hablaremos aquí del neumático como un todo, como una pieza más del vehículo que luego habrá que estudiar individualmente y con mucho detalle.

17.5.1. *Colisión*

Cuando un vehículo colisiona con otro o con un objeto bajo, la fuerza principal que lo frena está situada a nivel del chasis o del centro de las ruedas. Como el chasis y las ruedas no ceden fácilmente, se origina una gran fuerza en la colisión, muy superior a la que se produce en el pavimento al frenar. La parte inferior del vehículo decelera, mientras que la superior, por inercia, tiende a seguir avanzando; de este modo, al desplazarse súbitamente la carga desde las ruedas traseras hacia las delanteras, el vehículo se inclina hacia adelante. Como la fuerza de colisión es tan grande, todo el peso del vehículo puede desplazarse a las ruedas frontales y las ruedas posteriores pueden dejar de establecer contacto con el pavimento, como se parecia en las figuras número 17.II y 17.III. Momentáneamente, el peso sobre la parte delantera del vehículo puede superar prácticamente el peso total del mismo, ya que su masa es acelerada hacia arriba, del mismo modo que la fuerza que ejerce el cuerpo de una persona sobre el suelo puede ser superior a su peso al efectuar un salto en el aire. Si, como ocurre con frecuencia, la fuerza del choque rompe algunas partes del vehículo, por ejemplo, la suspensión de las ruedas, la intensa fuerza descendente producida en la colisión puede empujar las partes fuertes contra el pavimento. Esta fuerza basta para arrancar material de la superficie y marcar surcos, sobre todo si los coches siguen su marcha. Al separarse los vehículos después de la colisión, las piezas rotas pueden seguir arrastrándose sobre el pavimento, pero ya con menos fuerza, dejando solamente raspaduras.

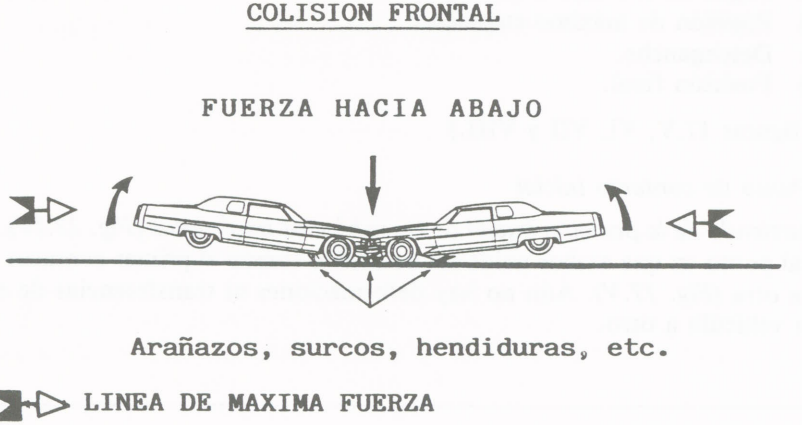
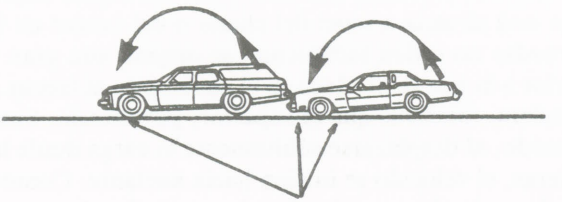


Fig. 17.II.— Si el centro de gravedad de los vehículos que chocan está situado encima del centro de resistencia ofrecido por las partes que chocan, como generalmente sucede, las partes superiores de los vehículos continúan aproximándose la una a la otra, después que las partes bajas son frenadas por el choque. Esto provoca que las ruedas traseras se levanten y que, por el contrario los extremos frontales se hundan y dejen huellas sobre el firme de la carretera, tales como estrías, etc. esto acontece durante la fase de «contacto máximo».

ALCANCE



Arañazos, surcos, hendiduras, etc.

Fig. 17.III.

Según el distinto tipo de choque o colisión que tenga lugar, o accidente de otra clase que ocurra, las huellas serán producidas de distintas formas. En ocasiones las huellas más importantes serán las de los neumáticos y según el tipo de accidente pueden no existir marcas de partes metálicas sobre la carretera.

Para identificar las marcas sobre la carretera con el momento de la evolución del accidente, conviene recordar lo que ya se dijo en el capítulo dedicado a dicha evolución y es que a partir del punto clave y dentro ya de la fase de conflicto, se producen unas situaciones perfectamente diferenciadas que son:

a) Punto de contacto o de impacto inicial.
b) Posición de máximo enganche.
c) Desenganche.
d) Posición final.

(Ver figuras 17.V, VI, VII y VIII.)

a) *Punto de contacto inicial*

Partiendo de la posición inicial de los vehículos implicados (Fig. 17.IV), se llegará al punto en que ambas unidades de tráfico toman el primer contacto la una con la otra *(Fig. 17.V).* Aún no hay deformaciones ni transferencias de energía de un vehículo a otro.



Fig. 17.IV.— Posición inicial.

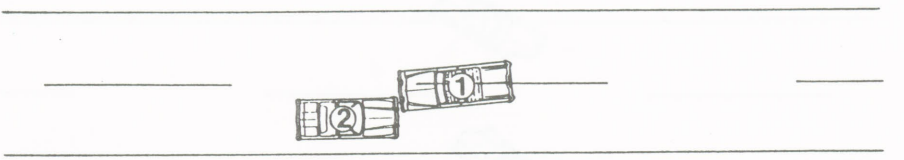


Fig. 17.V.— Punto de contacto inicial.

b) *Posición de máximo enganche*

Es el punto donde se produce la máxima penetración de una unidad de tráfico en otra o de una unidad de tráfico en un objeto rígido *(Fig. 17.VI).*

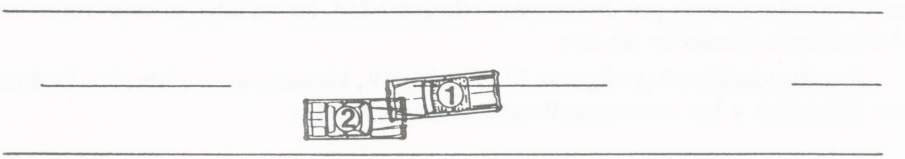


Fig. 17.VI.— Posición de máximo enganche.

c) *Desenganche.*

El punto en que se separan las unidades de tráfico una de otra o una unidad de tráfico de un objeto duro fijo después del enganche *(Fig. 17.VIII).*

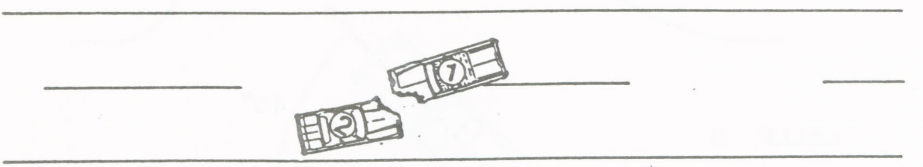


Fig. 17.VII.— Desenganche y derivación hacia la posición final.

d) *Posición final*

Punto en que quedan las unidades de tráfico en absoluto reposo después de la colisión. Todos los objetos adoptan la posición de máxima inmovilidad *(Fig. 17.VIII).*

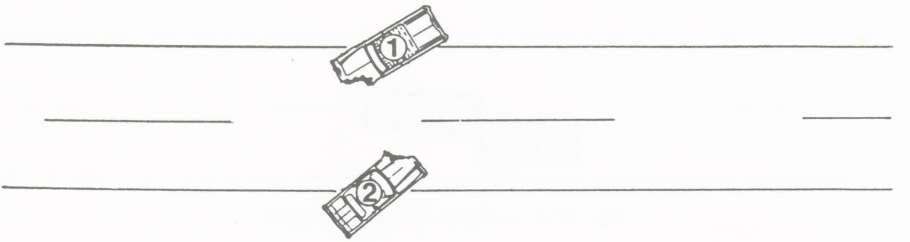


Fig. 17.VIII.— Posición final.

El comportamiento de los vehículos tras el accidente es muy distinto según sean las líneas de fuerzas actuantes. Si las líneas de fuerza pasan por los centros de gravedad, habrá unos desplazamientos de los vehículos en el mismo sentido de las fuerzas. Pero si no pasan por dicho centro de gravedad, habrá además unas rotaciones del vehículo alrededor de éste.

A continuación en las figuras 17.IX a 17.XV, veremos unos ejemplos de distintas colisiones y los correspondientes desplazamientos.

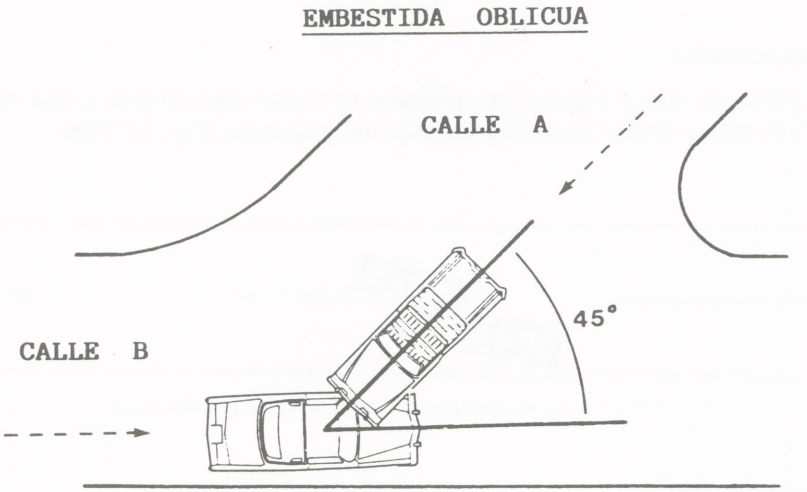


Fig. 17.IX.— Las líneas de fuerza no pasan por los centros de gravedad, produciendo movimiento de rotación.

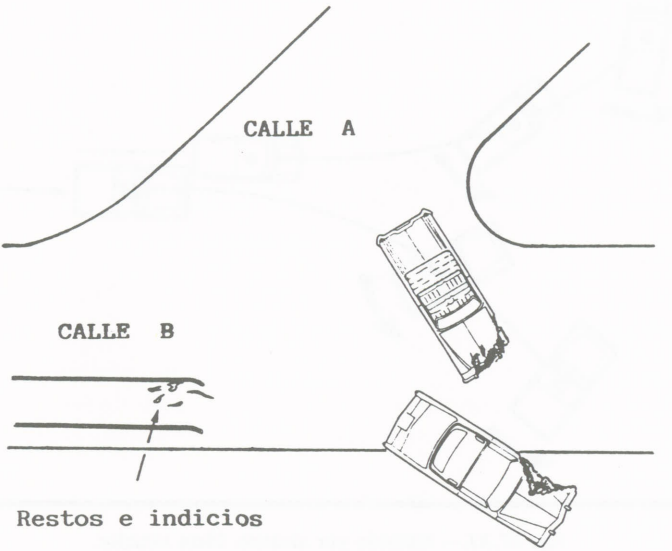


Fig. 17.IX bis.— Posición final.

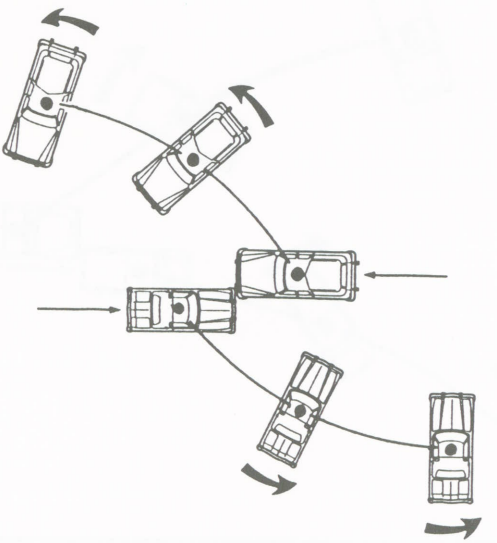


Fig. 17.X.— Colisión frontal excéntrica.

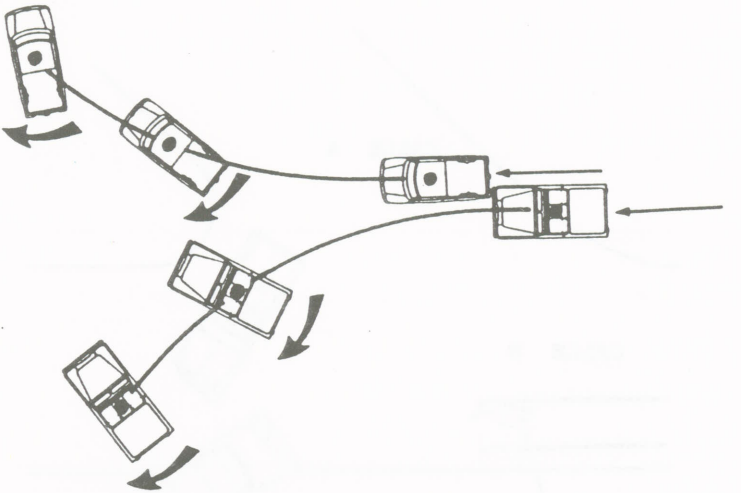


Fig. 17.XI.— Colisión por alcance. Idem anterior.

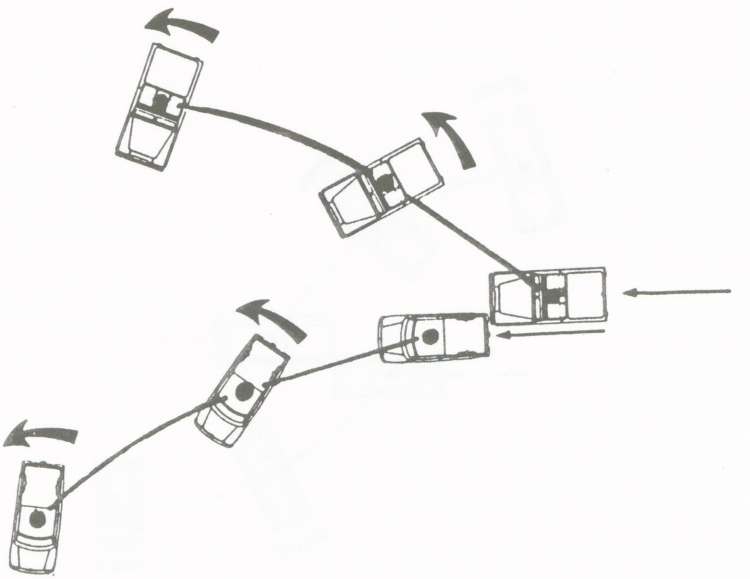


Fig. 17.XII.— Colisión por alcance. Movimiento de rotación.

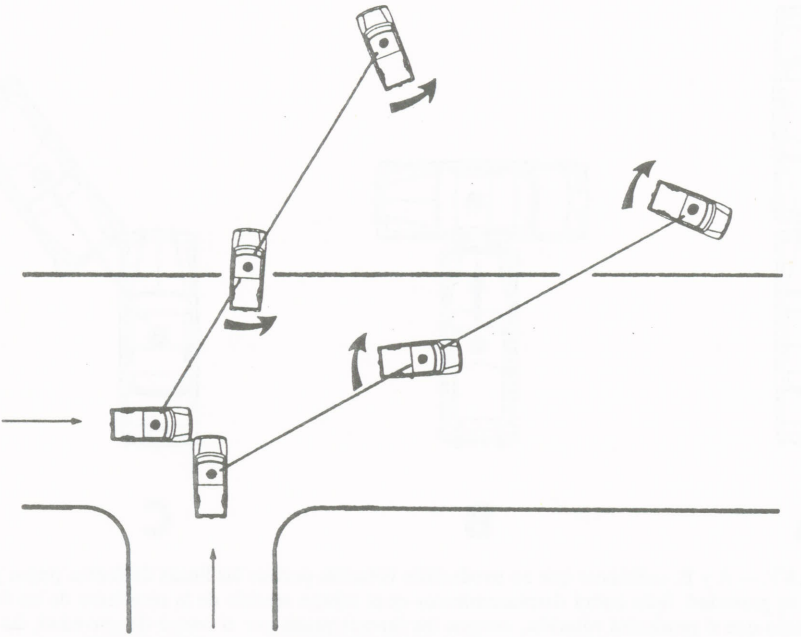


Fig. 17.XIII.— Embestida perpendicular delantera. Rotación.

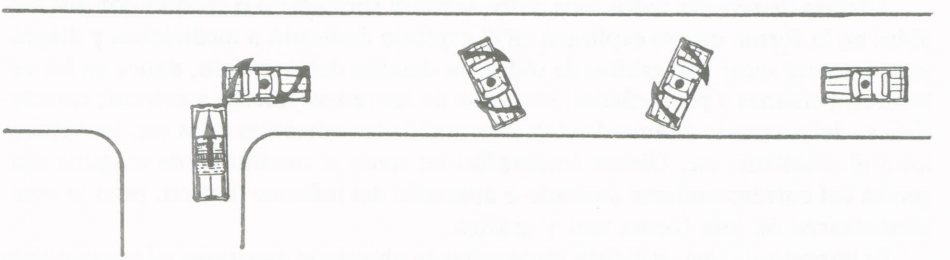


Fig. 17.XIV.— Embestida perpendicular trasera. Rotación.

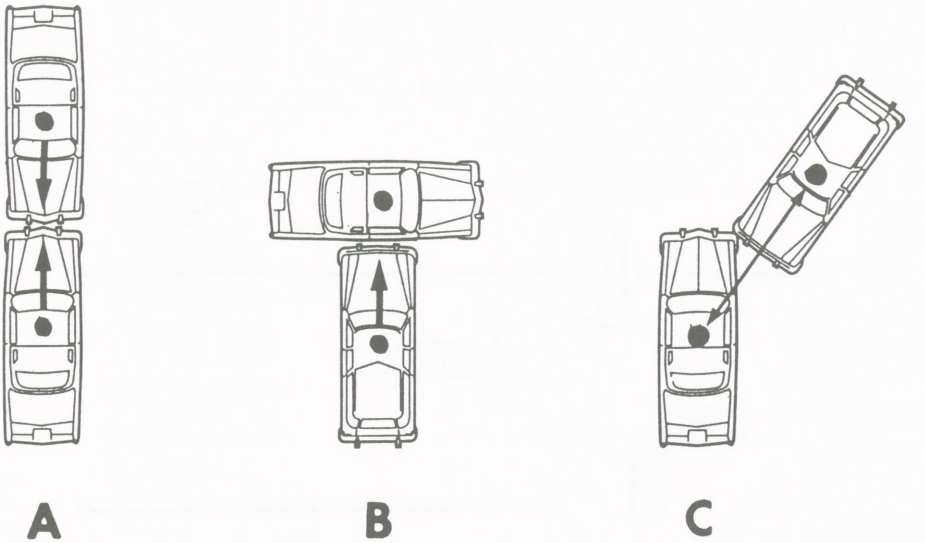


Fig. 17.XV.— A y B, colisiones que no producirán rotación porque las líneas de fuerza pasan por los centros de gravedad. Sólo habrá desplazamientos en el mismo sentido de la resultante de las fuerzas. C. Colisión que sí producirá rotación, aunque las fuerzas pasan por el centro de gravedad, las partes que contactan de los vehículos servirán de palanca para dicha rotación.

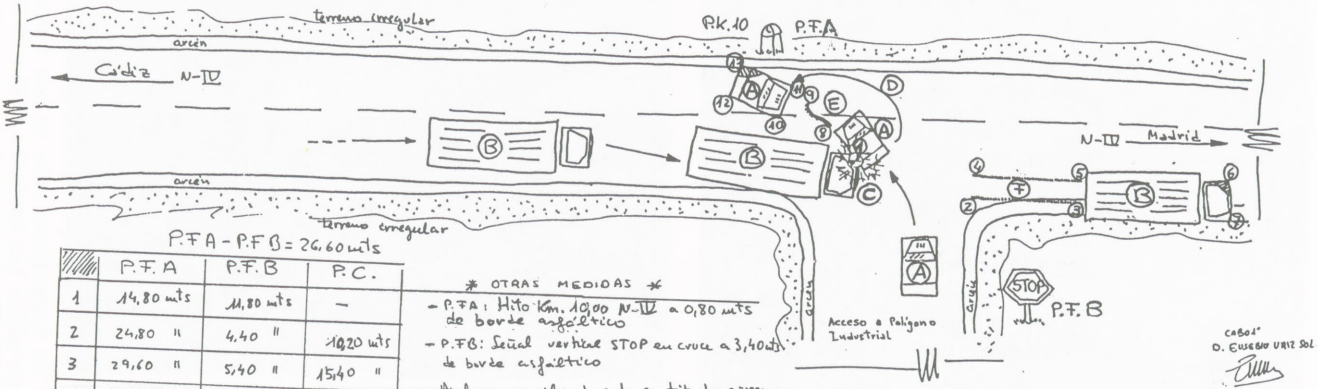
17.6. **Recogida, fotografiado, grabado, trasplante y medición de los indicios en la vía**

Al investigar el accidente, como ya se ha dicho anteriormente, es necesario observar todos los restos, señales, marcas e indicios en general existentes sobre la vía y anotarlos en algún formulario especial o en el croquis de campo con sus correspondientes medidas. (Ver figura núm. 17.XVI. No se debe en ningún caso confiar en la memoria.)

Además de recoger todos esos datos sobre el formulario o croquis con sus medidas en la forma que se explicará en el capítulo dedicado a mediciones y diagramas, interesa sacar fotografías de todos los detalles del escenario, daños en los vehículos, personas y propiedades; situación de los restos, huellas y marcas; características del escenario (tramo de vía); anormalidades existentes en la vía, los vehículos o el ambiente, etc. Dichas fotografías *no serán* el sustitutivo de ninguna diligencia del correspondiente atestado o apartado del informe técnico, pero lo complementarán de una forma real y gráfica.

Es importante que en dichas fotografías se observe el escenario tal como quedó tras el conflicto, con las menos modificaciones posibles. De ahí vuelve a deducirse

Accidente de circulación ocurrido a las 10.30 h. del día 11/06/90 en el Km. 10,00 N-IV (Madrid - Cádiz), término municipal de Villaviciosa (Madrid) partido judicial Madrid, consistente en colisión fronto-lateral entre el camión rígido Pegaso D-300 matrícula M-7652-DM y turismo Renault-11 GTD matrícula M-3513-FI del que resultó un herido GRAVE y daños materiales en los vehículos.



	P.F.A	P.F.B	P.C.
1	14,80 mts	11,80 mts	—
2	24,80 "	4,40 "	10,20 mts
3	29,60 "	5,40 "	15,40 "
4	24,00 "	5,60 "	9,60 "
5	29,20 "	7,40 "	15,20 "
6	33,80 "	10,80 "	19,70 "
7	34,00 "	10,20 "	19,80 "
8	11,40 "	15,00 "	3,40 "
9	9,60 "	17,20 "	5,30 "
10	6,80 "	20,00 "	8,30 "
11	6,60 "	20,20 "	8,40 "
12	4,00 "	23,40 "	11,60 "
13	3,40 "	23,60 "	11,80 "

* OTRAS MEDIDAS *

- P.F.A: Hito Km. 10,00 N-IV a 0,80 mts de borde asfáltico
- P.F.B: Señal vertical STOP en cruce a 3,40 mts de borde asfáltico
- Anchura carriles de cada sentido de circulación: 3,40 mts
- Anchura acceso a polígono industrial = 6,80 mts
- Anchura arcenes N-IV = 0,60 mts
- " calzada N-IV = 6,80 mts
- " vía N-IV = 8,00 mts
- Punto colisión a línea discontinua separación carriles: 1,60 mts
- Huella frenada derecha camión = 5,00 mts
- " " izda " = 5,40 mts
- Anchura entre huellas frenada = 1,40 mts
- Huella fricción de turismo = 2,40 mts

* OTRAS CIRCUNSTANCIAS *

- Cruce perfecta visibilidad, sin obstrucciones visuales
- Trazado a nivel, seco y limpio substancias deslizantes
- De día, buen tiempo, sin viento.

LEYENDA

(A) Situación inicial aproximada, trayectoria y posición final turismo R-11 GTD M-3513-FI

(B) Trayectoria aproximada, trayectoria en evasión y posición final camión Pegaso M-7652-DM

(C) Punto colisión ambos vehículos

(D) Trayectoria de giro sobre sí mismo de turismo R-11 tras la colisión

(E) Huella de fricción producida por el turismo tras la colisión

(F) Huellas de frenada producidas por camión pegaso tras la colisión

CABO 1º D. EUSEBIO URIZ SOL

Fig. 17.XVI.







Fot. 17.13, 14 y *15.*— Las huellas han de ser fotografiadas antes de que desaparezcan, se borren o desfiguren por el paso del tiempo o del tráfico. Las fotografías 17.13 y 17.14, muestran huellas que desaparecerán muy pronto, la huella de la fotografía 17.15 será más duradera.

la importancia de que el Equipo de Atestados haga acto de presencia en el lugar del accidente con la máxima celeridad posible.

El paso del tráfico sobre el escenario del accidente hará que desaparezcan o se desfiguren muchas de las marcas, restos e indicios. Las partes o piezas de los vehículos serán movidas del lugar en que quedaron, pisadas, troceadas y alteradas en todo. Los restos de la infraestructura de los vehículos serán esparcidas, pisadas y desfiguradas (Fotografía 17.2). Las huellas de neumáticos borradas o confundidas con otras al poco tiempo (Fotografía 17.13, 14 y 15). Antes de que esto suceda, el investigador habrá debido obtener fotografías de las mismas, medirlas y situarlas en su lugar correspondiente dentro del croquis general y recoger aquellas partes o piezas de vehículos que sean de interés para la reconstrucción del accidente como son: lámparas, ruedas, transmisiones, etc. para su posterior análisis por sí mismo o por técnicos cualificados en gabinete.

Los líquidos y grasas debe identificarlos con el correspondiente órgano de cada vehículo. De no ser así, recogerá muestra de la carretera y de los vehículos para analizarlos si con ello obtiene un resultado necesario. De las improntas dejadas por los neumáticos, puede obtener un molde en escayola esencial sobre todo en los casos de accidentes en que uno de los vehículos se ha dado a la fuga (Fotografía 17.16). Igualmente debe obtener muestras de los restos de pintura dejados por el vehículo fugado sobre el que queda en el escenario o en las personas atropelladas. Restos de tulipas de los sistemas de alumbrado y señalización, faros, etc. deben ser igualmente recogidas para averiguar el tipo de coche, marca y modelo.



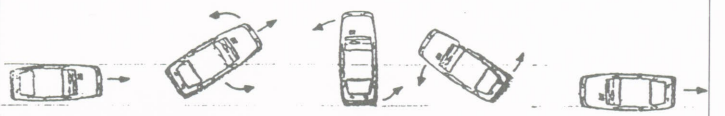
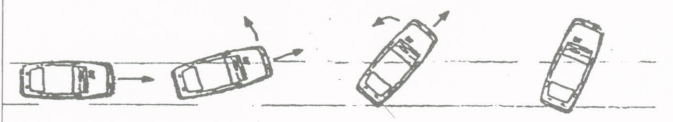
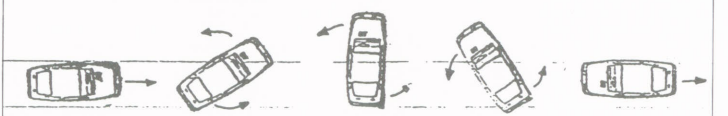
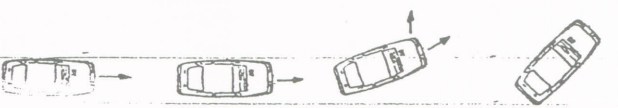
Fot. 17.16.— Molde obtenido en escayola de la impronta dejada en el suelo por el neumático de un vehículo. Puede verse clase de neumático, dimensiones, estado y profundidad del dibujo.





Fotografías 17.17 y *18.*— Fotografías obtenidas de la posición final en que quedaron los vehículos tras el accidente antes de ser movidos.

CUADRO 17.2

RUEDAS BLOQUEADAS	COMPORTAMIENTO VEHICULO
① TRASERAS	 Giro en redondo y marcha atrás
② DELANTERAS	 Recto. Distancia de parada mayor
③ LATERAL IZQUIERDO	 Gira hacia lado bloqueado
④ LATERAL DERECHO	 Gira hacia lado bloqueado
⑤ TODAS MENOS UNA DELANTERA	 Igual que ① con giro hacia lado bloqueado
⑥ TODAS MENOS UNA TRASERA	 Poca influencia. Leve giro a lado bloqueado

COMPORTAMIENTO DE VEHICULOS ANTE BLOQUEO DE RUEDAS

CAPITULO XVIII

ESTUDIO DE LOS INDICIOS DE LA VIA (II)

18.1. Comportamiento de ruedas y vehículos (II)

Para reconocer algunas huellas que dejan los neumáticos en las carreteras es conveniente tener algunos conocimientos de cómo se comportan los vehículos y los neumáticos durante la acción evasiva en una colisión. Estos datos nos permiten interpretar el significado de la mayoría de estas huellas. Por esto vamos a efectuar una breve revisión de lo que sucede cuando vehículos y neumáticos resbalan o colisionan. Casi no hay nadie que no sepa algo de estos asuntos, pero son muy pocos los que han tenido la oportunidad de estudiar las pruebas que demuestran la conducta de vehículos y neumáticos bajo condiciones insólitas.

a) *Contacto del neumático con la carretera*

El contacto del neumático con la carretera es normalmente un espacio que tiene lados rectos paralelos y extremos redondeados tal como se ve en la figura número 18.I.

La superficie de rodadura de los neumáticos usuales tiene unas ranuras que los hace más flexibles y al mismo tiempo facilitan la penetración del aire para que no se recalienten. Generalmente estas estrías son en zigzag o están moldeadas de forma irregular para que tengan una mejor adherencia sobre ciertas superficies y para crear un modelo o dibujo que adorna e identifica el neumático. De este modo, el contacto real del neumático muestra en el pavimento una serie de listas o tiras que están separadas por las ranuras donde el neumático no toca la carretera.

b) *Neumáticos girando*

Si el neumático está mojado y discurre sobre un pavimento rígido, uniforme y seco, las partes salientes del dibujo irán imprimiéndose continuamente sobre el

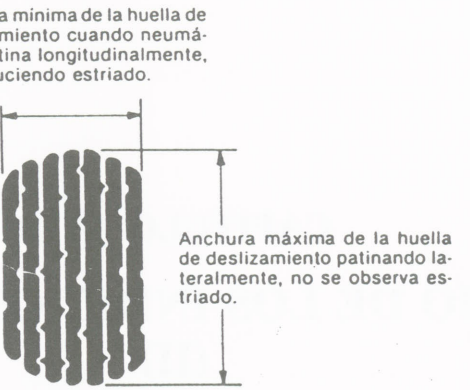


Fig. 18.I.— Muestra típica del contacto de un neumático con el firme. Si el neumático gira y el firme está mojado, el dibujo del neumático quedará impreso a lo largo de todo su recorrido.

pavimento es flexible y está mojado, el neumático deja una impresión sobre el mismo. En el primer caso, las partes salientes del dibujo del neumático son las que imprimen las marcas sobre el pavimento; en el segundo caso, lo que mejor se ve es el material del firme que, después de comprimirse en las ranuras del neumático, permanece «de pie» en el suelo.

c) *Neumáticos patinando*

Si la rueda de un vehículo que marcha hacia adelante deja de girar, el neumático patinará y la huella resultante tendrá el mismo ancho que la superficie de rodadura del neumático. El dibujo no quedará impreso, pero los entrantes y salientes dejarán suficientes marcas. Si el neumático se desliza lateralmente, no dejará dibujo alguno, sino una especie de mancha de la misma longitud y anchura que la superficie de contacto. Si el vehículo derrapa mientras, o si la rueda se tuerce en la colisión, los neumáticos se deslizarán primero longitudinalmente, luego lateralmente, y el ancho de la huella de deslizamiento variará. A veces, estos deslizamientos laterales suelen mostrar marcas de ranuras. Estas marcas las hace el adorno o festón del borde del neumático.

d) *Presión de inflado*

El neumático inflado normalmente para soportar un peso determinado ejerce la misma presión en toda la zona de contacto, es decir, queda en línea con la carretera de un extremo a otro, como se indica en la figura número 18.II.

Un neumático algo *desinflado* o sobrecargado, o ambas cosas a la vez, acusa una deflexión. Si se aumenta el peso sobre el neumático o se le quita aire a éste respecto a su presión normal, se producirá el efecto indicado en la figura número

18.III, es decir, el centro del neumático se arqueará hacia dentro y los extremos del mismo reciben la mayor parte del peso. Esto puede ocurrir si el neumático pierde aire y sigue circulando desinflado, o si pone una carga excesiva en el vehículo sin aumentar la presión de los neumáticos. Si el vehículo aplica los frenos con fuerza para decelerar rápidamente, las ruedas se agarran al pavimento, pero la parte superior del vehículo, por inercia, tiende a continuar hacia adelante. Este impulso lleva a las ruedas delanteras un peso adicional equivalente al peso desplazado de la parte porterior del vehículo. Los muelles delanteros se comprimen y los posteriores se distienden a consecuencia de este desplazamiento de peso, de modo que el vehículo acusa una inclinación hacia adelante. Como resultado, los neumáticos delanteros se aplastan debido a este peso «extra».

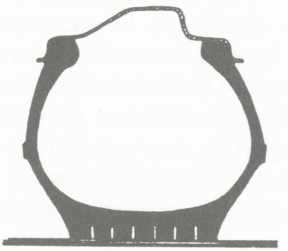


Fig. 18.II.— Un neumático hinchado a su presión normal y soportando un peso corriente tiene una completa y uniforme presión a lo largo del área de contacto (entre el neumático y el firme). Los neumáticos son diseñados con refuerzos a sus lados para conseguir esta distribución uniforme del peso.

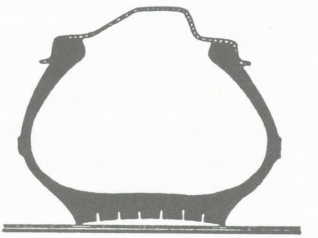


Fig. 18.III.— Si el neumático está poco hinchado o sobrecargado, o ambas cosas a la vez se aplastará y la mayor parte de su peso será mantenido por los bordes del área de contacto entre el neumático y el firme de la carretera. Así dejará las asperezas propias del neumático poco hinchado y huellas de patinazo en las ruedas delanteras.

Un neumático *inflado en exceso* o soportando poco peso. Si se disminuye el peso sobre un neumático o se aumenta su presión de aire, éste se arqueará hacia abajo, según se indica en la figura número 18.IV. Esto puede ocurrir en los neumáticos traseros cuando el coche frena bruscamente y el peso de la parte posterior

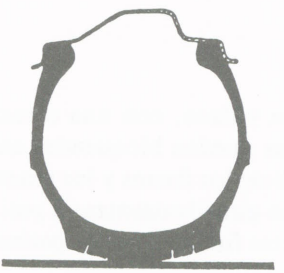


Fig. 18.IV.— Si el neumático está muy hinchado o soporta poca carga, o ambas cosas a la vez, se curvará y la mayor del peso que soporta gravitará sobre su mitad central, resultando que sus bordes soportan poco peso. Las huellas del patinazo mostrarán, por tanto, bordes poco claros y sin embargo el dibujo correspondiente a la parte central dejará una huella muy clara. Este diagrama se encuentra un tanto exagerado.

se desplaza hacia adelante. Este efecto de una decelaración repentina se acusa mucho más en los coches ligeros que en los camiones, ya que los neumáticos de aquéllos son más flexibles y tienen menos presión de aire.

e) *Giro muy cerrado*

Si un vehículo gira con poco radio para su velocidad o si trata de seguir una curva con velocidad superior a la que permite el trazado de la misma, la fuerza centrífuga tiende a «empujarlo» hacia el exterior de la curva. Por su parte, la adherencia de la carretera tiende a mantenerlo en la curva. Por consiguiente, el vehículo se inclina hacia el exterior de la curva; el peso sobre los neumáticos exteriores aumenta, mientras que sobre los interiores disminuye. Los neumáticos interiores tienden a adoptar la forma indicada en la figura número IV (neumático con excesiva presión o poco peso), similar a lo que ocurre en las ruedas traseras cuando un coche frena bruscamente. Pero los neumáticos exteriores no solamente se aplastan con el peso adicional que tienen que soportar, sino que acusan al mismo tiempo una tracción lateral que los deforma en la manera indicada en la figura número 18.V. La mayor parte del peso recae, pues, sobre el hombro de los neumáticos exteriores.

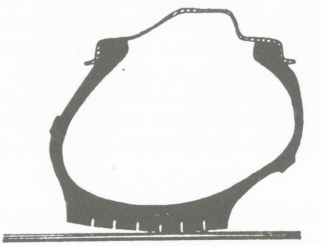


Fig. 18.V.— Si el neumático tiene que aguantar una fuerza lateral, sobre todo cuando vaya sobrecargado o con poca presión, se aplastará lateralmente. Por tanto, la mayor parte del peso gravitará sobre dicho lado. La figura muestra la posición que adopta el neumático al tomar una curva pronunciada.

f) *Deslizamiento normal*

Es el que se produce en una superficie lisa y llana, con una característica de adherencia uniforme, cuando las cuatro ruedas quedan bloqueadas en un tiempo aproximado de 1/4 de segundo después de aplicar los frenos y los cuatro neumáticos son prácticamente iguales. Si el vehículo no gira al comenzar a patinar, se deslizará en una línea más o menos recta. Las partes finales de estos patinazos acusan los efectos de la colisión; si ha existido.

g) *Deslizamiento en una pendiente natural*

La mayoría de las carreteras no son llanas, sino que poseen una ligera pendiente o inclinación lateral, en sentido transversal, para el drenaje o, en el caso de las curvas, para formar los peraltes. Si todo lo demás es normal en el patinazo, el vehículo se deslizará y desviará ligeramente hacia la parte más baja a medida que va avanzando. En carreteras normales rectas esto implica un deslizamiento gradual hacia la derecha. Si no se detiene antes o no choca con algo, se saldrá de la calzada. Esto suele ocurrir muy frecuentemente cuando hay hielo o nieve en la carretera.

h) *Deslizamiento en pavimentos de adherencia irregular*

Supóngase que un patinazo sigue una línea recta desde un firme más deslizante a otro menos deslizante, o viceversa; por ejemplo, desde una vía secundaria con firme de gravilla o arena a una arteria principal asfaltada. El único efecto que se acusará será un cambio en la intensidad de la deceleración. En este ejemplo que acabamos de mencionar, el vehículo decelerará con más rapidez en la arteria principal que en la otra, que tiene un firme más deslizante. Sin embargo, si las dos ruedas de un lado circulan por una superficie diferente a otra por la que patinan las ruedas del lado opuesto, el vehículo se desviará hacia la superficie que tenga el firme menos deslizante. En otras palabras: un lado del vehículo tendrá una mayor adherencia y por ello dicho vehículo se desviará de la recta hacia ese lado.

Si al patinar, el vehículo entra en el arcén derecho con un pequeño ángulo, el mayor factor de adherencia de la carretera lo podrá reintegrar al carril. Esto facilita al conductor el dominio del vehículo. Pero si el vehículo se sale de la calzada con un ángulo bastante grande, especialmente si lo hace a gran velocidad, todas las ruedas se encontrarán sobre el arcén antes de que pueda surtir efecto esta acción «correctiva».

i) *Efecto del frenado en curvas cerradas*

Los neumáticos de un vehículo que efectúe un giro muy cerrado son empujados lateralmente contra la superficie del pavimento, contrarrestando así la fuerza centrífuga del giro. Si esta fuerza centrífuga es mayor que la resistencia del pavimento al deslizamiento, la rueda comenzará a patinar.

Ahora bien: si el vehículo está girando, pero no con suficiente velocidad ni tan cerrado como para patinar lateralmente, y se aplican los frenos, éstos harán también que los neumáticos sean empujados contra el pavimento en ángulo recto a los ejes de las ruedas. La fuerza combinada producida por los frenos y la fuerza centrífuga puede ser entonces superior a la adherencia de los neumáticos sobre el pavimento, produciéndose así un deslizamiento que ni los frenos ni la fuerza centrífuga considerados aisladamente podrían haber producido. Una vez que comienza este deslizamiento, el vehículo no seguirá ya la curva, sino que tenderá a des-

lizarse longitudinalmente como si estuviese patinando; pero, como quiera que al efectuar el giro comenzó a rotar, esta rotación continuará mientras dure el deslizamiento. Si este deslizamiento abarca una distancia bastante grande, la rotación puede hacer que el vehículo gire 90° e incluso 180°, es decir, que quede de costado o en dirección contraria a la que marchaba. Si el vehículo efectúa un giro brusco en una carretera recta y el conductor aplica los frenos antes o en el momento de girar, el vehículo se deslizará por la carretera como si patinara; pero si el vehículo hizo una parte del giro antes de frenar y, por lo tanto, circula ya a determinado ángulo con la carretera, seguirá con este ángulo, pero con menos giro, hasta salirse de la carretera o detenerse. Si el vehículo sigue una curva en una carretera o efectúa un giro en una intersección con los frenos aplicados con suficiente fuerza como para provocar un patinazo, dejará de seguir la curva y se deslizará casi longitudinalmente, de modo que, si no se detiene antes, se saldrá de la calzada por la parte exterior de la curva.

j) *Efecto de la acción sobre el volante cuando el vehículo patina*

Si el conductor trata de dirigir el vehículo cuando patina con todas las ruedas trabadas, la maniobra del volante ejercerá un efecto sorprendentemente pequeño, sobre todo con altas velocidades y en superficies deslizantes. Cuando el vehículo se desliza hacia adelante, las ruedas delanteras patinan casi con la misma facilidad si están oblicuas que si están rectas. El vehículo sigue hacia adelante. Las ranuras de los neumáticos ejercen poco efecto direccional, excepto en superficies blandas, como barro, asfalto reblandecido y nieve, y en este caso solamente con velocidades bajas.

Sin embargo, cuando el vehículo está dotado con frenos ABS, entonces, al no bloquearse las ruedas, la dirección del mismo puede seguir gobernándolo.

k) *Cuando las ruedas traseras se bloquean antes*

Si al frenar sólo se bloquean las ruedas traseras y el conductor no trata de girar el volante, sino que lo mantiene centrado, un turismo con neumáticos de aire se comportará de una manera muy rara: girará en redondo y marchará hacia atrás; si no se detiene antes de completar este giro, seguirá patinando hacia atrás, casi en línea recta, y se desviará hacia la parte más baja de la carretera. Si la velocidad es pequeña, es decir, inferior a unos 25 km/h., el coche se detendrá antes de girar mucho en una carretera normal. La velocidad tiene que ser superior a 65 km/h., en la mayoría de las carreteras, para que el vehículo avance lo suficiente antes de parar y dé un giro de 180°. La figura número 18.VI muestra la posición de un vehículo cuando se para, con sólo las ruedas traseras bloqueadas, a partir de diversas velocidades sobre un pavimento normal. Cuando las ruedas delanteras se bloquean enseguida en menos de medio segundo después de las traseras, la rotación se detiene casi al momento de comenzar, y de este modo el coche se comporta como si



Fig. 18.VI.— Cuando se acciona el freno que actúa sobre las ruedas traseras o cuando éstas quedan sin movimiento por cualquier otra causa, el coche tenderá a girar sobre su eje y ponerse en dirección contraria.



Fig. 18.VII.

todas las ruedas estuviesen bloqueadas. Si las ruedas delanteras se demoran más en bloquearse, se producirá un amplio ángulo antes de trabarse. Apréciese las huellas que dejará el turismo en cuestión.

En algunos vehículos o cuando la carga se distribuye en cierta manera en otros, una ligera presión sobre el pedal bloqueará primero las ruedas traseras. En este caso, la lenta aplicación del freno, al frenar primero las ruedas traseras, producirá un zigzagueo o derrape del coche, mientras que con un rápido frenado se bloquearán a la vez todas las ruedas, evitándose así dicho balanceo. En superficies deslizantes, por ejemplo, con nieve, si se suelta el acelerador, el frenado del motor será a veces suficiente para bloquear prácticamente las ruedas traseras produciéndose un zigzagueo hasta que las ruedas delanteras son también bloqueadas por el freno. Las explicaciones técnicas de este comportamiento son demasiado complejas para poder describirlas en este texto. El balanceo o derrape producido por un bloqueo prematuro de las ruedas traseras puede ser compensado hasta cierto punto dominando con el volante las ruedas delanteras sin bloquear, pero ésta es una operación bastante difícil. Incluso los conductores más experimentados no poseen la suficiente pericia para saber exactamente la maniobra de volante necesaria para contrarrestar el frenado o rotación del vehículo en tales circunstancias.

En los semirremolques un conductor imperito o sorprendido por la situación de riesgo, hace uso tan rápido del sistema de frenado eléctrico, que bloquea el segundo eje del tractor provocando el denominado «efecto tijera» que tiene el mismo fundamento físico que el explicado anteriormente para los turismos y que hace ingobernable la cabeza tractora y con ello, todo el conjunto (figura 18.VIII).

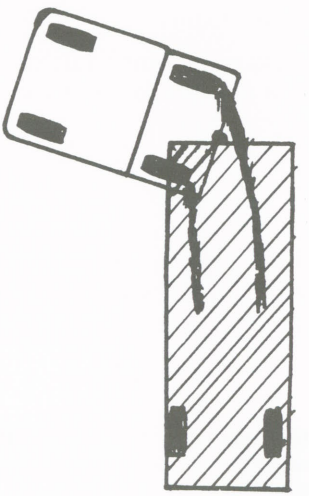


Fig. 18.VIII

l) *Cuando las ruedas delanteras se bloquean primero*

Si las ruedas delanteras se bloquean y las traseras no, el vehículo sigue recto como si se tratara de un patinazo normal, salvo que la distancia de parada aumentará debido al menor frenado de las ruedas posteriores. En el mismo caso, si un coche está girando y se aplican los frenos, dejará de girar, como si todas las ruedas hubieran quedado bloqueadas a la vez. Tenderá a enderezarse y patinará longitudinalmente mientras no se bloqueen también las ruedas traseras.

m) *Cuando sólamente se bloquean las ruedas de un lado*

Cuando esto ocurre, el coche empieza a girar de manera acusada hacia el lado cuyas ruedas están bloqueadas, como sucede en el caso de los firmes con un factor de adherencia distinto. Al quedar frenadas las ruedas de un solo lado se produce un derrape o balance muy pronunciado hacia ese lado.

n) *Cuando únicamente queda sin bloquear una rueda delantera*

Si únicamente queda sin bloquear una rueda delantera, el vehículo se comporta casi como si sólo estuvieran bloqueadas las ruedas traseras, pero gira hacia el borde de la rueda delantera bloqueada. Por ejemplo, si la rueda que no está bloqueada es la de la derecha, el coche girará en sentido contrario a las agujas del reloj. Lo mismo ocurre si la rueda delantera va frenando lentamente, aunque no en grado tan elevado. Sin embargo, la distancia de parada si una de las ruedas frontales no está bloqueada es mayor que cuando lo están las cuatro ruedas y menor que cuando lo están solamente las dos ruedas traseras.

o) *Cuando únicamente queda sin bloquear una rueda trasera*

Este hecho tiene poca influencia en el comportamiento del vehículo, que se limitará a girar ligeramente hacia la parte de la rueda bloqueada, quizá no más de veinte grados, en carreteras normales. Su deceleración, será menor que si estuvieran bloqueadas las cuatro ruedas, aunque no mucho.

p) *Validez*

Estos estudios son ciertos si la rueda que no se bloquea no está frenada, ya que si estuviera frenada, pero no bloqueada, su comportamiento es contrario pues la rueda que gira frenando se decelera más que la bloqueada.

18.2. **Señales de neumáticos**

El investigador se encontrará con numerosas clases de señales producidas por el neumático. No todas tienen el mismo valor y transcendencia, como veremos; pero debe aprenderse a conocer sus diferencias y lo que significan, su representación en el croquis y el modo más preciso de reseñarlas y fotografiarlas, puesto que

algunas de ellas, por sí mismas, son capaces de explicar cómo se ha producido el accidente.

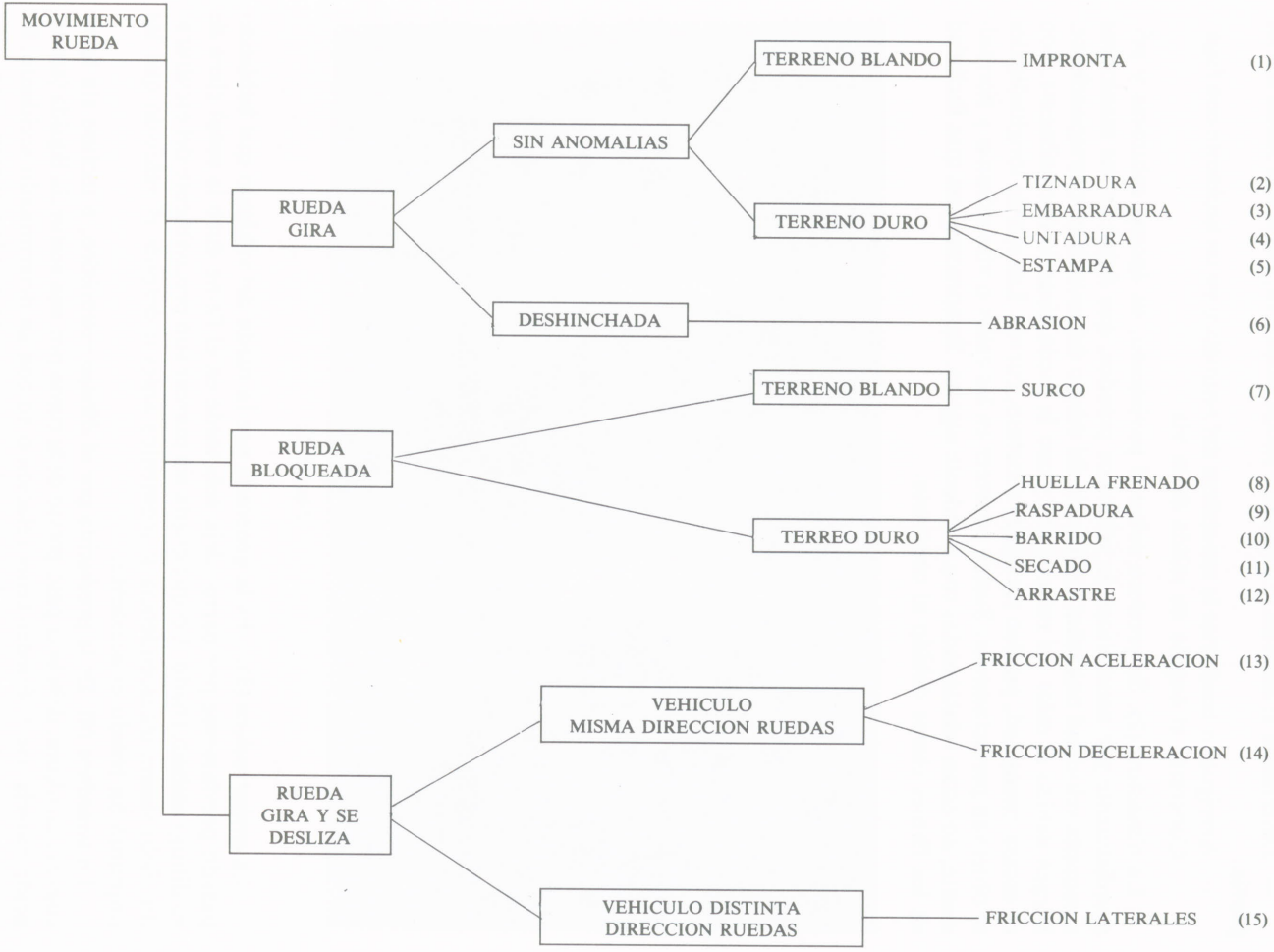
18.2.1. *Clases*



La *impronta* (1). Es el dibujo del neumático impreso en terreno blando, húmedo o no. Aquél se reproduce con tanta fidelidad como lo permita el material que reciba la presión de la rueda. Suelen aparecer en los márgenes de la vía, cunetas o caminos de tierra. Puede ser transcendente para:



Fig. 18.IX


MOVIMIENTO RUEDA
RUEDA GIRA
SIN ANOMALIAS
TERRENO BLANDO
IMPRONTA (1)
TERRENO DURO
TIZNADURA (2)
EMBARRADURA (3)
UNTADURA (4)
ESTAMPA (5)
DESHINCHADA
ABRASION (6)
RUEDA BLOQUEADA
TERRENO BLANDO
SURCO (7)
TERREO DURO
HUELLA FRENADO (8)
RASPADURA (9)
BARRIDO (10)
SECADO (11)
ARRASTRE (12)
RUEDA GIRA Y SE DESLIZA
VEHICULO MISMA DIRECCION RUEDAS
FRICCION ACELERACION (13)
FRICCION DECELERACION (14)
VEHICULO DISTINTA DIRECCION RUEDAS
FRICCION LATERALES (15)

— Determinar si antes de la colisión o salida definitiva, hubo una salida inicial previa.

— Averiguar o confirmar la naturaleza del neumático en un accidente con fuga.

— Concretar el ángulo de salida de la vía.

La *tiznadura* (2). Se produce sobre el pavimento, en épocas calurosas y primordialmente por neumáticos de vehículos pesados, que dejan en sus maniobras a pequeña velocidad una señal inequívoca del dibujo del neumático correspondiente. Surgen debido al calor del rozamiento y con la rueda girando normalmente. Son de escasa intensidad, pueden ser largas e incluso, curvas. Las estrías longitudinales se observan perfectamente. Suelen aparecer en las calles o vías urbanas y normalmente, no estan relacionadas con accidente alguno. Se aprecian con más facilidad en los firmes claros debido al contraste.



Fig. 18.X.

La *embarradura* (3). Es la generada por la rueda del vehículo que habiendo pasado previamente por barro, deja más tarde en el firme duro la señal clara de su dibujo embadurnado. Lo que queda sin marcar son precisamente del esculturado. Sólo tienen transcendencia si momentos antes o después el vehículo que las imprimió ha tenido el accidente.

La *untadura* (4). Es la producida por el dibujo neumático, o incluso sin apreciarse la escultura, debida al paso previo de la rueda por una sustancia líquida (aceite, ácido batería, etc.). Pueden tener relación o no con un determinado accidente. Su importancia radica en que en determinadas ocasiones trazan la trayectoria seguida



Fig. 18.XI.

por el vehículo tras la colisión. El investigador debe apreciar que, a veces, el paso de otros vehículos no implicados sobre las manchas del punto de colisión, puede distorsionar sus apreciaciones.

Denominamos *estampa* (5) al rastro dejado por las ruedas de los vehículos, tras su paso por materias polvorientas, no líquidas, tales como tierra, harina, etc. Pueden apreciarse en los accidentes cuando uno de los vehículos transportaba un tipo de carga que reúna las características indicadas.

Cuando un vehículo, primordialmente camión, circula durante un trayecto con la rueda deshinchada, por pinchazo o reventón, deja una huella o marca de *abrasión* (6), provocada por el rozamiento discontinuo de la goma del neumático sin presión con el pavimento. Son sus peculiaridades, la irregularidad de su anchura, la gran intensidad de color, la tendencia acusada a dirigirse hacia el arcén y una longitud tanto mayor cuanto más grande sea el neumático. Naturalmente, la huella que provocan los turismos son de menor intensidad, en ocasiones imperceptible a simple vista, por ello el observador deberá prestar mucha atención, en especial en las salidas inopinadas de la vía o cuando el conductor u ocupantes del vehículo indiquen la posibilidad de alguna irregularidad en los neumáticos.

Cuando el vehículo circula con alguna rueda bloqueada y lo hace por terreno blando, el deslizamiento hace que se produzca un verdadero barrido del material blando que la rueda halla a su paso, formando lo que denominamos un *surco* (7),

que en ocasiones, al final constituye una pequeña cuña acumuladora del material arrastrado, nieve, tierra o gravilla. Es importantísima su diferenciación de la impronta, puesto que ésta indica que la rueda giraba libremente y no bloqueada. La realidad es que en muchos accidentes con salida de vía, es vital conocer si el conductor hizo algo o no para corregir la trayectoria del vehículo o si reaccionó de algún modo. No siempre el investigador va a tener la posibilidad de apreciar una circunstancia u otra, pero deberá intentar discriminar si se trata de un surco o de una impronta.

En terreno duro las ruedas bloqueadas, pueden originar cuatro tipos diferentes de señales. .Las de *frenado o deslizamiento* (8), de las que hablaremos más detenidamente, la *raspadura* (9) consistente en un arañazo o conjunto de ellos observables en el firme y producidos por trozos de piedra o gravilla que incrustados en el dibujo de la banda de rodadura, lesionan por rozamiento el pavimento; se observan combinados a veces con las huellas de frenado y especialmente en lugares donde hay grava depositada, tales como intersecciones o curvas; pueden indicar una salida previa a la producción de la huella en cuestión y, por último, pueden ser un elemento fundamental en la investigación de accidentes donde uno de los vehículos esté dotado de sistema antibloqueo de ruedas (ver figura 18.XII).



Fig. 18.XII.

El *barrido* (10) surge cuando la rueda patina sobre un firme con suciedad y el efecto es de limpieza, como producido por una escoba longitudinalmente diri-

gida. No suele hallarse sola y puede estar combinada con otro tipo de huellas tales como, deslizamiento o raspaduras; en carreteras con mucha circulación son difíciles de apreciar debido a que los vehículos en su tránsito «limpian» rápidamente cualquier suciedad que se haya ocasionado en la vía. Una vez producidas desaparecen también pronto, por las mismas motivaciones expuestas. Si la superficie está mojada cuando se produce el patinazo, el neumático lo que hace es «secar» la superficie debido al calor que toda energía de rozamiento desprende, esta huella de *secado* (11) es fácil de apreciar cuando se llega de modo inmediato al momento de su producción, pero de igual modo desaparece rápidamente debido a la humedad que suele imperar en el ambiente. Por fortuna, el investigador hallará en muchas ocasiones, otras marcas superpuestas a la de secado. Por último, la marca de *arrastre* (12) producida por el remolcado de un vehículo de modo que la rueda bloqueada va dibujando sobre el asfalto la trayectoria seguida. Puede ser breve o recorrer largas distancias (incluso kms). En la actualidad, con los modernos sistemas de grúa es más difícil hallar este tipo de huellas que son una muestra indudable de incompetencia del operador de la grúa. También se generan cuando tras la colisión quede bloqueada una rueda o varias, y el desplazamiento debido a la energía residual obliga a marcar dicho arrastre sobre el pavimento. Tienen una importancia fundamental para averiguar el trayecto desde la posición de colisión a la posición final y con ello, ayudar a la reconstrucción del accidente. No tienen una anchura regular, pero suelen ser de gran intensidad en su coloración. Tampoco su recorrido es regular.

Cuando las ruedas giran y a su vez se deslizan indican lo siguiente:

a) Que la rueda gira a una velocidad superior o inferior que la que le permite el vehículo, pero el vehículo se dirige en la misma dirección que aquéllas. Pueden ser de *aceleración* (13) o *deceleración* (14).

b) Que el movimiento del vehículo tiende a otra dirección que la del esfuerzo del conductor sobre la dirección. Son las de *fricción lateral* (15).

A continuación estudiamos con detalles este tipo de huellas y las de frenado.

18.3. **Huellas de fricción**

Vulgarmente denominadas con el galicismo «derrape», término nada correcto, las huellas de fricción son producidas, como hemos expresado, cuando las ruedas giran y a su vez se deslizan por las motivaciones ya indicadas.

18.3.1. *Por deceleración*

Se producen cuando el vehículo decelera por acción de los frenos y los neumáticos giran y patinan al mismo tiempo. Suelen localizarse al comienzo de las huellas de deslizamiento, después de aplicar el freno con bastante fuerza para decelerar el vehículo, pero antes de que las ruedas queden totalmente bloqueadas. Estas marcas son muy cortas si se pisa el freno repetidamente y, en general, no se diferencian de la parte sombreada de las huellas de deslizamiento.

18.3.2. *Por aceleración*

Cuando el esfuerzo motor es superior a la inercia, las ruedas giran con mayor rapidez que su capacidad para arrastrar permite. Lógicamente, los coches con gran capacidad de aceleración son los que con mayor facilidad pueden provocar este tipo de huellas. Se asemejan a las de deslizamiento, pero se diferencian de las mismas, en que son más intensas al principio y van perdiendo tono progresivamente a medida que la rueda desliza menos, no se aprecia tan claramente el dibujo del neumático y además, apenas llegan a los tres metros de longitud. Son generadas por las ruedas motrices y suelen aparecer en los semáforos, cruces y puntos de salida de los inmuebles. Su importancia en los accidentes es escasa, salvo que indiquen la rapidez de salida de un vehículo en una intersección. En todo caso, el investigador debe aprender a distinguirlas de las de frenado (figura 18.XIII).

18.3.3. *Laterales*

Son las marcas que deja un neumático que rueda y que, a su vez, se desliza de costado. Se pueden producir antes o después de la colisión. No será difícil apreciar dicho momento, más es diferente lo que indica respecto a la investigación un aspecto o el otro.

La característica fundamental de las huellas de fricción laterales es un estriado transversal o diagonal sobre el pavimento (figura 18.14). Las estrías son producidas por las acanaladuras del hombro del neumático destinadas a evacuar el agua. Su intensidad depende de la fuerza centrífuga, es decir, de la velocidad. Su anchura también es variable, y en ocasiones, especialmente en curvas y cuando son producidas por motocicletas, son vistas en perspectiva como una ligera línea. El investigador debe encontrar el ángulo adecuado para observarlas, puesto que muchas de ellas son inapreciables desde el punto de vista perpendicular a la vía.

No todas, pero muchas de ellas terminan en el borde de la calzada y son preludio de una salida de la vía, corregida correctamente o no.

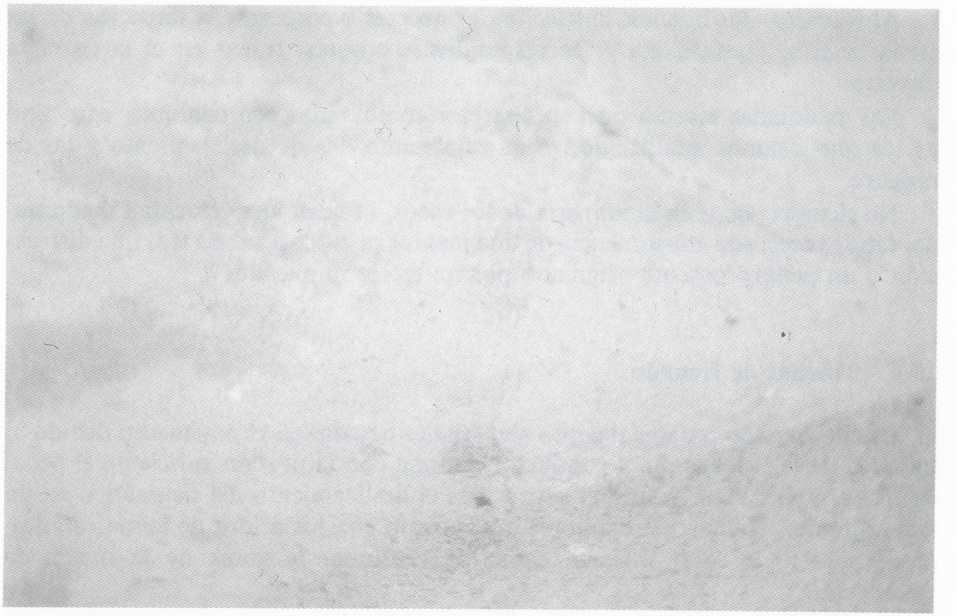


Fig. 18.XIII.



Fig. 18.XIV.

Al examinar las huellas de fricción, es necesario constatar la dirección de las estrías y si se confecciona el correspondiente croquis, trazar en él la correcta direccion.

Las estudiadas marcas pueden aparecer combinadas con cualquier otro tipo de las que estamos analizando, primordialmente, las de deslizamiento y las de arrastre.

No siempre, pero en la mayoría de los casos, indican una velocidad inadecuada. Otras veces, son consecuencia de una maniobra evasiva súbita tras una distracción o un peligro patente originado por un tercer implicado.

18.4. **Huellas de frenado**

Las de frenado o deslizamiento son señales dejadas en el pavimento debido al bloqueo de las ruedas. Si el conductor acciona con la presión suficiente el pedal de freno, y mantiene la misma sobreviene el deslizamiento del neumático en un mismo punto, el cual, genera por el rozamiento con los áridos de la vía, un desprendimiento de calor intenso, capaz de erosionar la goma de la banda de rodamiento.

Las limaduras o limallas quedan impregnadas durante un cierto tiempo en el pavimento y constituyen las huellas de frenado.

La goma pulverizada puede verse en forma de una tenue «nube» en torno a la superficie del neumático sobre uno de estos pavimentos cuando éste empieza a deslizarse. Estas «nubes» se convierten en humo cuando se recalienta el neumático y en vapor cuando hay humedad en el firme. El polvillo se acumula en la trama del dibujo y queda depositado, como residuo de neumático, al final del patinazo cuando la rueda comienza a girar de nuevo. Esta huella de deslizamiento es como una sombra y muy difícil de localizar o fotografiar. El polvo de goma se puede recoger humedeciendo la yema del dedo. Esta clase de huellas de patinazo pueden durar sólo unos minutos o varias horas . El viento y la lluvia pueden hacer desaparecer estas partículas de goma y el tráfico las dispersa rápidamente. Estas raspaduras de neumáticos se encuentran a menudo en las barreduras.

18.4.1. *Lo que indican las huellas de deslizamiento*

Las huellas de deslizamiento indican concretamente el lugar de la carretera donde la rueda del vehículo las dejó. Pero también indican algo más, por ejemplo, que la rueda estaba bloqueada y que, por tanto el conductor, como ocurre en la mayoría de los casos, aplicó fuertemente los frenos. La ausencia de huellas de deslizamiento, con otra información, puede indicar que el conductor no aplicó los frenos con fuerza o que los frenos eran inadecuados o antirreglamentarios.

Las huellas de deslizamiento indican una reducción de velocidad de un vehículo y, por tanto, son de gran valor para calcular su velocidad antes del accidente, al menos, una parte de ella. La diferencia entre las improntas y las huellas de deslizamiento es muy importante. En las primeras, la rueda gira; en las segundas, resbala. Normalmente, las ruedas que patinan no acusan indicios de maniobra alguna del bolante. Sin embargo, hay cinco casos en que las huellas de deslizamiento curvadas pueden parecer maniobras de volante:

A. *Patinar únicamente las ruedas traseras.* El vehículo es controlado con las ruedas delanteras, que siguen su rotación. Esto sucede a menudo con las unidades semirremolque, en la que los frenos están reglados para que las ruedas traseras frenen antes que las delanteras, evitando así que el remolque se eche encima. Las huellas de deslizamiento resultantes pueden curvarse hacia la derecha o hacia la izquierda.
B. *El vehículo, con todas sus ruedas bloqueadas, se desliza hacia la parte más baja de una carretera.* Las curvas resultantes pueden ir hacia la derecha o hacia la izquierda; suelen ser, a veces, curvas muy poco pronunciadas.
C. *El vehículo es remolcado,* generalmente, después de haber sufrido desperfectos en una colisión, produciendo huellas de *arrastre* que no deben confundirse con las de frenado.
D. En los camiones, si no se inmovilizan las ruedas direccionales, a pesar del bloqueo del segundo eje, las marcas de frenado pueden aparecer curvadas.
E. En los vehículos dotados de A.B.S., pueden dirigir el vehículo, debido a que las ruedas no se bloquean.

Para que surtan un efecto positivo como pruebas materiales, las huellas de deslizamiento deben ser examinadas con todo detenimiento. Se procurará averiguar qué distancia patinó cada una de las ruedas. Es fácil observar sobre el pavimento una intensa mancha negra; pero no es tan fácil determinar con exactitud dónde la rueda comenzó a patinar antes de recalentarse lo suficiente para derretirse y dejar la mancha. Muchas veces, el investigador tendrá que agacharse para observar el pavimento desde un ángulo muy cerrado, con objeto de poder localizar el comienzo del patinazo.

18.4.1.1. *Comienzo de las huellas de deslizamiento*

Es importante averiguar dónde comienzan las huellas de deslizamiento, aunque puede ser difícil de precisar. A continuación se ofrecen algunas sugerencias al respecto:

a) En pavimentos rígidos y limpios, sobre todo si son rugosos, aparece una sombra antes de la mancha negra. Observar la dirección del patinazo desde un ángulo muy bajo, con el ojo a unos 30 centímetros del suelo. Puede buscarse la colaboración de otra persona para marcar el punto donde pa-

rece empezar «la sombra». Habrá que tener especial cuidado de no tomar por una sombra lo que en realidad no lo es. Conviene que la persona que preste ayuda compruebe las observaciones del investigador.

b) En pavimentos húmedos, polvorientos o embarrados, sobre todo si están cubiertos por materiales sueltos, como nieve, barro, tierra o grava, se determinará donde termina la impronta del neumático y se convierte en patinazo. Un detenido examen permitirá localizar este punto.

c) Unas minúsculas manchas de asfalto antes de las huellas oscuras de deslizamiento permitirán localizar el deslizamiento, aunque a veces esas manchas sean microscópicas. Comprobar si son recientes. Esto puede hacerse a menudo con un examen al tacto. Asegurarse de que estas manchas fueron hechas por neumáticos y que guardan relación con las huellas de deslizamiento que se están estudiando.

d) Comprobar si hay barridos hechos por el deslizamiento de neumáticos. Por lo general, se encuentran en pavimentos rígidos y secos, pero polvorientos.

e) Una mancha oscura o densa suele ser indicio positivo de deslizamiento. Los residuos de tierra, barro o agua que desprende el neumático sobre el pavimento pueden inducir a error y ser considerados como tal mancha, sobre todo cuando el neumático pasa de un tipo de firme a otro.

f) A veces, los testigos pueden decir que las ruedas patinaron en determinado punto, pero estas declaraciones ofrecen poca confianza. Será preciso interrogarlos con toda minuciosidad.

g) En ocasiones, el punto de colisión, ya sea indicado por los restos del siniestro o por las declaraciones de los testigos, facilitará la posición aproximada de un deslizamiento lateral.

18.4.1.2. *Final de las huellas de deslizamiento*

Se puede asegurar con más facilidad dónde terminan que dónde empiezan las huellas de deslizamiento. Excepto en algunos casos, como:

a) La prueba más segura es cuando llevan directamente al punto en que se paró la rueda.

b) El final de una mancha oscura marca, por lo general, la terminación de un patinazo; pero, a veces, rebasándola, hay una marca del neumático que no puede contarse como parte de la huella de deslizamiento.

c) El punto de colisión indicado, ya sea por testigos, otro vehículo, residuos o restos del siniestro, desperfectos de objetos fijos, etc., puede determinar el término de un deslizamiento; sin embargo, a menudo, un deslizamiento va más allá del punto de colisión.

d) Si un vehículo es movido después de haberse detenido o si se sueltan los frenos antes de quedar totalmente parado, el comienzo de una impresión de neumático determinará el final de la huella de deslizamiento.

e) El barro, la suciedad o la nieve empujados por un neumático al patinar, forma un montón o apilamiento cuando dicho neumático cesa de patinar. Será probablemente más visible si el vehículo retrocede. De lo contrario; un neumático que rodase sobre ese montón lo aplastaría o dispersaría. En materiales sueltos, como carbonilla o arena, este montón es más fácil de ver.

18.4.2. *Huellas de deslizamiento superpuestas* (figura 18.XV)

Estas aparecen cuando las ruedas traseras pisan las marcas dejadas por las delanteras. Este solape en las marcas longitudinales hace difícil averiguar dónde empiezan a patinar las ruedas delanteras y dónde terminan las marcas de las traseras. Sólo puede haber solape en los patinazos muy rectos. Si una marca de patinazo sigue una curva, no puede haber solape completo.

A menudo, en huellas de deslizamiento superpuestas parece haber dos marcas paralelas. En este caso convendrá averiguar si patinaron las cuatro ruedas o solamente dos de ellas. Si patinaron todas las ruedas, el comienzo de las huellas de deslizamiento lo señalarán probablemente las ruedas traseras, y el final, las delanteras. Así pues, la distancia que patinó el vehículo será menor que la longitud combinada de las huellas de deslizamiento, en una magnitud aproximadamente igual a la distancia entre las ruedas delanteras y traseras. Conviene examinar detalladamente las huellas de deslizamiento para localizar señales en el suelo que indique dónde comenzó y terminó el deslizamiento de cada rueda.

El comienzo del patinazo de una rueda delantera queda indicado generalmente por una ligera desviación, ensanchamiento u oscurecimiento de la marca superpuesta. A veces, el solape es tan exacto que resulta imposible distinguir alguna señal del mismo.

Buscar huellas de dibujo, impresiones o residuos que las ruedas traseras hayan podido acumular sobre las marcas de las delanteras en una longitud igual a la distancia entre ejes a partir del final de las marcas.

Como último recurso, el investigador puede emitir la hipótesis de que existe un solape y que las ruedas traseras cesaron de patinar a una distancia de las ruedas delanteras igual a la que hay entre ejes; y que las ruedas delanteras comenzaron a patinar a esa misma distancia delante de las traseras. Sin embargo, no se debe formular esta hipótesis hasta obtener indicios seguros de que patinaron las cuatro ruedas. A continuación se ofrecen algunas orientaciones para poder decir si patinaron las cuatro ruedas.

a) *Examinar detenidamente los neumáticos.* A veces se encontrarán zonas donde el material está áspero o requemado, o donde la goma recalentada ha formado pequeños trenzados o rollos. Si estas señales están aún frescas, probarán que el neumático patinó recientemente. En ocasiones, el investi-

gador encuentra a alguna persona que vio como las cuatro ruedas estaban bloqueadas.

b) *Si en un ensayo de deslizamiento se bloquean las cuatro ruedas* al aplicar fuertemente los frenos, se tendrá la seguridad de que las huellas de deslizamiento fueron producidas por las cuatro ruedas.

c) *Medir una longitud igual a la distancia entre ejes,* lo mismo al principio que al final de las huellas de deslizamiento, para determinar el supuesto lugar en que las ruedas empezaron a patinar. Esta forma de hallar la longitud total de las huellas de deslizamiento sólo se hará como último recurso.



Fig. 18.XV

18.4.3. *Diferencia entre las huellas de frenado anteriores y posteriores*

En los turismos, las marcas de las ruedas traseras son relativamente tenues, debido a que al decelerar, el peso del vehículo tiende a recargar el eje delantero. Un buen sistema de frenos, muestra siempre con gran claridad la doble huella de frenada del eje anterior. No ocurre lo mismo con los camiones, donde según hemos visto, el eje que se bloquea primero es el segundo del tractor o primero del remolque.

18.4.4. *Interrupciones en las huellas de frenada*

Si el conductor levanta la presión sobre el pedal del freno, las ruedas se desbloquean y dejan de marcar huellas de frenado sobre el firme. Las causas habituales de este tipo de circunstancias son:

a) Frenadas intermitentes con el fin de obtener mayor eficacia en la deceleración. Se necesita ser un conductor experto y con gran sangre fría, por ello, no será habitual dicha causa.

b) Resbalamiento del pie del conductor sobre el pedal del freno, que vuelve a presionarlo.

c) Reaparición de la situación de peligro, que el conductor creyó haberse solventado.

d) Paso del vehículo por una protuberancia, badén u obstáculo que le hace saltar y con ello perder el contacto momentáneamente sobre el asfalto.

e) Son peculiares las provocadas por los semirremolques (figura 18.XVI). Se producen debido al bloqueo de las ruedas del segundo eje del tractor, y cuando la carga viene encima del mismo se produce el rebote de la amortiguación y tras ello, la pérdida del contacto de los neumáticos gemelados y así sucesivamente.

f) Deformaciones mecánicas en el tambor de freno, que generan interrupciones debido a la inconstancia del agarre o presión de las zapatas o pastillas. Estas marcas intermitentes aparecerán sólo en una huella, puesto que es difícil que más que una rueda presente dicha anomalía.



Fig. 18.XVI.

18.4.5. *Irregularidades en las marcas de frenado*

Las irregularidades en las huellas de deslizamiento pueden tener mucha importancia. Si todas las ruedas frenan al mismo tiempo cuando un coche circula en línea recta sobre una superficie llana y uniforme, las huellas de deslizamiento serán rectas, y las de las ruedas traseras coincidirán exactamente con las de las delanteras. Esta huella «normal» se encuentra a veces, sobre todo, en la primera parte de una huella larga. Si la marca no es normal, convendrá averiguar las razones. Además de las interrupciones y saltos, otras tres irregularidades pueden presentarse en las huellas de deslizamiento: un comienzo retardado en algunas huellas, curvas y desalineaciones.

18.4.5.1. *Comienzo retardado*

Una huella de deslizamiento puede comenzar más tarde que otra por una serie de razones. Puede que los frenos no actúen igual en todas las ruedas, en cuyo caso una rueda frenará y patinará antes o después que cualquiera de las restantes. Una rueda, o las dos de un mismo lado, pueden estar sobre una superficie algo más deslizante, como una franja central o una junta del firme, y puede o pueden bloquearse antes que las del lado opuesto, describiendo una curva en la dirección de la superficie menos deslizante. Las ruedas traseras de un remolque casi siempre comienzan a deslizarse antes que las ruedas del tractor, porque están así regladas. A menudo, las ruedas del tractor no patinan en absoluto. A veces las ruedas traseras pueden iniciar un patinazo visible por la fuerza producida al atropellar a un peatón o un animal; en este caso es probable que las ruedas traseras estuvieran ya patinando con anterioridad, pero dejando solamente una especie de sombra.

18.4.5.2. *Curvas*

Las curvas en las huellas de deslizamiento son, generalmente, tenues patinazos hacia el borde de la calzada en carreteras bombeadas. Pueden comenzar por un frenado desigual o debido al factor de adherencia de la carretera. También pueden producirse si el coche ha sido sometido a una ligera maniobra de volante momentos antes de aplicar los frenos, prosiguiendo el movimiento de rotación mientras el vehículo se desliza. Las curvas pueden iniciarse también cuando el coche entra en colisión, pero tales curvas son más bien desviaciones, serán tratadas más adelante. Una curva de una huella de neumático puede indicar que la rueda en cuestión se arrastraba al ser remolcado el vehículo siniestrado.

18.4.5.3. *Desalineaciones*

Las desalineaciones, en las huellas de deslizamiento casi siempre señalan el *punto de una colisión* con otro vehículo o un objeto fijo, sobre todo si son pronunciadas. Tales desviaciones suelen estar cerca del final de las huellas de deslizamiento o donde éstas empiezan a curvarse debido al movimiento de rotación del vehículo.

A veces, en los accidentes con peatones o ciclistas, la desviación es más ligera y, de no existir algo más que la justifique, puede atribuirse a la fuerza de la colisión, permitiendo así localizar el punto clave del accidente.

También se pueden observar desalineaciones cuando alguna rueda del vehículo pierde contacto con la superficie pavimentada y pasa al arcén o cuneta, en especial si en el tránsito de una superficie a otra existe un bordillo o escalón lateral (figura 18.XVII).



Fig. 18.XVII.

18.4.6. *Duración de las huellas de deslizamiento*

El carácter de permanencia de las huellas de deslizamiento dependerá de muchos factores. Pueden ser borradas, frotadas o recubiertas por:

A. El tráfico, que eventualmente irá borrando todo vestigio.
B. Las pisadas de la gente, sobre todo las de los espectadores circunstanciales, los transeúntes, las personas implicadas en el accidente e incluso de los mismos investigadores.
C. La lluvia o nieve, que lava o cubre muchas huellas.
D. El sol y el viento, que seca o sopla las marcas compuestas por partículas húmedas o ligeras.
E. Algunas personas que, premeditadamente, eliminan o recubren las huellas con el fin inutilizarlas como pruebas materiales.

F. Otras huellas de deslizamiento; sobre todo en las proximidades de señales de parada o semáforo, pueden tapar o confundirse con las de un determinado accidente.
G. Obras de conservación y reparación de la carretera.

La duración de una huella de deslizamiento depende del tipo de la misma. Las manchas negras pueden durar varios meses, incluso con una circulación bastante densa. Por otra parte, las huellas de deslizamiento húmedas, en aguanieve o fango, pueden ser borradas por la lluvia unos segundos después de haber sido hechas, y, en cuanto a los surcos en la tierra o arena, el primer coche que pase sobre ellas, puede borrarlas totalmente.

18.4.7. *Protección de las huellas*

Proteger las huellas de deslizamiento hasta que hayan sido estudiadas. Esta protección puede durar unos minutos, o quizás horas, si hubiera que llamar a alguien para que las analice. Conviene tratarlas como si fuesen las huellas digitales en el lugar de un crimen:

A. Colocar luces o aparcar un vehículo para impedir que los demás vehículos o las personas pasen por encima de las huellas.
B. Tener cuidado de no crear peligro al aparcar el coche.
C. Hacer que un agente o un espectador custodie las huellas.
D. Mantener alejados a los curiosos.
E. A veces habrá que desviar al tráfico o levantar barreras.

Conviene examinar con toda rapidez las huellas de deslizamiento tenues o delicadas. Se estropean pronto, especialmente cuando llueve.

Si es posible deben fotografiarse cuanto antes usando testigos métricos. A veces, en especial cuando el accidente ha ocurrido de noche, las huellas de frenado o fricción quedan cubiertas por innumerables restos. Su ausencia puede equivocar al investigador, que necesariamente debe volver a la mañana siguiente para que una vez desaparecidos dichos restos por el paso de la circulación, el observador puede apreciar lo que no pudo la víspera.

18.4.8. *Necesidad de confrontar el vehículo que originó las huellas*

— No siempre ocurre, pero en determinados puntos peligrosos aparecen multitud de marcas que demuestran el riesgo continuo del lugar. Aparece dicha eventualidad en intersecciones y semáforos, básicamente.
— Si el vehículo se encuentra al final de las huellas, no existe problema, será difícil que un vehículo no implicado haya coincidido en su posición con el trazado de las marcas.
— A veces, la declaración testifical ayudará a confirmar la hipótesis clara.
— En todo caso, el investigador debe medir el ancho de la vía del vehículo y constatar que coincide con la separación de ambas huellas. La medición

debe hacerse con precisión, de lo contrario, el error puede tergiversar la inicial opinión del observador.

— También es conveniente medir el ancho de cada huella y comparar con la del neumático correspondiente.

— Si aparece alguna tiznadura o estampa que se hallen a continuación de las de frenado, el dibujo de aquéllas, deberá contrastarse con el de las respectivas ruedas.

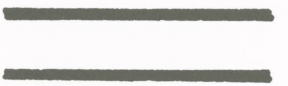
18.4.9. *Forma y longitud de las huellas de deslizamiento*

Con una presión correcta y un neumático con dibujo adecuado la forma que presentan las huellas de deslizamiento es la siguiente:



Como se observa, se forma un conjunto de líneas paralelas correspondientes a los salientes de la escultura de la banda de rodamiento, dejando en blanco, naturalmente, los espacios huecos del dibujo.

Si la presión es baja o inferior a la adecuada la huella tiene el siguiente formato:



Tan sólo se marcan los hombros de la banda de rodamiento debido a la concavidad central por baja presión.

Una presión elevada hace que los bordes exteriores de la señal sean más tenues.



Una mancha que no distingue los espacios en blanco, puede indicarnos bien que el neumático carece de dibujo, bien que el firme tiene una adherencia escasa.



Ya hemos indicado que el inicio y el final de las huellas no son regulares, lo normal es que comiencen y terminen del modo siguiente:



En cuanto a las huellas realizadas por motocicletas, debe tenerse presente su menor anchura, al contrario que las relativas a autobuses y camiones de mayor amplitud. Algunas de estas últimas son dobles debido al gemelado.

La *longitud* es variable; marca la velocidad de un modo directo, y a su vez, la distancia habida entre el punto de colisión (si lo ha habido) y el punto de decisión. Pueden ser de apenas unos centímetros, pero en raras ocasiones, superan los cien metros.

Para el observador novato, una tiznadura o una untadura de materia grasa u oscura, puede parecer una huella de deslizamiento. No deben confundirse habida cuenta que aquéllas como las estampas reproducen fielmente el dibujo del esculturado, cosa que nunca ocurre en el deslizamiento de las ruedas bloqueadas.

Anexo n.º 1

POSIBLES VALORES DE LOS FACTORES DE ROZAMIENTO DEL PAVIMENTO PARA NEUMATICOS DE GOMA

Descripción de la superficie la carretera	SECA				HUMEDA			
	Menos de 50 km/h.		Más de 50 km/h.		Menos de 50 km/h.		Mas de 50 km/h.	
	De	a	De	a	De	a	De	a
Concreto								
Nuevo, liso	0.80	1.20	0.70	1.00	0.50	0.80	0.40	0.75
Usado	0.60	0.80	0.60	0.75	0.45	0.70	0.45	0.65
Pulimentado por el tráfico	0.55	0.75	0.50	0.65	0.45	0.65	0.45	0.60
Asfalto o alquitrán								
Nuevo liso	0.80	1.20	0.65	1.00	0.50	0.80	0.45	0.75
Usado	0.60	0.80	0.55	0.70	0.45	0.70	0.40	0.65
Pulimentado por el tráfico	0.55	0.75	0.45	0.65	0.45	0.65	0.40	0.60
Con exceso de alquitrán	0.50	0.60	0.35	0.60	0.30	0.60	0.25	0.55
Adoquín								
Nuevo, liso	0.75	0.95	0.60	0.85	0.50	0.75	0.45	0.70
Pulimentado por el tráfico	0.60	0.80	0.55	0.75	0.40	0.70	0.40	0.60
Piedra compacta								
Nuevo, liso	0.75	1.00	0.70	0.90	0.65	0.90	0.60	0.85
Pulimentado por el tráfico	0.50	0.70	0.45	0.65	0.30	0.50	0.25	0.50
Grava								
Apisonada, con riego asfáltico	0.55	0.85	0.50	0.80	0.40	0.80	0.40	0.60
Suelta	0.40	0.70	0.40	0.70	0.45	0.75	0.45	0.75
Escorias								
Compactadas	0.50	0.70	0.50	0.70	0.65	0.75	0.65	0.75
Piedra								
Machacada	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75
Hielo								
Liso	0.10	0.25	0.07	0.20	0.05	0.10	0.05	0.10
Nieve								
Compactada	0.30	0.55	0.35	0.55	0.30	0.60	0.30	0.60
Suelta	0.10	0.25	0.10	0.20	0.30	0.60	0.30	0.60
Reja metálica								
Con ranuras	0.70	0.90	0.35	0.75	0.25	0.45	0.20	0.35

El factor de rozamiento actual o coeficiente de fricción de un pavimento determinado puede variar considerablemente debido a una serie de factores, tales como la superficie de la carretera, el diverso paso de los vehículos, presión de los neumáticos, el dibujo de los mismos, la temperatura del aire, la velocidad y otros. Este cuadro reúne los datos experimentalmente obtenidos por diferentes personas en diferentes carreteras de los Estados Unidos, se consideran deslizamientos rectos sobre superficies limpias.

CAPITULO XIX

INVESTIGACION DE DAÑOS EN LOS VEHICULOS

19.1. Daños y estado del vehículo

Un vehículo que ha sufrido un accidente contiene información suficiente como para llegar a una serie de conclusiones muy importantes respecto del suceso. Basta observarlo detenidamente examinando los signos que puedan llevar a conocimiento de la respuesta a estas dos preguntas fundamentales:

a) *¿Cómo ocurrió el accidente?*
b) *¿Por qué ocurrió el accidente?*

Respecto de la primera, se trata de realizar una reconstrucción del accidente partiendo de la posición inicial de cada uno de los vehículos (en circulación normal antes de iniciarse la circunstancia anormal que condujo al suceso), pasando por cada uno de los momentos hasta llegar al *punto de conflicto* y posterior posición final.

Pero se trata, recordemos, de deducir todo esto en base a unos daños existentes en los vehículos, para lo cual lo fundamental es observar la dirección de las *líneas de fuerza.*

No vamos a recordar nuevamente las distintas fuerzas intervinientes de acuerdo con los principios fundamentales de la dinámica formulados por Newton. En otras páginas de este mismo libro hay ya suficiente información sobre el tema para saber lo que hay que buscar y donde hay que buscarlo.

Si en el accidente hay dos vehículos implicados y ambos tienen dañadas sus partes anteriores de forma homogénea (aproximadamente iguales a izquierda, centro y derecha), podremos concluir sin temor a equivocación que lo que ha ocurrido es que ambos *vehículos han colisionado frontalmente de forma central.* Observaremos que las líneas de fuerza en este caso serán perpendiculares al eje transversal

de ambos vehículos y en sentido de adelante hacia atrás partiendo del frontal de cada uno de los coches (figura 19.I y fotografía 19.4).

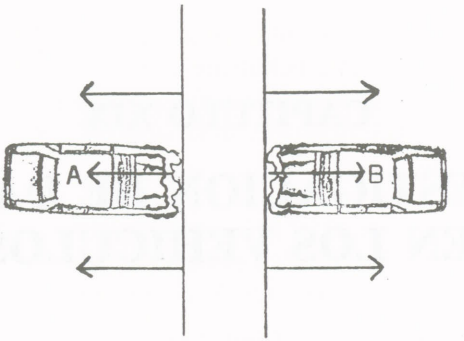


Fig. 19.I.

Ahora y partiendo de este primer dato cierto, habremos de buscar indicios en la vía de invasión de uno de los vehículos en el carril de circulación del otro, o quizás ambos circulaban por el centro de la calzada o posiblemente han colisionado en el arcén. El punto de conflicto estará posiblemente marcado en la carretera (ver figura 19.II).

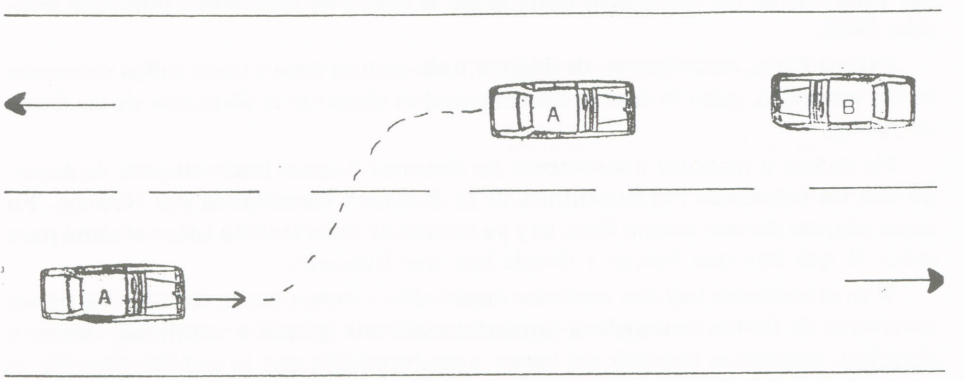


Fig. 19.II.

Y una vez que se ha llegado a la conclusión de qué vehículo invadió la zona reservada al otro, llega el momento de contestar a la segunda pregunta.

¿Por qué ocurrió el accidente?

Sí, ya sabemos que ambos vehículos colisionaron frontalmente y que el A invadió el carril de circulación correspondiente al B (figura 19.II), pero ¿por qué?

Ahora la tarea que se debe imponer el investigador es la de averiguar las Causas del Accidente, tanto las Causas Mediatas como las Inmediatas; es decir, *lo que motivó el accidente.*

Como ya sabemos, estas causas pueden ser debidas al hombre, a la vía y el ambiente o al vehículo. La búsqueda de causas en cada uno de dichos factores, se trata en el capítulo correspondiente. Respecto del vehículo, hay que realizar una inspección minuciosa encaminada a resolver otras dos preguntas fundamentales:

c) *¿Hay algún defecto en los vehículos que haya contribuido como causa mediata o inmediata a la producción del accidente?* Por ejemplo: ¿Se reventó alguna rueda cuando el vehículo circulaba normalmente? ¿El vehículo se quedó sin frenos cuando circulaba normalmente?

Dicha causa hay que saber encontrarla a pesar de los daños ocasionados en los vehículos con motivo del accidente. En muchas ocasiones el investigador necesitará de la colaboración de un experto en mecánica automovilística o ingeniería automovilística para que le informe de determinados detalles. En caso de que necesite dicha ayuda, debe solicitarlo directamente o hacerlo constar en las diligencias para que la Autoridad Judicial realice lo conveniente al caso.

Ver capítulo dedicado al vehículo.

Una forma de realizar esta búsqueda es lo propuesto por F. Aparicio, J. Fernández y A. García, Departamento de Ingeniería de vehículos y Transportes de las Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Madrid. Ver anexos números 1 y 2. Mediante fichas como las presentadas en estos anexos citados, se realiza una inspección minuciosa de los vehículos en busca de causas del accidente.

Y la segunda pregunta:

d) *¿Qué daños se han producido como consecuencia del accidente?*

Habrá daños que los vehículos ya tenían anteriormente y que hay que saber distinguir de los recientes y que no infundan a confusión respecto a la forma en que se produjo el suceso.

Estos daños se describen de muy buena forma mediante fotografías tomadas desde el punto adecuado y con el ángulo y separación oportunos (ver fotografías 19.1 y 19.2).

Según J. S. Baker, se pueden encontrar seis clases de averías o daños en los vehículos que son los siguientes:



Fot. 19.1.— Daños en el vehículo. *Atropello.*



Fot. 19.2.— Daños en el vehículo. *Líneas de Fuerza.*

1. *Precediendo al accidente pero sin contribuir a él,* por ejemplo, daños recibidos en otros anteriores, y accesorios que no funcionan en el momento del accidente, como los faros en un accidente durante la luz diurna. Estas no esclarecen la causa del mismo.
2. *Precediendo y contribuyendo a él,* por ejemplo, la rotura de la suspensión de una rueda, neumático desinflado, incendio, averías intencionadas. Todo esto puede aclarar la causa del accidente.
3. *Durante la colisión,* por ejemplo, abolladuras, cristal roto, partes arrugadas y neumáticos pinchados; todo esto puede revelar algo acerca de cómo ocurrió el accidente.
4. *Después del choque y antes de la posición final,* puede ser la misma clase de daños que durante la colisión. También pueden mostrar algo respecto a cómo ocurrió el accidente, especialmente si hay una segunda colisión.
5. *En la escena posterior al accidente,* por ejemplo, daños recibidos en maniobras de salvamento, recuperación del vehículo, incendio, vandalismo o robo. Esto casi no revela nada acerca del accidente.
6. *Durante la retirada y almacenamiento del vehículo,* por ejemplo, partes separadas o dobladas por motivo de remolque y partes rotas o dobladas en el levantamiento o acarreo. Esto puede incluir escoriaciones en la infraestructura y ulteriores daños a los neumáticos desinflados. Esto no revela nada sobre el accidente.

En este estudio nos interesa principalmente el tercer y cuarto punto de la lista. La primera, quinta y sexta clase de daños, carecen de importancia respecto del accidente, pero a menudo tienen que ser referidos como NO contribuyentes al accidente o como que nada aclaran acerca de lo ocurrido. Todas estas seis formas de mal estado pueden existir juntas en un solo vehículo accidentado, pero todas son diferentes, porque se produjeron en distintos momentos y por diversas razones. Pueden distinguirse generalmente mediante una minuciosa inspección.

El examen de los desperfectos para descubrir cómo ocurrió el accidente puede ser completamente innecesario si se pueden conseguir explicaciones enteramente satisfactorias de otras fuentes como las declaraciones de testigos que coinciden. Una rápida ojeada a los daños puede ser bastante para corroborar otras fuentes de información. Pero si no hay testigos fidedignos, los desperfectos en los vehículos pueden constituir el único medio que pueda explicar cómo ocurrió el accidente; con frecuencia los daños son una fuente de información más veraz que la gente que se encontraba junto a la escena cuando ocurrió el accidente. En los accidentes que revistan mayor gravedad, especialmente si hay testigos, es cuando puede convenir más examinar los desperfectos y asesorarse de técnicos especialistas en mecánica automovilística.

19.2. **Reconocimiento del vehículo**

19.2.1. *Observación inicial*

La observación inicial del vehículo empieza en el momento en que se ve por primera vez. De una mirada puede captar la situación general. Si llega a la escena poco después de ocurrir el accidente, lo primero que ha de mirar es si hay posibilidades de que empeore. ¿Hay humo, gasolina derramada, u otras indicaciones de que pueda producirse un incendio? Eche una mirada al interior del vehículo para cerciorarse de que está desconectado el sistema de ignición. ¿Se halla el vehículo en situación peligrosa con relación al tráfico que se avecina? ¿Hay algún herido dentro del vehículo? Encárguese de todas estas urgencias inmediatamente.

19.2.2. *Reconocimiento preliminar*

Observe la posición y los daños visibles de los vehículos implicados. Una rápida evaluación de los daños evidentes suele ser un buen punto de partida para su investigación. Este es el momento de obtener ciertos datos que quizás más tarde no le será posible tomar, por ejemplo:

- ¿Funcionan las luces?
- ¿Ha sufrido el vehículo algún movimiento desde el sitio en que vino a detenerse?
- Aparte de los neumáticos ¿hubo alguna otra parte del vehículo que tuviera contacto con el suelo?
- ¿Había algún neumático desinflado?
- ¿En qué posición se halla la palanca del cambio de marchas?
- ¿Qué velocidad marca el velocímetro de los vehículos?
- ¿En qué posición están los interruptores de alumbrado y señalización de los vehículos?
- ¿Qué datos refleja el disco-diagrama del tacógrafo en los vehículos obligados a llevarlo instalado? Recójalo y consérvelo para analizarlo.

La información que se obtiene observando el vehículo, en estos momentos, puede sugerir las preguntas que luego haya que hacer a los testigos acerca de datos como, por ejemplo, el ángulo de colisión y la posición relativa de los vehículos en la carretera. El examen preliminar también aporta una valiosa imagen visual para la reconstrucción del accidente. Busque causas, deficiencias y condiciones evidentes en el vehículo que apunten a su contribución en el accidente y que den una orientación para el examen final.



Fot. 19.3.



Fot. 19.4.— Colisión frontal de un vehículo con otro.

19.2.3. *Reconocimiento final*

El estudio final del vehículo, si es que es necesario, es una ampliación organizada más pausada y atenta del reconocimiento preliminar. En este posterior examen hay que llegar a alguna conclusión. El momento de efectuarlo depende de un sin fin de cosas. En la escena del accidente hay que aguardar la adopción de las medidas de urgencia y otras diligencias indispensables. Y durante el examen final puede haber interrupciones debido a las orientaciones que dan los testigos en sus manifestaciones, o las propias observaciones en el lugar del accidente o a importantes pistas observadas en el reconocimiento preliminar. Hay que tener un cuidado especial en comprobar las declaraciones de los testigos por lo que respecta al estado y funcionamiento del vehículo; no son tan seguras como una observación de primera mano del vehículo o un reconocimiento por un mecánico. También hay que asegurarse de casar los daños y marcas del otro a fin de determinar cuales fueron las partes que estuvieron en contacto. Los datos que se recojan en este momento pueden formar la base de una posterior reconstrucción.

Puede ser necesario alguna vez un examen final adicional para buscar ciertos daños o circunstancias específicas que pueden confirmar o desacreditar alguna teoría acerca de cómo ocurrió el accidente, o para tomar fotografías o alguna pieza del vehículo para emplearla como prueba en el juicio. Si las observaciones preliminares son bien realizadas, estas visitas adicionales al coche que ha sufrido los daños pocas veces serán necesarias, pero no obstante, si ello resulta imprescindible, no hay que dudar en realizarla.

Con frecuencia es conveniente tomar precauciones para quien quiera que tenga en custodia el vehículo accidentado no le haga ninguna reparación hasta que tenga la seguridad que no hará falta ningún reconocimiento más, independientemente de que al conductor hay que advertirle que el vehículo está a disposición judicial, por lo que para ser reparado necesita autorización expresa del juez.

19.2.4. *Reconocimiento tardío*

A veces no se llegará a tiempo para reconocer el vehículo en la escena. También puede suceder que las circunstancias impidan examinar el vehículo durante días e incluso semanas. Además ha de considerar la posibilidad de otros daños ocasionados al vehículo al ser apartado de la escena y remolcarlo. Importantes escoriaciones útiles para reconstruir la colisión pueden borrarse. El examen de vehículo fuera de la escena también puede complicar las tentativas para hermanar los daños del vehículo con las señales en la carretera. Puede haber más marcas y daños en el vehículo que las que había cuando se hallaba en la escena. Por consiguiente, hay que obrar con cautela al tener que adoptar alguna resolución.

Hay que enterarse bien de las condiciones del vehículo después del accidente

por medio de las personas que se hallaban presentes en las escena y de los responsables del traslado y custodia del vehículo. Averigüe qué daños pudieran haberle sobrevenido desde que el vehículo fue sacado del lugar del accidente.

19.2.5. *Autoridad para el reconocimiento*

Cualquiera que se encuentre en la escena de un accidente puede penetrar en el vehículo para salvar vidas o bienes. Los únicos requerimientos que se precisan es que sea un caso urgente y que se emplee un cuidado razonable. Un miembro de la policía, en el curso de sus deberes en la escena de un accidente, puede entrar en un vehículo para una inspección normal. Esta normal inspección implica la recopilación de datos acerca de la marca, modelo, edad y propiedad del vehículo y el reconocimiento de los desperfectos, causas de las lesiones a ocupantes o peatones, y estado del vehículo. Si éste ha sido retirado de la calle o carretera y llevado a un garaje, depósito, o al domicilio del propietario, para poder ser reconocido se necesita el permiso de su propietario, del dueño del depósito o del representante del propietario. No obstante, como los vehículos estarán a disposición judicial, el Equipo de Atestados como delegado del juez para instruir las diligencias del caso, podrá hacer los exámenes referentes a las mismas que sean necesarias.

19.3. **Deducción por los daños de cómo ocurrió el accidente**

19.3.1. *Examen de los desperfectos*

Es necesario para obtener datos sobre los que fundamentar su opinión acerca del punto inicial y ángulo de colisión justo antes del contacto, la dirección de la fuerza, la posición en el momento culminante y el movimiento de los vehículos, respecto el uno del otro durante la colisión. Esta parte del reconocimiento consiste principalmente en el apareamiento de los daños de un vehículo con los daños del otro. Las posibles velocidades se pueden calcular aproximadamente por la distorsión de la rueda y de la estructura y por la cantidad de penetración de un vehículo en otro.

Comprobando la novedad de las impresiones, roces de pintura y exfoliaciones, se puede a menudo dar por sentado que ocurrieron a consecuencia del accidente actual y no en otros accidentes anteriores. La cantidad de óxido casi siempre constituye una indicación del tiempo transcurrido desde que la parte sufrió los desperfectos, y por ende deducir si proceden de un accidente anterior. Una parte dañada con un espacio que tiene un brillo metálico y muy vivo probablemente fue colisionado muy recientemente por otro vehículo u objeto fijo.

Tenga siempre presente que ciertos desperfectos, especialmente de ruedas, suspensión, motor y armazón han de ser forzosamente daños causados en el accidente porque si hubieran sido anteriores el vehículo no habría podido circular.

Las huellas de pintura o de goma del neumático que se observan en el otro vehículo, pueden ayudarle a identificar las exactas partes afectadas y esto puede llevar de la mano al establecimiento del ángulo de colisión y el punto de máxima violencia.

19.3.2. *Punto de colisión inicial y dirección de la fuerza.*

Por los daños se puede deducir de ordinario la dirección de la fuerza que los provocó de un modo muy aproximado. Los daños en partes específicas como parachoques, guardabarros, puertas, cristales, ejes, ruedas, suspensiones y motor, así como también los cortes en los neumáticos, distorsión de la armadura y lesiones a los pasajeros, son fuente para esta información.

19.3.3. *Determinación de la violencia del impacto*

Determinar la violencia de la colisión en el momento culminante del accidente, le ayuda a determinar las fuerzas probables con que colisionaron los vehículos. Cuando conozca la posición de los vehículos en el momento crítico máximo, puede generalmente deducir el ángulo de colisión y el punto del primer contacto para cada vehículo. Al estudiar el accidente en el momento de la máxima violencia, busque pruebas del movimiento durante el encontronazo, en forma de rayas, tiznaduras o estrías. Esto sugerirá de ordinario las posiciones de los vehículos cuando termina la colisión. Muchas veces es conveniente medir la distancia desde el suelo a cierto desperfecto para poderlo hermanar con la altura del bastidor de un camión u otro objeto golpeado. Ello ayuda a establecer la posición de los vehículos en colisión, especialmente en los accidentes que envuelven a más de dos vehículos, que es cuando suelen surgir dudas de cuál vehículo colisionó con cuál.

Algunas veces es precisa una atenta observación de las plantillas y rebordes de los neumáticos para ver si pudieron efectuar o no las marcas observadas en el movimiento. Contar los nervios o listas de la plantilla del neumático es casi lo único que puede hacerse para hermanarlas con las señales de patinaduras, ya que el rastro del dibujo no queda marcado. En las impresiones de neumático puede que se vea todo el dibujo de la plantilla. Si la identificación es importante, procure que sean bien visibles en las fotografías tanto las marcas sobre el pavimento como las plantillas de los neumáticos. A veces también puede ser provechoso medir el distanciamiento de los nervios del reborde del pie del neumático para aparearlos con las marcas en otros coches u objetos fijos con el fin de identificar los puntos de contacto.

19.3.4. *Señales en calzada*

Cuando hay muescas, estrías o embarraduras en la calzada, observe atentamente en los vehículos las partes que las marcaron. El momento mejor para esta observación es cuando la grúa levante el vehículo para remolcarlo. De lo contrario tendrá que elevarlo con el gancho o agacharse y examinar la infraestructura. Las partes que marcan las estrías, de ordinario están muy desgastadas o pulidas por el roce y pueden doblarse si sobresalen, como los extremos de los pernos. Si se examina el vehículo inmediatamente después del accidente, estas superficies serán relucientes y pueden tener un color pajizo o un tenue matiz azulado a causa del calor producido en ellas por la fricción. Más tarde ya se va oxidando. Si la superficie de la carretera contiene alquitrán o asfalto, especialmente cuando se reblandecen por el calor, puede haber algo de este material de la carretera pegado todavía a las partes que escarbaron en la misma. Cuando encuentre la parte que dejó la marca, tome su medida para hermanarla con la medida de la marca o de las estría en la calzada. Si es posible realizar estas mediciones, suelen ser muy convincentes. Si hay probabilidad de que el accidente surja algún pleito, procure hacerse con estas partes como posible evidencia ante el Tribunal, o por lo menos téngalas fotografiadas.

Un importante dato a determinar es si un vehículo volcó. Puede necesitar pruebas de que el vehículo volcó para justificar su posible reconstrucción. Un vehículo que ha volcado casi siempre presenta pruebas del vuelco, aunque después del accidente quede sobre sus ruedas. Mire si hay barro o marcas de restregón a lo largo del moldeado para la lluvia o perfil curvado del tejadillo. La identificación de cada serie de señales le ayudará a trazar el exacto movimiento del vehículo desde el punto inicial hasta la posición final. Por estos datos es muchas veces posible comprobar los cálculos acerca de la velocidad y dirección anteriores del accidente (fotografía 19.5).

La hierba prendida entre el neumático y la llanta indica que la rueda sufrió un movimiento oblicuo muy violento sobre el arcén con la suficiente violencia para separar momentáneamente el neumático de la llanta. (Ver fotografía número 19.3). Cuando esto ocurre, suele haber un ancho surco en el césped. Con esto puede localizar con absoluta exactitud una posición del coche contra este punto clave y su posición final. Los neumáticos sin cámara raras veces muestran hierbas prendidas. El violento movimiento lateral separa el neumático de la llanta y suelta el aire. *De aquí que un neumático posterior sin cámara aplastado, en una colisión frontal puede insinuar que el fallo del neumático contribuyó al accidente, especialmente si dicho neumático presenta daños.* Con todo, un neumático sin cámara es mucho más fácil que pierda su aire a consecuencia de un violento empuje de costado durante o después de la colisión que a causa de un fallo anterior.



Fot. 19.5.— Señales y marcas típicas de un vuelco. Arañazos y restos de hierba y tierra.



Fog. 19.6.— Mediante la fotografía de detalle se recogen los daños ocasionados en los vehículos por el accidente.

19.4. **Examen de las causas de lesiones a los pasajeros y de daños a las mercancías**

19.4.1. *Daños en los interiores causados por los pasajeros o por el flete*

Hermanando las lesiones a los pasajeros y los perjuicios al cargamento con las causas de tales lesiones o daños puede juzgar ciertos daños al vehículo que de otro modo no tendrían explicación.

4.1.1. *Causas internas de lesiones*

Las áreas más peligrosas en el interior del vehículo son:

— Cristales del parabrisas y de las ventanas.
— Montaje del volante.
— Cuadro de mandos, especialmente el lado derecho.
— Estructura superior, especialmente en los vuelcos de convertibles.
— Bastidores de los asientos, en particular el derecho de delante.
— Ferretería del interior, como pulsadores de control, tiradores de puertas o asideros.
— Piso del coche.
— Adornos.

19.4.2. *Posibilidad de expulsión de los pasajeros*

En algunos accidentes se abre una o más puertas y sale despedida alguna persona. En este caso el problema radica en determinar si sufrió la lesión en el interior del vehículo o se la produjo al caerse. De ordinario puede descubrirse si la lesión ocurrió dentro o fuera del vehículo, mediante la colocación de la posición de los pasajeros dentro del vehículo antes del accidente y luego relacionar una herida particular con el objeto causante de la herida. Esta información recogida en cantidad puede servir de base para que los diseñadores de vehículos descubran la forma de reducir al mínimo las lesiones en una colisión.

4.2.1. *Causas externas de lesiones*

Los sitios más peligrosos fuera del vehículo son:

— Superficies duras, como pavimentos y aceras.
— Superficies de metal, como otros vehículos.
— Objetos sólidos permanentes, como la espita de una boca de agua para incendios, postes de señalización, farolas de alumbrado.
— Salientes puntiagudos como los de las vallas metálicas.

19.4.3. *Lesiones a los peatones que tienen lugar como resultado del contacto con el vehículo u otro objeto como, otro vehículo, bordillo o poste.*

El punto preciso del contacto lo conocerá si busca en el vehículo abolladuras, piezas rotas, raspados en la pintura, trozos de ropa, manchas de sangre y otras varias señales.

4.3.1. *Atropello de frente*

Mire si hay alguna rotura en los faros y embellecedor o parrilla, y si hay en el capó alguna ligera traza de impacto, confróntela con una abolladura o señales de efectos de golpe o roce.

4.3.2. *Atropello de lado*

Mire si hay señales de frote o roce de botones y vestidos.

4.3.3. *Atropello por detrás*

Mire si hay sangre, trozos de ropa prendidos en el parachoques, portamaletas, faros, luces y placa de matrícula.

4.3.4. *El coche le pasa por encima*

Manchas de sangre, trozos de vestido, señales de golpes en la parte inferior del cambio de marchas, motor, armazón y ruedas.

También hay partes del vehículo que son especialmente peligrosas por su diseño o emplazamiento. Examine de modo especial los espejos del exterior y las manecillas de las puertas principalmente en las embestidas porque al proyectarse fuera de la estructura pueden causar fácilmente lesiones. Los adornos de los radiadores, las defensas del parachoques y los marcos de los faros con diseño afilado y cortante muestran de ordinario claramente los efectos del contacto con los peatones si se observa con detenimiento.

19.5. **Registro de la información sobre el estado del vehículo**

Toda la información que se va obteniendo sobre el estado en que se encuentran los vehículos se debe ir anotando al mismo tiempo que se realiza la inspección en formularios especiales que el propio investigador haya confeccionado según el método que prefiera seguir. Unos ejemplos de modelos de formularios para recoger información sobre el estado de vehículos son los recogidos en los Anexos 3, 4, 5 y 6 del presente capítulo.

En general, hay cuatro formas de recoger la citada información.

19.5.1. *Notas suplementarias*

Son necesarias para registrar información positiva que no puede ponerse en el parte de accidentes o en el croquis del terreno. Los formularios para estas anotaciones son especialmente útiles para registrar daños a los vehículos porque permiten hacerlo con una escritura muy breve.

19.5.2. *Esquemas*

Bosquejos especiales de camiones, remolques, autobuses y demás vehículos no habituales, pueden ser precisos para que muestren las medidas de los desperfectos o partes dañadas o ruinosas. A veces son de mucha utilidad los esbozos de las partes, especialmente si tienen que mostrar medidas.

19.5.3. *Las fotografías*

Son muy útiles para registrar los daños porque éstos son difíciles de explicar con palabras. Son de mucha valía como prueba ante los Tribunales. Por regla general se requieren dos fotos de cada vehículo para que se vean los daños globales, como ya hemos explicado en otra parte. En los accidentes que haya probabilidad de litigio, tome desde cerca, muy cerca, fotografías de partes rotas, señales y marcas en los vehículos, y especialmente de cualquier parte o área del vehículo que haya podido ser un factor contribuyente a la causa del accidente (fotografía 19.6).

19.5.4. *Declaraciones*

De los conductores, pasajeros y testigos y, de modo particular, de los mecánicos que sacaron o repararon el vehículo, pueden contener informaciones acerca de los daños a los vehículos.

19.6. **Simulación de accidentes**

Ocurre en ocasiones que los conductores manifiestan que el accidente se debió a un fallo mecánico en el vehículo y tratan por todos los medios de hacer que así lo parezca. La acción naturalmente se dirige hacia los órganos vitales.

19.6.1. *Mecanismo de dirección*

Actualmente los automóviles están dotados de un sistema de dirección que varía con arreglo a las marcas y modelos entre la «de cremallera» y la de «tornillo sin fin», la primera puede ser asistida, esto es, dotada de un sistema hidráulico que ayuda a la manejabilidad del sistema de dirección. Estos mecanismos pueden sufrir muchas averías, muchas de las cuales solamente podrán ser determinadas

por expertos en la materia, pero hay otras que, a la vista de cualquier buen observador, se puede determinar si la misma fue fortuita o provocada.

Las más frecuentes son: rotura de la barra de dirección, rótulas y tirantes, barra estabilizadora.

Si la rotura de cualquiera de las piezas enumeradas anteriormente se ha producido con anterioridad al accidente, esto solamente puede ser causa de un mal estado de la pieza por deterioro con el tiempo, entonces se observa que el corte, al ser paulatino, presenta un color irregular, debido al aire, el agua, que han ido penetrando y oxidando la grieta, en cambio si ha querido ser falseado, la única manera de partirlas es aserrándolas, por lo que se vería el corte limpio de herrumbre.

Puede darse el caso de que algunas barras estuvieran dañadas con anterioridad y que se hubiera terminado de partir a causa del golpe, lo que se observaría inmediatamente porque estarán dobladas.

De todos modos es muy difícil que el conductor que ha sufrido un accidente se disponga momentos después del mismo a enmascararlo para así tener una coartada que le libre de responsabilidad, esto suele hacerse cuando el vehículo es llevado a un taller y casi siempre por manos expertas, lo cual ya no es tan impensable.

Una de las averías que suele presentarse es el desgaste paulatino de las rótulas, y a consecuencia de ello salirse un tirante o los dos que unen a la barra de la dirección y con ello se origina el descontrol en la dirección del vehículo. Sin embargo, la rótula en su desgaste paulatino, va dejando en el interior del conjunto de la pieza una mezcla de grasa y de partículas de metal. Si no presentan estos indicios puede asegurarse que los tirantes han sido sacados para falsear el accidente.

Si se trata de una dirección de cremallera asistida puede apreciarse por el líquido existente en el suelo, por el estado de los latiguillos, los cuales fácilmente pueden ser cortados, pero tal circunstancia se apreciaría fácilmente.

19.6.2. *Frenos*

Es más usual aducir una avería de este tipo, tras haber ocurrido un accidente. En primer lugar hay que distinguir dos cosas, la pérdida total de la eficacia de frenado y la pérdida progresiva, esta última implica una responsabilidad por parte del conductor, puesto que debe haberse dado cuenta mucho antes del accidente, puede ser debida a un desgaste excesivo de las zapatas o pastillas, escape progresivo del líquido de frenos, falta de presión en el circuito del aire.

Pero lo que a nosotros nos interesa es la pérdida instantánea de eficacia en el frenado, que caso de ser producto de avería constituiría un caso fortuito.

En los sistemas hidráulicos y de aire, los componentes más propensos a producir accidentes son los distintos elementos de conducción del líquido así como el aire, en particular toda tubería flexible y sobre todo en los hidráulicos, ya que con los de aire el vehículo lleva los correspondientes manómetros, que indican en todo momento la presión en los depósitos, así como la cantidad que se gasta en cada

frenada y en caso de pérdida fortuita el conductor puede apreciarlo en ese mismo momento. En caso de pérdida de líquido de frenos se observan las conducciones y se determina si existen manchas y derrames progresivos en los elementos próximos, puesto que el líquido difícilmente se evapora. Respecto a los latiguillos, se examina el corte o cortes para saber si éstos se han producido por envejecimiento de la pieza o por un elemento cortante o bien por un tirón forzado tras el accidente, en cuyo caso todo el líquido se habrá derramado sobre la calzada inmediatamente y formará una pequeña mancha en el mismo lugar.

Otra de las averías que suelen producirse es el deterioro de las juntas que componen el bombín, en cuyo caso se observa la mancha en los elementos anejos (disco, llanta, etcétera), mezclado con el polvo que se recoge en el camino recorrido.

Los vehículos con freno de aire llevan doble circuito, independientes, con el fin de ofrecer una mayor seguridad. Si el freno es eléctrico, éste actúa sobre la transmisión, la frenada debe ser progresiva, de lo contrario puede sesgarse la transmisión o el diferencial y el vehículo vuelca casi con toda certeza. Se observará el corte limpio de aquélla, con ausencia de óxidos que indicasen una progresiva rotura, lo cual es muy difícil.

Por lo que respecta a las motocicletas, en caso de freno hidráulico estamos a lo dicho. Si es por cable, se examina el corte aumentándolo varias veces a fin de determinar si ha sido voluntario o fortuito.

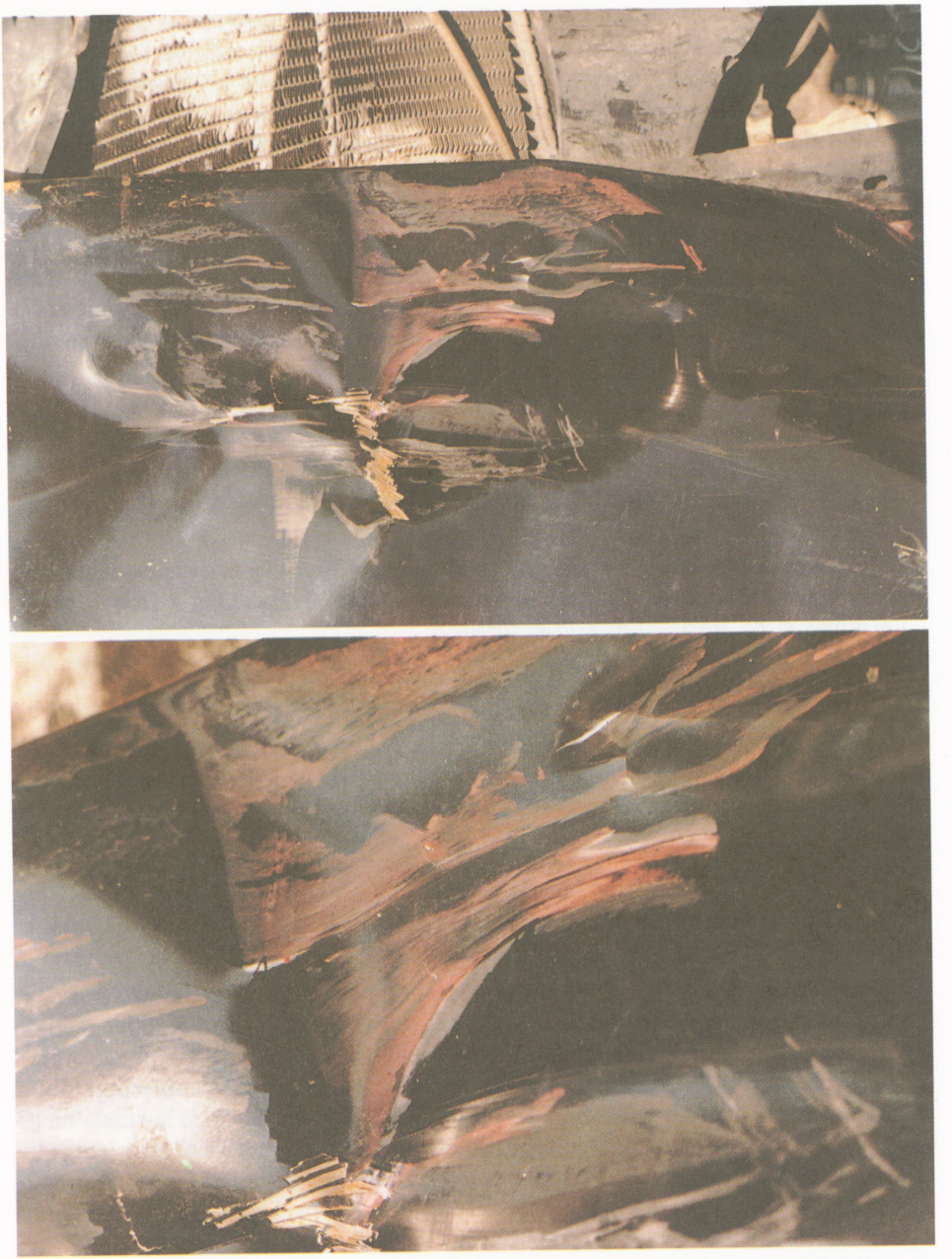
19.6.3. *Embrague*

El mecanismo de embrague en muy raras ocasiones será causa de un accidente, puesto que si se avería, deja de cumplir su misión simplemente, y a no ser un conductor con escasa pericia, se puede dominar el vehículo con los órganos de frenado.

19.6.4. *Neumáticos*

Otra de las simulaciones que se presentan con frecuencia es el reventón de neumático.

Para comprobar si es cierto que el neumático reventó antes del accidente, se examina detenidamente el talón de la llanta, y puesto que el vehículo ha seguido circulando, sobre aquél se observarán erosiones en el borde e incluso pequeñas deformaciones si han encontrado un objeto duro. Los flancos de la cubierta también deben ser minuciosamente observados, puesto que nos indicarán si la rueda ha girado, con la deformación que se produce por la ausencia de aire al estar entre los objetos duros —la llanta y el firme— se producen raspaduras y erosiones que denotan que el vehículo ha rodado tras el reventón. De otro lado, si el vehículo ha rodado por cuneta o terraplén, puede existir entre el talón de la llanta y la cubierta restos de plantas, tierra, etcétera, que indicarán que la rueda ha girado tras el reventón.



Fot. 19.7 y *19.8.*— Restos de pintura roja en el capó del coche negro. Indica el contacto habido entre los dos coches. Pintura que se puede analizar. Se aprecia además la dirección de la fuerza.

Sucede con frecuencia que el reventón se produce debido a la violenta colisión del accidente, y el desplazamiento posterior del vehículo, por efecto de la fuerza viva, puede originar en los flancos las mismas señales descritas en el párrafo anterior, en la llanta deformaciones mayores si cabe. En este caso, se plantea el problema de la confusión a que pueda inducir la similitud de vestigios y resolver si el reventón fue antes o en el momento de la colisión. Hay indicios que pueden determinar que el reventón pudo ser en el momento de la colisión, entre ellos: posible torsión del eje, desplazamiento de la rueda, bloqueado de la misma, línea de fuerza dirigida a la misma, y lo que resulta fundamental, estrías en el pavimento motivadas por el rozamiento de la llanta desnuda durante el desplazamiento. En suma, aunque puede resultar difícil establecer las diferencias, un estudio detenido y detallista nos puede dar la solución real.

Si uno de los conductores trata de simular el reventón para evitar la responsabilidad del accidente, deberá utilizar un objeto punzante o cortante para ello, por lo que la rotura será regular, en tanto que si ha sido debido al choque-pellizco, presentará el agujero una forma más o menos irregular.

Por otra parte, se puede provocar el reventón en la parte correspondiente a los flancos, ya que la banda de rodadura exige mucha fuerza para atravesarla.

En este caso no se observarán las erosiones en los talones de la llanta, ni los deterioros en los flancos. Hay que considerar que una rueda, por su posición, es difícil que esté limpia de polvo o de barro, y ello ayuda bastante a la hora de observar los talones de la llanta, que al rozar «se limpian» de partículas si lo hacen en contacto con el suelo, un indicio más.

Hay que tener presente que este caso es difícil que se plantee cuando se ha producido un accidente por colisión y el conductor o usuarios del vehículo oponente puedan estar presentes y conscientes.

19.6.5. *Pintura y chapa*

En la investigación de los accidentes en que uno o varios de los conductores se han dado a la fuga, o bien cuando en un atropello el conductor desaparece del lugar de los hechos y reparan los vehículos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones: mirar detenidamente la pintura puesto que el tono difiere en la que ha sido aplicada recientemente, de la que lleva tiempo, suelen quedar señales de pintura en gomas de juntas, ventanillas laterales, parabrisas delantero o trasero, etcétera, si la pintura es del tipo sintético tarda unos días en secar y aplicando disolvente sale con facilidad, cosa que no ocurre con la pintura de fábrica ni con la de «duco», si la pieza ha sido sustituida por completo es realmente difícil de determinar la investigación en el accidente, hay que examinar de todos modos la parte interna de la chapa al objeto de apreciar si ha sido reparada. Un buen técnico en pinturas puede confirmar la exactitud o coincidencia de los restos de pintura hallados en el lugar del accidente con los del vehículo sospechoso. En este tipo de accidentes lo más importante es actuar con rapidez, acudiendo a todos los talleres

de reparación de chapa e investigar sobre todos los vehículos sospechosos, también acumular el máximo número posible de pruebas, tales como restos de pinturas, embellecedores, cristales de luces, dibujo de neumáticos en las huellas de frenada o de impresiones, tipo de la sangre del peatón en caso de que pueda en su día aparecer sobre el vehículo fugado, en suma, hasta el mínimo detalle aunque en apariencia no pueda tener importancia.

19.6.6. *Alumbrado*

En ocasiones, bien por avería, bien por otras causas, los conductores dejan el vehículo estacionado en el arcén, cuando se aproxima la noche o en la noche misma, con lo cual pueden representar un peligro y de hecho se han producido numerosos accidentes por esta causa. El uso de los indicadores de maniobra pueden representar, para el investigador, un problema insoluble para considerar si se utilizaron o no.

El investigador debe observar la posición del contacto de luces si se hallaba dado o no la palanca de modalidad y el mando de los indicadores de dirección ello no significa que dicha posición no fuese alterada por el movimiento de los cuerpos en el momento de la colisión, pero de todos modos nos puede indicar, en la mayoría de los casos si estaban las luces encendidas o no, puesto que tras el accidente el conductor no suele pensar en ello y está más preocupado por sus lesiones o las de los acompañantes.

A la hora de la investigación interesará conservar el filamento y los restos de la ampolla de vidrio, caso de que puedan ser localizados. Del primero podemos deducir lo siguiente: si se hallaba encendido o apagado cuando se fundió y si se encontraba en contacto con el aire.

Cuando un filamento se rompe sin pasar la corriente por el mismo, los extremos de la rotura, vistos al microscopio, presentan un aspecto aristado, en cambio si la fractura se ha ocasionado cuando se hallaban encendidos, hay un salto o chispa entre los extremos que se van separando y se produce un gran aumento de temperatura, formándose una bola en los mencionados extremos del filamento. Si la lámpara se rompe y el filamento encendido entra en contacto con el aire, se oxida y el color se vuelve grisáceo, en tanto que el color original del filamento en el interior de la ampolla de vidrio es metálico brillante.

No obstante, hay que tener presente que el vehículo podía llevar fundida la lámpara con anterioridad al accidente y que no siempre resultará fácil encontrar el filamento.

Pongamos un ejemplo: Un camión se halla estacionado en el arcén y en el transcurso de la noche un turismo le alcanza y fallece el conductor del mismo y único acompañante; como consecuencia de la colisión se rompe el piloto trasero derecho. Otro conductor que es el primero que se percibe del accidente nos da aviso del mismo. Antes de arribar nosotros al lugar de los hechos lo hace el conductor del camión estacionado (ni qué decir tiene que si lo hacemos nosotros primero el



Fot. 19.9.— Restos de pintura azul en el guardabarros de un coche. El vehículo que colisionó con él, se dio a la fuga.

problema está resuelto). Por todos los medios trataremos de localizar al conductor que nos dio el aviso, su testimonio sobre si las luces estaban encendidas o no, puede ser concluyente. Observaremos la posición del contacto de luces para determinar la verdad, pero debemos tener presente que el conductor del camión puede haberlas encendido posteriormente. Pregunta a realizar en primer lugar: ¿A qué hora dejó el vehículo estacionado?, ¿por qué motivo?, ello nos indicará si era de día o de noche y si fue o no una avería eléctrica la que provocó un estacionamiento. En todo momento debemos dar la sensación de que no le inculpamos por las luces, es decir, soslayamos voluntariamente el tema, hasta que llegue el momento oportuno para hacer la pregunta decisiva. Recogemos el filamento de la bombilla rota, con delicadeza le rogamos que dé las luces si se hallan apagadas y comprobamos el funcionamiento de las demás. Le preguntamos si tenía el piloto roto fundido con anterioridad, es probable que manifieste que no, observamos detenidamente el filamento y con todas estas conclusiones podemos ya afirmar la solución.

ANEXO Núm. 1

N	SISTEMA O ELEMENTO	N	PUNTO DE COMPROBACION
2	RUEDAS	3	Estado general de montaje

1. Descripción

Las llantas, debido al lugar que ocupan en el vehículo y su función, están sometidas a acciones dinámicas diversas entre las que se encuentran las originadas por los golpes debidos a las irregularidades del terreno, piedras, choques con bordillos, etc. Estos impactos, a parte de deformaciones localizadas o, incluso en casos extremos, roturas, pueden producir el alabeo del disco o llanta de la rueda.

El apriete excesivo de los tornillos de fijación de la rueda puede producir efectos análogos en determinados tipos de llantas y montajes.

2. Influencia posible en el comportamiento del vehículo

Un alabeo produce oscilaciones que, en el caso de ruedas directrices, se transmiten a toda la cadena cinemática de la dirección y hacen trabajar ésta inútilmente, además de producir una fatiga innecesaria en el conductor, que percibe las oscilaciones a través del volante. Este efecto se ve acentuado cuando la velocidad del vehículo es tal que la frecuencia de oscilación del sistema coincide con la natural del mismo. Otras consecuencia de este fenómeno es la de incrementar el desgaste de la banda de rodadura.

3. Comprobación rápida «sobre el terreno» de posibles deficiencias

Las deformaciones locales o roturas se determinan por inspección visual.

El alabeo de ruedas se detecta haciendo girar la rueda con la mano tras haberla levantado previamente con un gato y, o bien se observa directamente, o se puede apreciar con ayuda de algún elemento que materialice una referencia fija.

4. Equipo y elemento de medida.

Gato hidráulico.— Inspección visual.

ANEXO Núm. 2

N	SISTEMA O ELEMENTO	N	PUNTO DE COMPROBACION
6	TRANSMISION	3	Embrague

1. Descripción

La unión del motor a la transmisión se hace a través del embrague que tiene que permitir, a voluntad del conductor, separar mecánicamente el motor, o unirlo plenamente (con su máximo par) al siguiente componente de la transmisión (caja de cambios).

2. Influencia posible en el comportamiento del vehículo

Si se avería quedando siempre embragado (p. ej. avería del mando: rotura del cable, palanca, etc. si el mando es mecánico, o por fuga de líquido si el mando es hidráulico), el motor siempre está acoplado y se hace prácticamente imposible el cambio de velocidades y por ello la conducción.

Si la guarnición está desgastada o los muelles o diafragma del embrague mecánico vencidos, hay deslizamiento en posición embragado y termina por quemarse la guarnición quedando el vehículo desembragado. Lo mismo ocurre por pérdida de líquido en los embragues hidráulicos.

3. Comprobación rápida «sobre el terreno» de posibles deficiencias

Si el pedal de embrague no ofrece prácticamente resistencia, es que el mando está roto (cable en el mecánico, fuga en el hidráulico, etc.).

Si un vehículo con transmisión hidráulica en posición 1.ª, arranca acelerando el motor sin movimiento del vehículo es señal de falta de líquido en el embrague o convertidor de par.

4. Equipo y elemento de medida.

Inspección visual.

ANEXO Núm. 3

TOMA DE DATOS, VERIFICACIONES Y DIAGNOSIS

Conjunto N.° ..... Anchura nominal: ..... mm.— Altura nominal: ..... mm.— Diámetro de la llanta ..... mm.— Diámetro total del neumático ..... mm.— Indice de capacidad de carga: ..... equivalente a ..... kg.— Categoría de velocidad ....., correspondiente a una velocidad máxima de ..... km/m.— Neumáticos con la fecha de fabricación ..... que se corresponde con la semana ..... del año ....., siendo un neumático fabricado para ser montado con/sin* cámara.

Otras condiciones de utilización .....

.....

Montado con/sin* cámara en llanta de anchura ..... mm y material si/no* férreo a una presión de ..... bar.

El neumático presenta los siguientes defectos .....

.....

.....

y el conjunto montado .....

.....

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

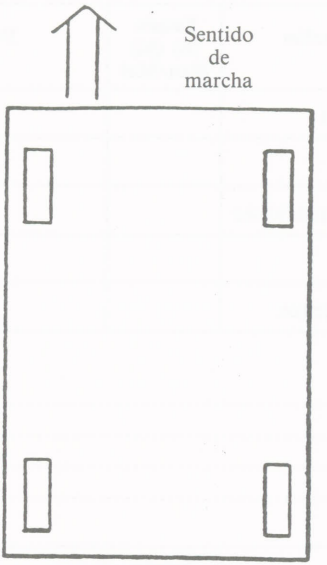
* Táchese lo que no proceda.

ANEXO Núm. 4

TOMA DE DATOS, VERIFICACIONES Y DIAGNOSIS

Vehículo marca: ....., modelo: ....., matrícula: .....,
batidor n.º: .....

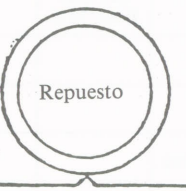
Desig. neumático.....
.....
Carac. rueda.....
.....
Montaje.....
.....
Defectos conjunto.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Design. neumático.....
.....
Carac. rueda.....
.....
Montaje.....
.....
Defectos conjunto.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Desig. neumático.....
.....
Carac. rueda.....
.....
Montaje.....
.....
Defectos conjunto.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Design. neumático.....
.....
Carac. rueda.....
.....
Montaje.....
.....
Defectos conjunto.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Desig. neumático.....
Carac. rueda.....
Montaje.....
Defectos conjunto.....
.....
.....

Observaciones: .....
.....
.....
.....

ANEXO Núm. 5

TOMA DE DATOS, VERIFICACIONES Y DIAGNOSIS

Tipo .....

Detección de anomalías Organo	Estado (B) (M) Bien/Mal	Defecto aparente (en su caso)
Columna de dirección		
Caja de dirección		
Rielas, palancas, articulaciones		
Eje de dirección		
Mangueras y rodamientos		

Observaciones: .....
.....
.....

Maqueta Tipo.....

Detección de anomalías Organo	Estado (B) (M) Bien/Mal	Defecto aparente (en su caso)
Columna de dirección		
Caja de dirección		
Rielas, palancas, articulaciones		
Eje de dirección		
Mangueras y rodamientos		

Observaciones:.....
.....

Análisis comparativo entre ambas:.....
.....
.....
.....

ANEXO Núm. 6

TOMA DE DATOS, VERIFICACIONES Y DIAGNOSIS

(En todos los epígrafes, descripción y consecuencias)

Bastidor y Carrocería:

Estado general de conservación (ficha de comprobación 10.1).....
.....
.....
Impactos y deformaciones previas al accidente (ficha de comprobación 10.2)
.....
.....
Estado de puertas y salidas de emergencia (ficha de comprobación 10.3) .....
.....
.....
Cinturones de seguridad y anclajes (ficha de comprobación 10.5) .....
.....

Observaciones: .....
.....
.....

Visibilidad:

Estado de parabrisas y equipo de limpieza (ficha de comprobación 11.1).....
.....
.....
Visibilidad posterior (ficha de comprobación 11.2) .....
.....
Pantallas antideslumbrantes (fichas de comprobación 11.3) .....
.....
.....

Observaciones: .....
.....
.....
.....

ANEXO Núm. 7

LO QUE MUESTRA EL VEHICULO ¿COMO OCURRIO EL ACCIDENTE?		
Partes del vehículo	**Lo que puede mostrar**	**Sugerencias del examen**
Carrocería, especialmente parachoques, guardabarros, paneles laterales, puertas, emparillado, tapa del cofre, pero también incluyendo cristales.	Por las averías, la dirección de la fuerza, el grado de solapa de los vehículos que chocan y la magnitud de máximo impacto. Por las huellas y roces, qué partes del vehículo estuvieron en contacto con otras partes de otros vehículos u objetos fijos e incluso peatones. Si el vehículo volcó.	Estudiar la deformación y desprendimiento de piezas para analizar cómo se doblaron o soltaron. Puede hacerse por fotografía. Examinar la pintura de otros objetos. No confundir con la capa de base dejada al aire. Ver si hay goma dejada por los neumáticos rozados de otros vehículos y huellas de parachoques, defensas de parachoques, faros frontales, cierres (palancas) y postes o árboles. En accidentes con peatones, examinar las superficies para localizar huellas de ropas, botones, arañazos, pelo o piel. No es fácil hacerlo por fotografía. Los parabrisas y ventanas pueden mostrar el contacto de las personas heridas y la dirección de la fuerza por las fracturas del cristal. Las puertas indican la intensidad de la colisión, especialmente en ángulo recto. Distinguir entre desgarro y golpe de refilón y entre trituración y depresión (abolladura y bombeo).
Interior, especialmente puertas, goznes, rueda de volante, salpicadero y asiento frontal.	Por averías debidas a los pasajeros, la carrocería o la carga, la dirección en que se ha producido la fuerza de la colisión y algo sobre su intensidad.	Examinar los tipos de resquebrajadura o fragmentación de los cristales, roturas en los respaldos de asientos, protuberancias al exterior de las puertas, dentado en el salpicadero y fracturas en la rueda de volante.
Neumáticos.	Por cortes, dirección en que se produjo la fuerza y su intensidad general. Por abrasión en bordes o piso, dirección del movimiento lateral. Por piso y arcén, qué rueda dejó huella de neumático en otro vehículo o carretera.	Un neumático cortado o reventado por el accidente significa que las fuerzas deben ser más grandes que las de los simples daños en la carrocería o parachoques. La posición de los cortes puede inducir a error debido a la rotación de la rueda después de la colisión. Los neumáticos dañados en las colisiones generalmente muestran cortes rajantes o desgarrones en las paredes laterales sólo en un punto, y normalmente cerca de los correspondientes dentados o arañazos del canto. Examinar si hay intensas abrasiones en las paredes laterales que indiquen qué rueda dejó huellas de césped sobre la calzada. Contar los surcos en el piso que coincidan con señales de patinazo u otras impresiones. Medir ancho de arcén para coincidencia con señales de arrastre en el pavimento y en los parachoques o carrocería de otros vehículos.
Posición del cambio de marcha, especialmente en camiones.	Puede dar la clave de la presunta velocidad.	Comprobar en qué marcha estaba el vehículo. Las marchas más bajas indican el límite superior de velocidad, pero las marchas superiores no indican el límite inferior. Mecánicos o conductores tendrán que examinar en qué posición estaba la marcha.
Acoplamiento o enganches para remolques y quinta rueda para semirremolque.	Por las roturas se puede apreciar la dirección y magnitud de las fuerzas.	Buscar pernos rotos o partes dobladas sin señales de desgaste, que indiquen la dirección de las fuerzas entre el remolque y el vehículo principal.

(*) J. S. Baker.

ANEXO Núm. 8

¿QUE ES LO QUE MUESTRA EL VEHICULO SOBRE COMO OCURRIO EL ACCIDENTE?		
Partes del vehículo	**Lo que puede mostrar**	**Sugerencias del examen**
Neumáticos.	Reventones, que contribuyen a los accidentes incontrolables, especialmente las salidas fuera de la calzada y las colisiones frontales. Generalmente sólo está implicado un vehículo, y raramente ocurren accidentes en intersecciones o con peatones.	Comprobar si el neumático se desinfló, si hubo roces o magullamientos en los bordes o la llanta, si el tejido interior se ha partido o resquebrajado, así como las grietas o cortaduras en las paredes laterales.
Frenos.	Fallo de los frenos, que contribuye a los accidentes por poca intensidad del frenado. Ocurren con frecuencia en las intersecciones, en colisiones traseras o atropello de peatones. Es muy corriente en los camiones demasiado cargados.	Las señales de patinazo demuestran que el freno sobre la rueda que las produjo era adecuado. Comprobar si hubo pérdida de fluido del freno, si la tubería hidráulica no ha sido dañada en la colisión. ¿Puede oprimirse bien el pedal del freno hasta el mismo ras del suelo? ¿Iba el camión demasiado cargado para su tamaño, o llevaba ejes y neumáticos complementarios para transportar cargas más pesadas? Si el vehículo no está muy averiado, ensaye el «test» de deslizamiento. Si el vehículo está muy deteriorado, examine los tambores y bandas del freno para comprobar si hay desgaste, humedad, barro o grasa o cualquier otra circunstancias que se crea haya perjudicado el funcionamiento de los frenos.
Mecanismo de dirección, ruedas y muelles.	Las roturas contribuyen a los mismos tipos de accidentes que los reventones de neumáticos. Fallo de la suspensión. Pueden existir indicios de frenos sobrecargados.	Comprobar si hay partes rotas, especialmente con ligeras marcas de oxidación en los bordes, comprobar pernos y orificios por si están deteriorados; examinar ruedas, husos, varillas y tubos, las bisagras de suspensión y los enganches de los muelles. Examinar los rodamientos de bolas y las conexiones. Es muy raro que ocurra en vehículos nuevos. Comprobar el funcionamiento de la dirección si las ruedas delanteras no están averiadas. ¿Está la dirección rígida o floja?
Limpiaparabrisas.	Si no funciona, puede originar accidentes en caso de lluvia o nieve. Más frecuente de noche, implicando salidas de la calzada, alcances o choques contra objetos fijos.	Examinar las aspas, así como las conexiones y el balón de mando. Examinar igualmente la zona de operación de las aspas en el parabrisas, después de haber estado funcionando, para ver si se localizan vetas, regueras, puntos claros o residuos frescos en el extremo final de la zona barrida por las aspas.
Luces traseras. Luces de parada e indicadores de dirección.	Si no funcionan, pueden originar accidentes en forma de alcances, sobre todo de noche, en carreteras con luz pobre o con niebla densa. En el caso de las señales indicadoras de dirección, son muy frecuentes las colisiones con fehículos que efectúan adelantamiento o en los giros a la izquierda, lo mismo de día que de noche.	Examinar conexiones. Conecte o frene para ver si las luces no averiadas funcionan todavía. Si no funcionan, comprobar si hubo cortocircuito, y si la luz funciona después de arreglada está avería. Comprobar si las lámparas estaban fundidas o el filamento quemado. Examinar especialmente la propia conexión entre el remolque y el vehículo principal. Muy común en camiones viejos o mal construidos y especialmente en sus remolques.

ANEXO Núm. 8

¿QUE ES LO QUE MUESTRA EL VEHICULO SOBRE COMO OCURRIO EL ACCIDENTE? *(Continuación)*		
Partes del vehículo	**Lo que puede mostrar**	**Sugerencias del examen**
Luces frontales.	Una de las luces apagada puede ocasionar accidentes en forma de colisiones frontales, de roce o con peatones.	Examinar el estado de las luces y las conexiones. Probar lámparas si no están averiadas; generalmente sólo posible en accidentes con peatones. Examinar el filamento si todavía está en la lámpara rota, para determinar si estaba recalentado o partido.
	Sin encender, contribuye a los accidentes con peatones, a choques contra objetos fijos u otros, especialmente de noche o con niebla. Raras veces colisiones frontales o salida de la calzada, excepto con niebla. Faros frontales muy sucios, contribuyen a los mismos tipos de accidentes en casos de nieve o barro.	Examinar estado luces y conexiones. Ver si las luces sin averiar aún funcionan. Si no funcionan, ver si hubo cortocircuito y si las luces siguen funcionando después de arreglada dicha avería. Puede ocurrirle a cualquier vehículo por negligencia del conductor al no encender las luces. Examinar si las lámparas están cubiertas de barro o nieve.
	Deslumbramiento, contribuye a los accidentes nocturnos en forma de salida a la cuneta, colisiones traseras y atropello de peatones. Vehículo culpable raras veces disponible. Motivos: haces luminosos por encima o por debajo de la horizontal de la carretera.	Vehículos culpables raras veces disponibles para examen. Si está presente, generalmente no está averiado. Examinar posición de los haces luminosos, aunque este dato quizá no tenga mucho valor. Examinar lámparas.
Remolques: enganches o cables.	El desenganche, por rotura de cables u otra causa, puede contribuir a las salidas de la calzada o a choques contra objetos fijos, pero también, aunque raramente, a colisiones frontales o laterales. Muy probable en frenazos bruscos.	Examinar desgaste o roturas de piezas o fallos de dirección. Si precisan cadenas-guía o cables, comprobar si las lleva, y si es así, si están rotas. Muy probable en enganches tipo casero o de alquiler. Observar cómo funcionan en pendientes.
Parabrisas y ventanas.	Visibilidad oscurecida por la suciedad, rótulos, barro, escarcha o vapor condensado. Secciones empañadas son evidentes con frío, humedad o niebla.	Examinar grietas, roturas o falta de cristales anteriores al accidente.
Cierres de puertas.	Rotos, pueden contribuir a lesiones por fallo de la puerta en colisiones. Sólo importante cuando el pasajero es lanzado fuera del vehículo. Muy probable cuando la colisión origina rotación del vehículo o cuando éste deja surco en la carretera al desplazarse lateralmente, rodando y volcando.	Examinar cerrojos o fijadores rotos en las puertas, así como los batientes de las mismas. Examinar costado del vehículo para ver si se ha dilatado por la colisión delante o detrás de aquella parte o en el centro de la otra parte. Comprobar funcionamiento de cerrojos.

CAPITULO XX

MEDICIONES Y DIAGRAMAS EN LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES

20.1. Importancia de las medidas

Con las mediciones y diagramas que se realizan en el lugar del accidente y con posterioridad en el laboratorio (croquis de campo y croquis final) se consigue el situar de forma exacta en el lugar del suceso todo aquello que aparecía en escena cuando se llegó allí; estas mediciones y croquis de campo, la mayoría de las veces se complementan con las fotografías realizadas.

La reconstrucción del accidente, para determinar sus causas, se basa en las mediciones que se han tomado en el lugar de los hechos; sin estas medidas, o bien con medidas incompletas o defectuosas, la reconstrucción nos resultará virtualmente imposible. Los croquis realizados a escala, tienen un gran valor aclaratorio y persuasivo ante los Tribunales, amén que dan el grado de profesionalidad e instrucción del que los realiza.

Las mediciones que vamos a estudiar en este capítulo están relacionadas con la situación de objetos y huellas (de cualquier tipo) en la carretera y no con los daños que como consecuencia del accidente, tienen los vehículos.

Los croquis que veremos en este tema, son planos y diagramas de las escenas de los hechos.

Las mediciones y los croquis empleados en la investigación de accidente, se realizan en etapas:

1.°) Mediciones en el escenario de los hechos para localizar objetos y huellas, que pueden desaparecer o que pueden ser modificados.

2.°) Mediciones adicionales de situación, para efectuar a escala los correspondientes planos y diagramas.

3.°) Realización completa del croquis, con su leyenda y orientación.

20.2. **Qué es lo que hay que medir**

2.1. *Qué clase de accidentes requieren mediciones:*

Como norma general, no se tomarán medidas ni se realizarán croquis de campo, de los accidentes insignificantes, no obstante ha de estar preparado para realizarlas en los siguientes casos:

2.1.1. *Todos los accidentes mortales.*
2.1.2. *Accidentes con gran número de vehículos implicados o con gran cantidad de personas heridas.*
2.1.3. *En aquellos que existan huellas de neumáticos (frenado, derrape, etc.) o que haya otro tipo de huellas en la vía, surcos arañazos, etc.*
2.1.4. *Los accidentes en los que el vehículo se sale de la calzada.*
2.1.5. *Accidentes que puedan dar lugar a un proceso penal.*
2.1.6. *Accidentes en que existió obstrucción visual.*
2.1.7. *Accidentes graves o que no tienen explicación.*
2.1.8. *Accidentes que en su totalidad o en parte, se han producido daños a la propiedad privada (Art. 372 L.E.C. y Escrito 24-2-79 D.G.T.).*

Como resumen de los casos anteriores, hay que decir, que siempre que exista duda sobre toma de mediciones y realización de croquis, hay que realizarlas, puesto que son de gran ayuda para la investigación del accidente, y además ilustran las diligencias instruidas. Así pues, en casi la totalidad de los accidentes será necesario, tomar medidas y realizar el croquis. El mayor o menor número de medidas vendrá dado por la complejidad del accidente.

2.2. *Fotografías*

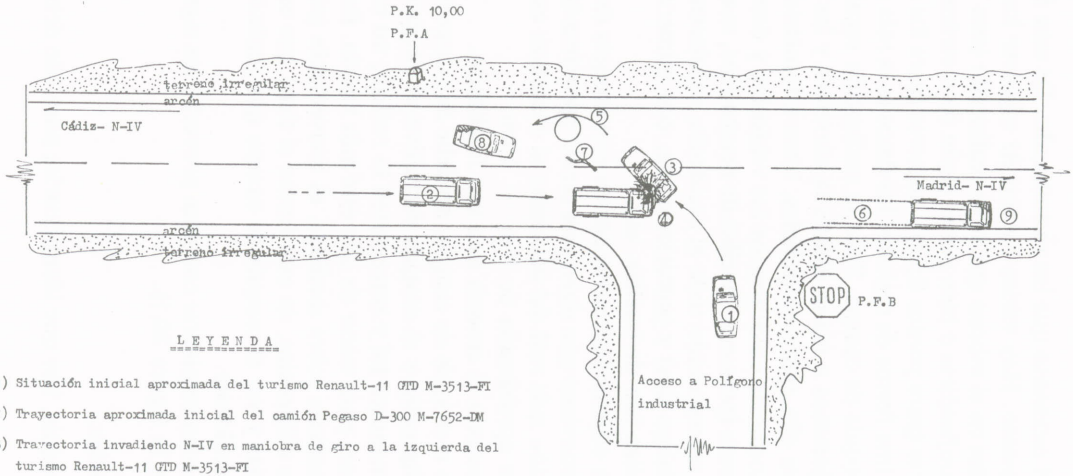
Si toma fotografías, señale para cada una la posición de la cámara con tiza o de algún otro modo, e incluya esta ubicación en sus mediciones. Haciéndolo de este modo facilitará enormemente la reconstrucción del accidente.

20.3. **Registro de identificación de las mediciones**

3.1. *Formulacios especiales*

Si sólo se han hecho un par de mediciones, sencillamente pueden registrarse en el pequeño bosquejo del parte del accidente; pero sería irremisiblemente confuso insertar en el mismo una serie de medidas. Las medidas de la longitud de las

ASUNTO: Accidente de circulación ocurrido a las 10,30 horas del día 11 de Junio de 1.990 en el Km. 10,00 de la carretera N-IV (Madrid-Cádiz), término municipal de Villaverde (Madrid), partido judicial de Madrid, consistente en colisión fronto-lateral entre el camión rígido Pegaso D-300 matrícula M-7652-DM y turismo Renault-11 GTD matrícula M-3513-FI del que resultó un herido GRAVE y daños materiales de consideración en los vehículos.



L E Y E N D A

(1) Situación inicial aproximada del turismo Renault-11 GTD M-3513-FI

(2) Trayectoria aproximada inicial del camión Pegaso D-300 M-7652-DM

(3) Trayectoria invadiendo N-IV en maniobra de giro a la izquierda del turismo Renault-11 GTD M-3513-FI

(4) Punto de colisión de ambos vehículos

(5) Trayectoria de giro sobre si mismo tras la colisión del turismo Renault-11 M-3513-FI

(6) Huellas de frenada producidas por el camión pegaso tras la colisión.

(7) Huella de fricción producida por el turismo Renault-11 producida en su desplazamiento tras la colisión

(8) Posición final del turismo Renault-11

(9) Posición final del camión Pegaso

CABO 1º D.EUSEBIO UNZ SOLA

Lámina 20.I

Escala 1:200

señales de deslizamiento se colocan de ordinario en unos formularios especiales para *Anotaciones Suplementarias.*

3.2. *Esbozo de la escena*

Anote las medidas en el momento que las va tomando. De esta forma no tendrá que confiar en su momento. Hay varias formas de registrar los datos de las mediciones; una anotándolas en el esbozo que vaya realizando (con lo cual si hay muchas medidas, es fácil confundirse o bien poner algún dato erróneo) y otra con un sencillo diagrama de letras (para puntos fijos) y números (para los distintos puntos de mediciones); esta última forma de registrar los datos es la más sencilla, rápida y limpia. Este será el croquis de campo. Para su realización seguiremos un orden, en primer lugar dibujaremos a mano alzada la carretera y los distintos elementos permanentes que en ella aparecen (señales, hitos kilométricos, alcantarillas, arcenes, etc.), posteriormente colocaremos los vehículos y demás elementos que intervienen en el accidente (personas, huellas de neumáticos, manchas de sangre, aceite, etc.). Una vez representado todo el accidente, señalaremos con letras los puntos fijos (como mínimo dos) y posteriormente, con números, posiciones de vehículos, inicio y finalización de huellas, etc.

No es necesario que los objetos representados en este croquis de campo sigan una escala exacta, pero si conviene que sigan una escala aproximada, de esta forma conseguiremos una visión más real del accidente al examinar este boceto. Lo convencional es una escala aproximada de 1 m. = 1 cm.

La lámina 20.I, nos muestra el croquis una vez finalizado.

Este esbozo del terreno o croquis de campo, no debe de romperse, aunque ya se hayan entregado las diligencias y el croquis definitivo al Juzgado, así mismo procure que el esbozo permanezca tal y como usted lo realizó, no borre ni realice ninguna anotación posterior, para tratar de que esté más limpio. Este boceto con las correspondientes anotaciones sobre medidas, es conveniente que figure en la Unidad con la copia de las diligencias, de esta forma si tiene que asistir al Juicio Oral, con leer las diligencias y ver el croquis de campo que realizó en su día, se hará una idea exacta del accidente.

En estos bosquejos, pueden emplearse con gran provecho los siguientes símbolos que están recogidos en la figura 20.II.

3.3. *Datos complementarios.*

Una vez dibujado el croquis, hay que identificarlo; para ello deberá de figurar en el mismo:

3.3.1. *Día y hora del accidente.*
3.3.2. *Denominación y número de la carretera, así como identificación del punto kilométrico en el que ocurrió el accidente.*
3.3.3. *Término municipal y partido judicial.*

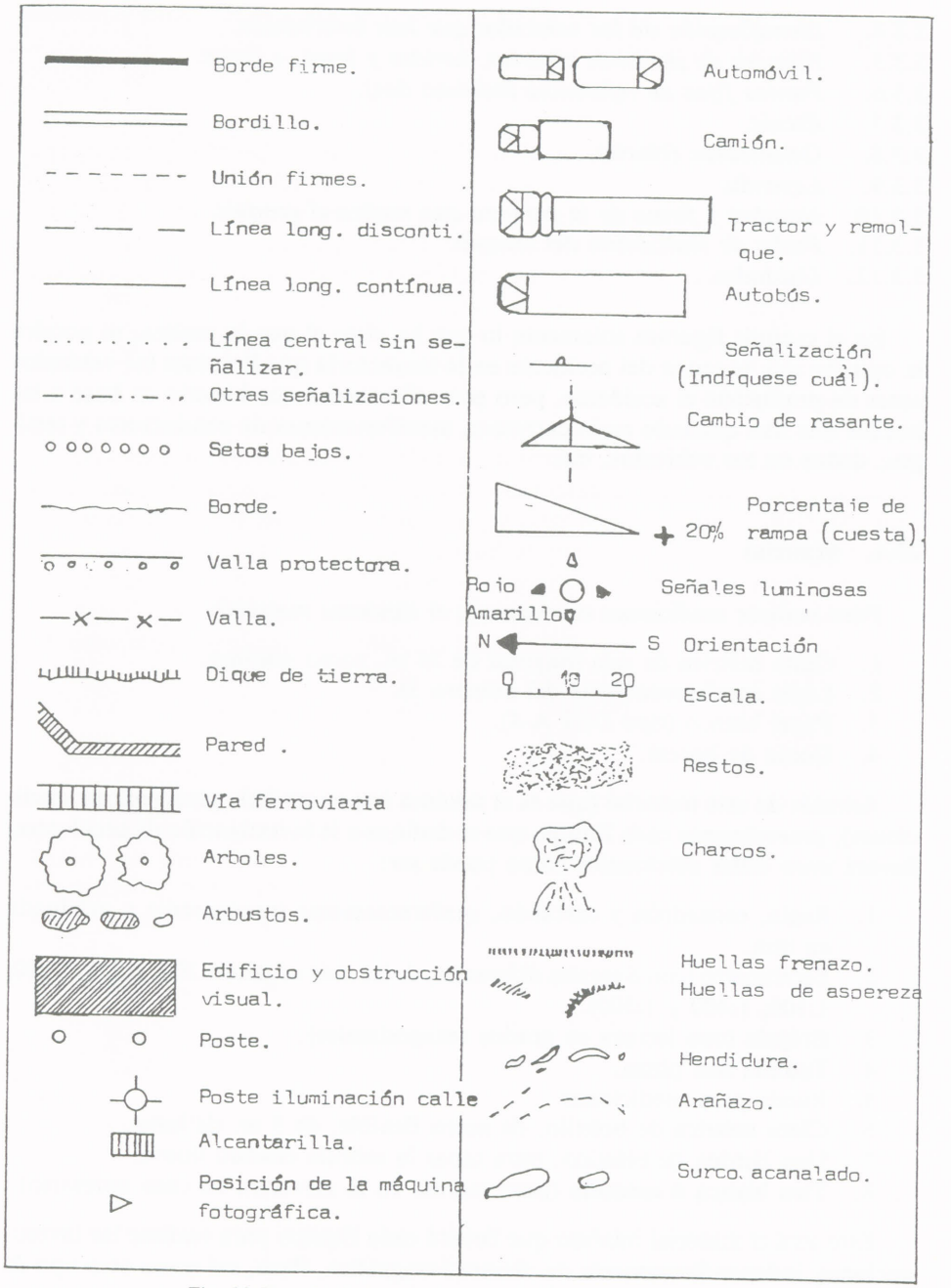


Fig. 20.II.— Símbolos usados para los bocetos, diagramas.

3.3.4. *Identificación de los vehículos que han intervenido.*
3.3.5. *Número de personas muertas, heridas y leves, e ilesas.*
3.3.6. *Puntos fijos de referencia (mínimo dos).*
3.3.7. *Escala.*
3.3.8. *Orientación (Norte).*
3.3.9. *Leyenda.*
3.3.10. *Nombre y firma de la persona que realiza el croquis.*
3.3.11. *Fecha de realización del croquis.*
3.3.12. *Unidades.*

En el croquis figurará solamente lo que ha visto el que lo realiza, se pondrá la opinión que se tenga del accidente en la trayectoria que llevaban los vehículos antes de producirse el accidente, pero para ello tendrá que hacerlo en base a las huellas que han quedado en la carretera, manifestaciones de conductores y testigos, daños en los vehículos, etc.

20.4. **Material**

Para realizar mediciones es necesario el siguiente material:

1. Cinta métrica de una longitud de 25 m. como mínimo.
2. Lápiz (preferentemente del número 3).
3. Papel blanco (tipo DIN A-4).
4. Goma de borrar.

Además de este material (que es el mínimo imprescindible para realizar mediciones), generalmente cada Equipo que se dedique a la investigación de accidentes, llevará unos útiles adicionales como puede ser:

1. Regla, escuadrón y cartabón, preferentemente transparente y graduada en mm.
2. Escalímetro (con 6 escalas diferentes, de las más usuales 1:100; 1:200; 1:250; 1:300; 1:400 y 1:500).
3. Brújula (con lectura en grados sexagesimales).
4. Tablilla con pinza.
5. Rueda para mediciones.
6. Cinta métrica de bolsillo, de acero flexible, de 5 m. de larga.
7. Una lámina de plástico, para tapar la tablilla cuando llueva.
8. Tiza blanca o amarilla (para marcar en la carretera en caso necesario).

Este será el material mínimo que llevará cada Equipo para realizar las investigaciones, independientemente de cámara fotográfica, flash, así como otro tipo de instrumentos para la investigación.

20.5. **Medición de distancias**

20.5.1. *Precauciones*

Retenga firmemente en la memoria unas cuantas reglas muy importantes. Algunas de ellas son para su propia seguridad. Aténgase rigurosamente a estas directrices:

1. Decida, en primer lugar, exactamente qué distancias desea medir. Señale los puntos entre los que quiere tomar la medida con tiza o de alguna otra forma.
2. No deje su cinta en el suelo. De lo contrario alguien más pronto o más tarde la romperá al pisarla o al tropezar con ella, especialmente si es de acero.
3. Antes de sacar su cinta, prepare el sitio para registrar todas las mediciones que haya decidido efectuar, confeccionando a tal efecto el cuadrante de medidas. Asegúrese que en el croquis del terreno haya lugar para cada medida o para una definición exacta de la razón de haberla tomado y cuál es su objetivo. Es muy probable que tenga equivocaciones y omisiones si intenta identificar sus mediciones después.
4. Vigile el tráfico. Aplace todas las mediciones que pueda hasta que el tráfico se haya aligerado. Si es necesario ordene a alguien que detenga la circulación o que advierta al público.
5. Tenga mucho cuidado que la cinta no toque ningún alambre ni siquiera los alambres de las vallas. Usted no sabe nunca si los alambres pueden estar electrificados. Desde luego nos referimos principalmente al caso de que emplee la cinta métrica metálica.
6. Nunca enrolle una cinta mojada o sucia, limpiela y séquela antes.

20.5.2. *Las marcas de tiza en las fotografías*

Si las marcas u otras cosas que pone en el pavimento o en los vehículos salen en una fotografía, puede haber alguna dificultad al quererla presentar como prueba ante el Tribunal. Puede surgir la objeción de que, por culpa de estas marcas, la foto no es una representación genuina de la escena. Si el Tribunal se mantiene firme en el reparo, la foto no será admitida como evidencia. Los Tribunales, por lo general, no admitirán alegatos a pequeñas marcas utilizadas para localizar las posiciones de objetos con propósitos de medición.

Como quiera que sea, no será de más tomar las debidas precauciones antes de poner las marcas. Si puede ser, ponga las señales en el pavimento para las medi-

ciones, después de hacer las fotografías. Si no hay más remedio que marcar, procure que la marca sea lo más pequeña posible. Las pequeñas marcas amarillas sobre el pavimento claro que son fáciles de ver en la escena, apenas serán visibles en las fotografías. Cuando tenga que apartar un cuerpo o un coche antes de tener la oportunidad de medir o fotografiar su ubicación, antes de retirarlo márquelo tan disimuladamente como sea posible. Probablemente estas marcas no serán visibles en la fotografía. En el caso de que sean observadas, los reparos que se les pueden oponer casi es seguro que no prosperarán. La exactitud de la ubicación mediante marcas, de ordinario es más trascendental que el peligro de que le opongan reparos por parte del Tribunal.

En general, no es buena idea marcar ubicaciones con objetos movibles como piedras, estacas o lápices si tiene que haber alguna demora en la medición, puesto que alguien puede quitar o dar un puntapié a estos objetos. Si bien puede usted medir y luego quitar estos objetos de la escena para tomar una foto, es preferible hacer unas tenues marcas con tiza y tener la seguridad de que están donde usted las puso por si tiene que tomar medidas después.

En caso de huellas de frenada que tengan mucha longitud y piense que no van a salir nítidamente en la fotografía, puede utilizar conos o tetrápodos al lado de la huella y separados entre sí una longitud constante (10, 15 m., etc.) de esta forma le dará una sensación de realidad mejor que si coloca testigo métrico.

20.5.3. *Las distancias inferiores a 3 metros*

Se miden mejor con la regla o cinta de bolsillo. Puede utilizarlas sin ayudante y en muchos casos con una sola mano. No tiene que desenrollar parte de la gran cinta métrica. La regla o cinta de bolsillo es más manejable y rápida para las siguientes cosas:

— Base de rueda y superficie de rodadura.
— Altura y tamaño de las señales de circulación.
— Altura de bordillos y obstrucciones visuales.
— Anchura de las aceras.
— Altura de la vista del conductor sobre el pavimento para distancias visuales.

20.5.4. *Mediciones sencillas desde 3 metros, a la longitud total de la cinta*

Para estas mediciones tendrá que procurarse un ayudante. Si éste carece de experiencia, hágale sostener el extremo de la cinta en el puesto que usted le indique y de todo lo demás encárguese usted mismo. Cualquiera de los transeúntes puede sostenerle el extremo de la cinta. Si su ayudante es experto, que registre también las distancias que usted vaya leyendo en la cinta.

1. Haga sostener a su ayudante el extremo de la cinta en el punto inicial mientras usted va andando y desenvolviendo la cinta, dirigiéndose al segundo punto.
2. Cuando llegue al segundo punto, baje la cinta hasta que toque el suelo y póngala bien tirante.
3. Su ayudante sostiene el extremo de la cinta sobre el punto sin moverla.
4. Teniendo la cinta tirante, ya puede anotarse la medición.
5. Enrolle la cinta, si no tiene que hacer otras mediciones.

20.5.5. *Mediciones más largas que la cinta en superficies pavimentadas*

Si la distancia a medir es a lo largo de la calzada, bordillo u otra superficie dura, tiene que efectuar la medición de esta manera:

1. Empiece la operación con el ayudante de igual modo que para las mediciones cortas.
2. Cuando llegue al término de la cinta, deténgase, baje la cinta y que su ayudante le indique con la mano a la derecha o a la izquierda, hasta que la cinta esté en línea recta con el punto distante del cual está tomando la medida.
3. Mantenga la cinta tirante.
4. El ayudante sostiene el extremo de la cinta exactamente sobre su señal.
5. Con la tiza haga una señal de unos 10 cms. en ángulo recto a la cinta sobre el pavimento al lado opuesto a la más elevada numeración en metros. Afloje la cinta y escriba el número de metros sobre el pavimento junto a la marca que ha hecho con la tiza.
6. Luego se encaminan los dos hacia el punto distante, manteniendo tensa la cinta sin que toque el suelo.
7. Repita la alineación y el marcaje. Escriba la distancia desde el punto de partida al lado de cada marca.
8. Cuando llegue el punto distante, enrolle la cinta hasta que su ayudante alcance la última numeración marcada con tiza y emplee el método ya expuesto en el apartado anterior, excepto que lo que tiene que anotar ahora es la distancia total.

20.5.6. *Las mediciones largas sobre superficies sin pavimentar*

Raras veces son necesarias. Estas mediciones las ha de efectuar casi de la misma manera que si se tratara de superficies pavimentadas. Sin embargo, ya que no puede marcar con tiza cada largo de cinta, clave estacas o lápices en el suelo o tiéndalos sobre el suelo para marcar cada largo de cinta completa. Ordene a su ayu-

dante que lleve la cuenta de ellos quitando cada estaca o lápiz mientras va adelantando para los sucesivos largos de cinta. No ha de quitar ninguna estaca de atrás sin haber colocado antes la siguiente:

— Con una cinta de 25 metros ha medido usted desde donde un coche se salió de la carretera hasta el sitio en que se detuvo en un campo. Su ayudante recogió las tres estacas. La medida final corta fue de 12 metros. Así, la distancia completa es de $3 \times 25 = 75$ y sumando 12 m. da 87 metros.
— Las mediciones a través de charcas, zanjas y otros obstáculos se realizan de la misma forma si son lo suficientemente pequeños para extender la cinta a su través. No arrastre la cinta por los charcos. La humedad oxidaría la cinta metálica y ensuciaría la de tela.

20.5.7. *Las medidas más largas que la cinta sobre agua, barro, barrancos, colinas o edificios no pueden efectuarse con los métodos habituales.*

Si han de ser muy precisas, llame a un agrimensor; éste puede medir la distancia con facilidad y exactitud mediante instrumentos especiales.

Algunas veces puede usted medir una distancia equivalente a lo largo de una extensión de un barrizal o charcos. Cuando sea esto posible la medida será bastante precisa para la mayor parte de las investigaciones:

— Un coche se precipita por un puerto y cae en una corriente apartada unos 13 metros del puente, pero a 25 metros más allá de donde cayó. Mida a lo largo del puente desde donde el coche se precipitó hasta un punto enfrente del lugar en que cayó. Luego, si es posible, tome la medida desde el borde del puente hasta el lugar en que cayó el coche. Si encuentra dificultades para medir esta corta distancia calcúlela. Pero acuérdese de identificarla claramente como que se trata de un cálculo.

20.5.8. *Mediciones con rueda*

Tienen la ventaja respecto a la cinta, que solamente una persona hace las medidas y las anotaciones, mientras tanto el otro componente del Equipo, puede estar tomando manifestaciones, realizando fotografías, etc., su inconveniente respecto a la cinta, es que las medidas no son tan exactas, al influir sobre ellas baches, ondulaciones de la carretera, etcétera. Así pues estas mediciones las realizaremos cuando exista gran distancia, en terreno uniforme, o bien cuando el tráfico sea muy denso y las mediciones sean urgentes.

20.5.9. *Equivocaciones al tomar medidas*

Es fácil medir distancias rápida y correctamente, pero ponga mucho cuidado para que una imprevisión no le haga cometer algún error. Hay posibles errores contra los que debe estar prevenido:

1. Leer los número al revés, por ejemplo: tomar un 9 por un 6 o viceversa.
2. Leer equivocadamente una marca en metros, por ejemplo: 18.7, como 17.7, o también 14.20 como 14.02.
3. Confundirse con el punto cero de la cinta. La mayoría de las cintas comienzan las graduaciones con el término de la anilla como cero. Vea cómo está calibrada su cinta.
4. Perder la cuenta del número de los largos de cinta medidos. Emplee los métodos que hemos recomendado para no caer en este error.

Una vez haya adquirido el hábito de hacer las cosas bien, automáticamente hará todas las mediciones correctamente.

20.5.10. *Condiciones ambientales*

Las mediciones en tráfico denso o por la noche, se convierten en más peligrosas aún que las realizadas de día y con el tráfico escaso. Utilice el módulo de señales para marcar el accidente y coloque las luces destellantes del vehículo y enfoque los faros o los proyectores portátiles al lugar en el cual se están realizando las mediciones.

Para las mediciones entre un tráfico denso y veloz, da muy buenos resultados una rueda medidora. Como la rueda girando registra la distancia, uno puede medir tan rápidamente como es capaz de correr, pudiendo al mismo tiempo vigilar el tráfico. Procure sin embargo, que la rueda no pegue saltos sobre baches, hoyos o materiales sueltos por la calzada, de lo contrario sus medidas serían muy imprecisas. Sobre estas irregularidades vaya despacio.

Pueden serle muy útiles varias mediciones desde el mismo punto. Por ejemplo, quiere localizar dos coches en la carretera. Puede usted medir desde el mismo sitio en el borde de la carretera hasta las ruedas delanteras y posteriores de cada una de ellos. Su ayudante no tiene necesidad de moverse, ni usted de enrollar completamente la cinta. Sin embargo, para que resulte esto ventajoso, debe efectuar un pequeño plano de sus mediciones. Sobre todo cuando se trata de triangulaciones, como se indicará más adelante.

Los pasos constituyen una forma de medir rápida, para hacerlo de una forma aproximada en distancias de más de cinco metros. Consiste simplemente en recorrer la distancia y contar los pasos dados. Si hay menos de un paso en el último trozo se puede calcular como un cuarto, medio o tres cuartos de paso. No trate de hacer los pasos muy largos, ande con naturalidad, para conseguir unos pasos de igual longitud. Cuando tenga necesidad de medir distancias a pasos, registre sus medidas en número de pasos, no intente convertirlo en metros en el lugar donde efectúe las medidas. Si luego desea convertir el número de pasos en metros, ande el mismo número de pasos que anotó, desde un punto precisado y luego mida dicha distancia con la cinta métrica.

Medir con los pies. Para distancias inferiores a 5 metros puede emplear un método similar, que consiste en colocar un pie delante de otro bien juntos. Cuente el

número de «suelas». Anote este número como «suelas», no transforme directamente a metros. En este caso, con el mismo calzado, si es posible, puede medir el mismo número de «suelas» desde un punto prefijado y después, con la cinta métrica, volver a medir dicha distancia para convertirla en metros.

Los pasos únicamente son una aproximación por lo que solamente ha de valerse de ellos en caso de emergencia o comprobación.

20.5.11. *Las medidas ante el Tribunal*

Si su material es de buena calidad y ha empleado los métodos descritos aquí, de ordinario, no tendrá dificultades al testificar sobre sus mediciones. De ordinario esto no puede hacerse de memoria. Guarde su bosquejo del terreno y todas las notas originales para ayudar a su memoria durante la celebración del juicio, cuando tenga que prestar declaración. Pueden pedirle que demuestre, por sus notas originales las dimensiones sobre un croquis a escala trazado por usted mismo o por otra persona. No retoque ni permita que nadie toque sus notas, borrando algo o escribiendo encima o tachando algo. Si fuera así podría arrojar alguna duda sobre su testimonio fundado en aquellas notas o esbozos.

Ahora, tanto usted como su ayudante «saben por su propio conocimiento» que la lectura fue correcta. Una cinta floja no dará exactamente la distancia correcta. Sin embargo, en general, la distancia podrá variar como máximo de 8 a 10 cms. por 25 metros y no hay inconveniente en que se confiese así. Si usted mide una distancia con una cinta que no esté completamente tensa y le da 25 metros, ya sabe con certeza que la medida es menor. Un abogado no puede desautorizar una medición que han realizado y verificado usted y su ayudante. Para demostrar que no pudo haber error y dar más fuerza a su labor diga que la distancia se midió en forma reglamentaria con la cinta tensa para que fuera más exacta y luego comprobada por partida doble.

20.5.12. *Precisión de las medidas*

También en un caso disputado con tenacidad, un abogado puede hacer esta pregunta: ¿Cómo sabe usted que su cinta era precisa? No cometa la equivocación de pretender que su cinta «es absolutamente exacta». En realidad muy pocas cintas tienen una longitud graduada exactamente. La temperatura hace que la cinta modifique su longitud. Este cambio no es muy importante. Una cinta metálica de 25 metros se alargará aproximadamente un centímetro, con un cambio de 15 a 40 grados centígrados.

Diferentes grados de tensión de la cinta pueden causar ligeros cambios en su longitud. Un tirón de 4 kgs. sobre una tensión normal, alargaría únicamente una cinta metálica de 25 metros, cerca de 0,5 centímetros. Una cinta metálica comprada a un fabricante acreditado será en general de una precisión casi absoluta, con un margen de variación en su longitud graduada de 2 centímetros como máximo

en los 25 metros. Si sospecha que puede ser discutida la precisión de su cinta, confróntela con la de un técnico diplomado para poder estar seguro de cuánta es la diferencia que hay en centímetros. Es más propensa a sufrir controversia la precisión de una rueda medidora o rodillo. Cotéjela de igual modo, con la cinta de un técnico para poder decir con certeza cuál es la diferencia existente. La mejor respuesta a una pregunta acerca de la precisión de su instrumento a medir, es «Yo he contrastado la longitud de la cinta que empleo con la que usa un técnico diplomado y la diferencia fue únicamente de medio centímetro en 25 metros», o la cantidad que sea.

La exactitud de sus medidas con una cinta puede incrementarse por estos medios:

1. Sosteniendo tirante siempre la cinta para conseguir distancias correctas. Al emplear cintas metálicas el peso del estirón ha de ser de 3 a 4 kgs. y con una cinta de tela metálica de 1 kg.
2. Si es posible, apoye su cinta sobre la entera distancia que está midiendo. Cuando la sostenga sin apoyarla sobre el suelo se comprobará y le dará una distancia ligeramente más larga.

   Si no incurre en ningún error al leer o contar, su medida de 25 metros se hallará siempre dentro de los límites que ofrecemos en la siguiente tabla.

Sistema empleado	Centímetros	
	Por 100 m.	Por 10 m.
Pasos (comprobación efectuada posteriormente con cinta métrica)	900,00	90,00
Pies (comprobación efectuada posteriormente con cinta métrica)	—	45,00
Cintas métricas comerciales de acero o cintas de bolsillo	7,00	0,70
Cintas metálicas articuladas nuevas	15,00	1,70
Cintas metálicas muy usadas	45,00	7,50
Cintas de tejido nuevas	22,50	5,25
Cintas de tejido muy usadas	90,00	11,00
Rueda de medir en superficie lisa rodaje lento	45,00	15,00

20.6. **Mediciones urgentes**

20.6.1. *Urgencia de las mediciones*

Algunos objetos que desea usted localizar tomando medidas, serán apartados o desaparecerán muy pronto después de ocurrir el accidente. Si hay que localizarlos tendrá que efectuar las mediciones enseguida. Algunos de estos objetos son muy eventuales y otros son efímeros.

20.6.1.1. *Temporales o eventuales*

Estos solamente duran unos pocos minutos:

a) Sombras de marcas de deslizamiento.
b) Huellas de neumáticos.
c) Charcos de gasolina y de agua.
d) Residuos o desperdicios esparcidos desde los vehículos.
e) Localización de muertos o heridos.
f) Localización de un vehículo averiado en la parte transitada de la carretera.

20.6.1.2. *Duraderas*

Estas pueden durar varias horas e incluso días:

a) Tiznaduras de marcas de deslizamiento.
b) Surcos en el arcén o talud.
c) Manchas de grasa o de sangre.
d) Daños a objetos permanentes que serán reparados, por ejemplo a señales de tráfico.
e) Localización de un vehículo dañado fuera de la parte transitada de la carretera.
f) Marcas en el pavimento efectuadas por partes duras del vehículo.

20.6.2. *Procedimiento general*

Una vez se haya personado en la escena de un accidente debe decidir, o al menos empezar a decidir, si habrá necesidad de tomar medidas. Si tiene alguna duda acerca de ello, vale más que efectúe las mediciones. Esta labor debe acompasarse con las restantes cosas que tenga que llevar a cabo. Muchas de estas cosas son urgentes, así que prepárese rápidamente a proteger las situaciones temporales hasta que esté en condiciones de examinarlas y medirlas. La localización de algunas situaciones temporales se puede marcar rápidamente sobre el pavimento de modo que sea posible determinar tales situaciones aunque haya desaparecido el objeto en sí mismo.

El fin primordial de estas mediciones que denominamos de «urgencia», es localizar unas posiciones con poca permanencia en tiempo e incluso en espacio; estas mediciones se realizarán al igual que las restantes respecto de los puntos fijos.

Las mediciones son únicamente una parte de su investigación. No descuide las cosas más urgentes de una investigación para tomar medidas. Muchas veces puede

aplazar la toma de medidas de posiciones de evidencia temporal señalando su localización. Por ejemplo, una marca con la tiza en torno a un montón de residuos del guardabarros conservará su localización durante varias horas, mudando su estado temporáneo en efímero. Y esta diligencia sólo requiere unos segundos. Luego, una vez finalizadas las tareas más urgentes, puede regresar y tomar medidas. La ubicación de las ruedas puede marcarse igualmente permitiendo así retirar un vehículo.

Las cosas temporales son las más urgentes. Si no puede marcar su posición para futuras mediciones, mídalas en el acto. Esto hay que efectuarlo especialmente cuando se trata de impresiones de neumáticos sobre nieve o barro y otras señales en el pavimento que puedan ser cubiertas por la nieve o borradas por la lluvia o por el restante tráfico. Haga del croquis del terreno únicamente lo más indispensable, destinando un sitio para poner las medidas de estas cosas temporales. Anótelas y aguarde hasta haber atendido a los asuntos más urgentes antes de agregarlas al croquis y hacer nuevas mediciones.

Localice en su esbozo lo que sean pruebas efímeras antes de ausentarse de la escena. Si es conveniente añada la anchura de la carretera y alguna otra cosa, pero no intente conseguir medidas para un diagrama a escala completo a no ser que sepa que lo va a necesitar y que le será difícil regresar más tarde. Recuerde también, antes de marcharse de la escena, añadir la información de identificación, tal como se ha descrito anteriormente.

20.6.2.1. *Hitos o puntos fijos*

Usted u otro investigador tiene que identificar el lugar exacto del accidente si quiere más información. Muchas veces la única guía que tiene es su esbozo del terreno. Por tanto, ha de presentar hitos u objetos permanentes inconfundibles desde los que puedan tomarse medidas. Todas las intersecciones son hitos naturales. Poniendo simplemente en su croquis los nombres de las carreteras y la dirección del Norte ya queda identificado.

El sitio en el cual ocurrió el accidente tiene que ser localizado por dos puntos fijos, de forma que sean identificados sin ninguna clase de duda, estos puntos fijos, deben para cumplir bien su función, tener gran duración, no sólo en el espacio, sino también en tiempo.

Lógicamente puede existir algún tipo de accidente, en el cual, el localizar esos puntos fijos, será una tarea difícil y complicada, en este caso recurriremos a los puntos que nos den mayor índice de fiabilidad y de posterior estabilidad, de acuerdo con el lugar y las circunstancias.

Antes se ha dicho que los accidentes (punto de conflicto, posiciones finales, etc.) deben de estar localizados por, al menos, DOS puntos fijos, puede darse el caso (por la complejidad del croquis a realizar, por la gran cantidad de mediciones que

hay que hacer, etc.) de que haya que utilizarse más de dos puntos fijos, pero también nos puede ocurrir, que no existan más puntos fijos, o bien se encuentren muy distantes del lugar que tenemos que realizar las mediciones, pues bien, en este caso, lo que haremos, será marcarnos tantos puntos auxiliares como sea necesario. Estos puntos auxiliares deben de entenderse que estarán referidos respecto de los puntos fijos, hay que recordar que por tres puntos no alineados pasa una sola circunferencia.

Casi todo puede servir de punto auxiliar. Una grieta en el pavimento o, incluso una señal con la tiza en el límite de la calzada. En las figuras 20-III y 20-IV, se ven ejemplos de puntos auxiliares. Puesto que un punto auxiliar se halla a una distancia medida de un objeto permanente, es muy fácil dar con él de nuevo.

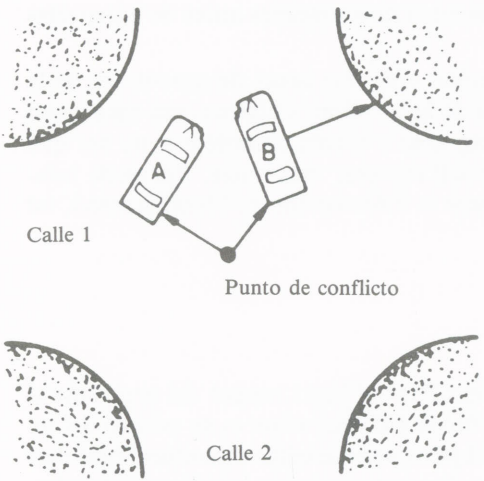


Fig. 20.III.— Medición mal hecha. Ejemplo de mediciones inútiles que no localizan nada.

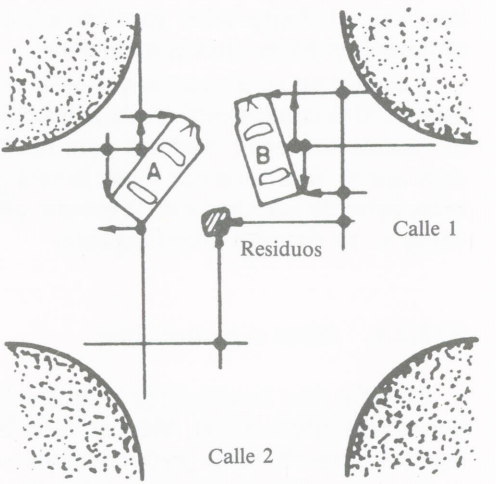


Fig. 20.IV.— Mediciones bien hechas. Dos mediciones por cada punto del vehículo lo localizarán.

Refiera todas las indicaciones de lo que pretenda señalar a puntos fijos fácilmente reconocibles.

20.6.2.2. *Localización por coordenadas*

Las pruebas temporáneas y efímeras dentro de los diez metros de un borde de pavimento recto se pueden localizar del modo más sencillo desde este mismo borde. Este método le ahorrará mucho tiempo si tiene que localizar un considerable número de posiciones por alguna distancia a lo largo de la carretera. Puede también emplearse en carreteras curvadas si la curva es poco pronunciada. Para las mediciones a base de coordenadas siga los pasos siguientes:

1. Establezca un punto cero en el límite del pavimento en un hito permanente reconocible o enfrente del mismo. En la figura 20.V es una marca de tiza enfrente de una señal de tráfico. (No se aprecia en el croquis, por estar fuera del límite del mismo).
2. Haga con la tiza u otra cosa una señal en el bordillo del pavimento delante en línea recta de cada motivo temporal a localizar. Este puede ser el principio o término de una marca de patinadura o la rueda de un vehículo o cualquier otro objeto que desee localizar.
3. Vaya poniendo estas señales A, B, C, y así sucesivamente por orden alfabético a partir del punto cero. Si tiene que localizar más de 26 puntos, continúe marcándolos AA, AB, AC, y así sucesivamente. Si ha omitido algún punto agréguelo después.
4. Si varios de los puntos a localizar se hallan al lado opuesto del mismo lugar en el borde del pavimento, coloque una letra en cada uno de ellos fuera de la calzada y repita la misma letra junto a la marca en el borde de pavimento.
5. Haga un croquis o boceto rápido a mano alzada de la calzada con las señales u objetos a localizar en ella. Para cada uno de los puntos a localizar asigne una letra en este croquis, igual que en la figura número 20.V.
6. En una esquina y a lo largo de su croquis haga una pequeña tabla con tres columnas encabezadas así. *Punto. Desde 0. Desde el borde.* En la primera columna, debajo de PUNTO, inscriba las letras de los puntos que hay que localizar. En este momento ya está listo para empezar a medir. Esta tabla la conocemos con el nombre de cuadrante de medidas.
7. Partiendo con su cinta del punto cero, mida la distancia a cada punto marcado en el borde de la calzada. Registre la distancia enfrente de la letra en la tabla debajo del encabezamiento DESDE 0.
8. Ahora, si es posible con una cinta de acero flexible, mida la distancia desde el límite del pavimento hasta el punto representado por cada letra. Regístrelas en la segunda columna de la tabla debajo del título DESDE EL LIMITE, y enfrente de las letras apropiadas en la tabla.

El empleo de una tabla de coordenadas evita en gran manera que un diagrama con muchas medidas se convierta en una barahúnda de dimensiones y límites dimensionales. Si sólo hay unas pocas medidas, se pueden escribir en el diagrama a lo largo del borde de la carretera y con líneas dimensionales desde el extremo del pavimento hasta cualquier objeto que se quiera localizar.

Si la calzada tiene un ancho superior a dos carriles, no tiene necesidad de tomar las medidas a través de la carretera. Establezca en la parte opuesta otro punto cero y partiendo de él mida coordenadas. Si hay gran número de puntos juntos o casi unidos, por ejemplo, una serie de estrías y surcos, localice las partes de este grupo tanto las más próximas como las más apartadas del punto cero y a lo largo del borde de la calzada y los puntos próximos y alejados del borde mídalos a partir

de éste. Después haga un croquis especial de esta serie de localizaciones en la calzada poniendo una señal individual para cada una de ellas, tal como se ve en la figura número 20-V. En este grupo puede rotular cada señal individual con una letra y luego describirlas brevemente en una lista exponiendo la longitud, latitud y profundidad.

Conjunto de huellas	Dirección	Longitud	Anchura	Profundidad	Desde 0	Desde eje
A Huella de pat. ..	—	25,25	2,40	0,00	18,65	1,21
B Huella de pat. ..	—				20,50	0,10
C	—	17,35	4,26	0,90	21,65	4,10
D Estría					20,75	0,10
E Astilla	—	0,90	0,60	0,30	18,30	0,91
G Astilla	—	1,50	0,30	0,15	18,63	0,70
H Surco	—	13,10	0,15	0,03	19,35	0,30
I Astilla	—	1,20	0,60	0,60	21,05	0,00
J Hendidura.....	—	3,05	2,15	0,03	18,45	0,30
K Arañazo.....	—	4,55	0,07	0,01	18,75	0,25
L Rozadura.....	—	2,74	1,00	0,00	19,32	0,12

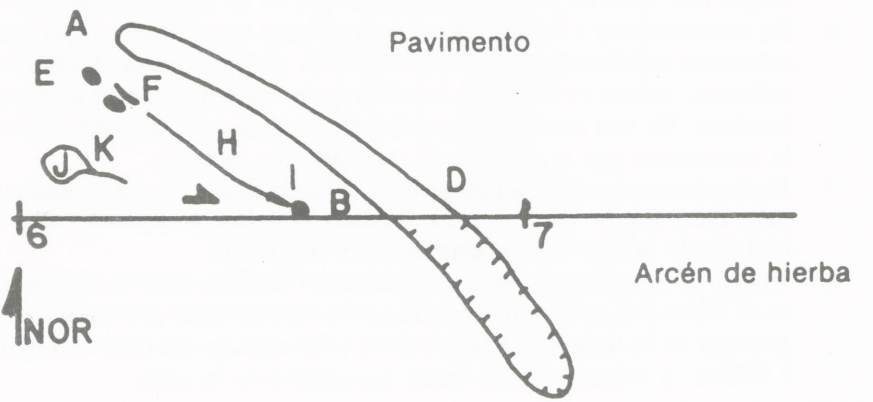


Fig. 20-V.— Esquema especial de campo y tabla de coordenadas.

20.6.3. *Triangulación*

En carreteras sin pavimentar, sin bordes bien perfilados o bordillos, en curvas muy pronunciadas y en las intersecciones, especialmente si son grandes e irregulares, usted no puede localizar las cosas tan fácilmente desde los límites de la calzada. Entonces el mejor sistema es la triangulación. Para efectuarla, localice dos puntos fijos en o cerca de la carretera, con una base. Luego tome las medidas desde el objeto que desea localizar hasta cada uno de los puntos. Luego puede medir la distancia entre los puntos fijos para que le salga un triángulo.

En la figura 20-VI, que es croquis de la escena, usted quiere localizar el lugar donde fue hallado un peatón después de ser atropellado por un conductor que se dio a la fuga. Los dos puntos fijos se hallan en el lugar en que las aceras tienen los bordillos. Midiendo tan sólo líneas, puede formar un triángulo que establece exactamente la localización del peatón. La distancia a través de la calle A puede medirla en cualquier momento después.

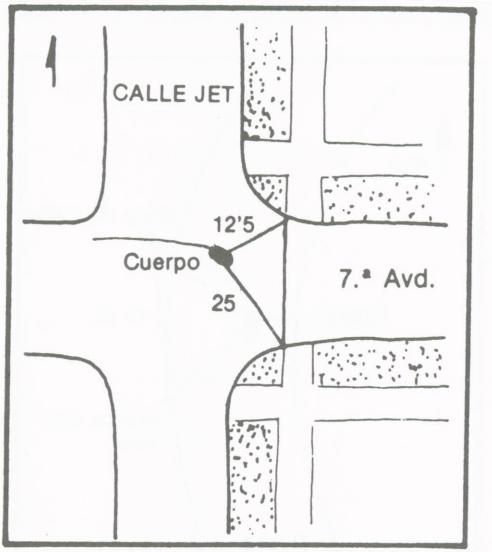


Fig. 20-VI.— Esquema de campo que localiza un cuerpo en una intersección por triangulación.

Lo que hay que hacer después de la triangulación, es muy sencillo. Es medir simplemente triángulos que enlacen los objetos movibles a los puntos permanentes.

Mida un triángulo para cada punto que desee localizar. El punto temporal se halla en un ángulo del triángulo y un objeto permanente en cada uno de los otros dos ángulos.

Los objetos fijos son muy fáciles de hallar. De ordinario puede escoger entre varios. Para reducir su trabajo, emplee los más cercanos. No se sirva de objetos que requieran mediciones largas. Evite los triángulos obtusángulos. Vea la figura 20-VII.



Fig. 20.VII.— Ejemplo de triángulos para la localización de puntos determinados en una carretera.

Cuando halle solamente un objeto permanente bastante próximo, puede todavía formar un triángulo mediante una marca de tiza para el otro punto fijo, en el límite o bordillo de la calzada.

En la figura 20-VIII, una boca de riego es el único punto fijo cercano. Mida una distancia desde dicha boca hasta el bordillo o límite del pavimento y haga allí una marca con la tiza. Esta operación le da dos puntos fijos. Luego haga las otras mediciones exactamente como si hubiera dispuesto de dos puntos permanentes cercanos.

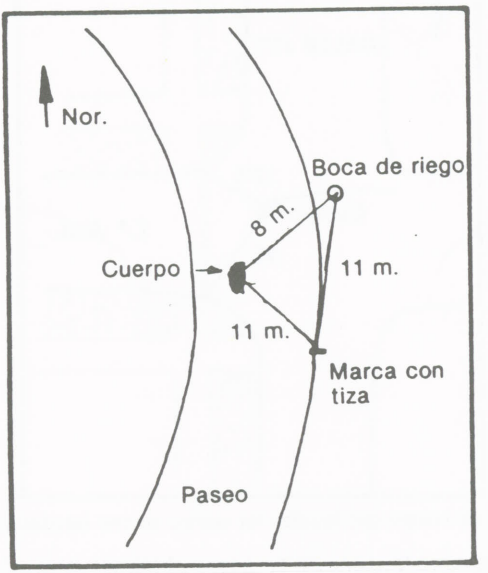


Fig. 20-VIII.— Localización por medio de triángulo, con un solo punto de referencia y un punto auxiliar localizado por posiciones.

También puede valerse de grietas en el pavimento en vez de hacer señales con la tiza si es que puede hallar alguna cerca del sitio justo para un punto fijo. Por tratarse de una distancia medida desde el objeto permanente, siempre podrá volverla a localizar.

20.6.3.1. *Triangulación a dos puntos próximos*

Si desea localizar dos puntos que estén muy juntos, casi siempre podrá utilizar la misma base para dos triángulos.

Vea la figura 20-IX. El coche vino a parar en el lugar del cruce que muestra en croquis. Para determinar la posición del coche, localice las dos ruedas de un lado. Los puntos fijos más cercanos son un poste de farol y una rendija en el bordillo. Emplee la misma base, distancia del poste a la rendija, para los triángulos necesarios a ambas ruedas.

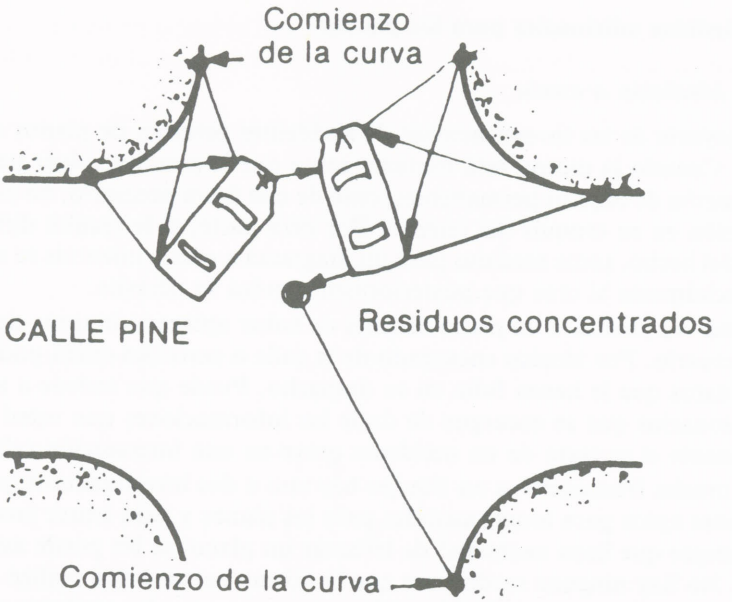


Fig. 20-IX.— Localización de intersección por triangulación, utilizando la misma base para los dos triángulos.

20.6.3.2. *Casos complicados*

Cuando tenga que establecer las posiciones de más de dos objetivos movibles, puede localizar varios objetos permanentes y puntos fijos, para formar bases para tantos triángulos como necesite.

En algunas ocasiones puede necesitar localizar un punto fijo que se halle precisamente en el bordillo o extremo de la calzada. Este punto auxiliar puede consistir de ordinario en una señal con la tiza o un objeto en el pavimento. A partir de él mida las distancias a dos objetos permanentes fuera de la carretera para formar un gran triángulo. Este punto también podría muy bien ser la localización de alguna evidencia temporal. Desde el borde de un pavimento son posibles toda clase de combinaciones y medidas de triángulos.

Para fijar la posición de un vehículo o de cualquier objeto más voluminoso que el cuerpo de una persona, es necesario localizar en él dos o más puntos. Para los vehículos, los mejores puntos de localización son en general los lugares en que descansan en el suelo dos de sus ruedas, preferentemente del mismo lado. Tomando las medidas del vehículo tendrá entonces su posición completa. Muchas veces las largas huellas de neumático o marcas de derrape que localizan el curso de un vehículo requieren una docena o más de mediciones para poder representarla en el croquis.

20.7. **Medidas adicionales para los planos**

20.7.1. *Medición a escala*

La mayoría de las investigaciones de accidentes precisan de planos o croquis a escala. Cuando la escena está bastante cerca que le permita volver para medir la localización de objetos permanentes, caso de que fuera necesario, no ponga esta información en su croquis del terreno. Por otra parte, si le resulta difícil llegar al lugar del hecho, tome medidas para un diagrama a escala mientras se encuentra allí, especialmente si cree que posteriormente quizá lo necesite.

Alguna vez precisará un plano después de haber aplazado la toma de medidas para efectuarlo. Por técnico encargado de la calle o carretera quizá podrá conseguir los datos que le hacen falta en su despacho. Puede que ordene a alguno de sus funcionarios que se encargue de darle las informaciones que usted necesita, especialmente si se trata de un accidente grave en una intersección crítica.

Con mucha frecuencia en un Equipo hay uno o dos investigadores que son especialmente aptos para tomar medidas para los planos y para trazar croquis a escala. Siempre que haya necesidad de levantar un plano, se les puede asignar este servicio. No hay ninguna razón para que la misma persona que realizó el esbozo del terreno tenga que trazar el plano. Ni tampoco para que las mediciones efectuadas para el plano tengan que figurar en el esbozo del terreno. En realidad, un croquis adicional mostrando las posiciones y dimensiones de los objetos permanentes es una buena forma de evitar que el pequeño croquis del terreno llegue a ser confuso por un atiborramiento de datos. Cuando el croquis del terreno y las medidas para el diagrama se realizan a diferentes horas, tenga presente una cosa muy importante, recuerde que ambas tienen que mostrar los objetos permanentes reconocibles con cuyo concurso se localizó en el lugar del accidente cualquier señal temporal o perecedera.

20.7.2. *Medición necesaria*

Para levantar planos de localización de accidentes tiene que saber qué mediciones hay que llevar a cabo para conseguir seis clases de información diferentes.

1. Ancho de la calle o carretera.
2. Desalineación.
3. Angulo.
4. Radio de una curva.
5. Pendiente y peralte.
6. Altura y profundidad.

El ancho de la calle o carretera es con mucho la medida más corriente y generalmente no presenta ningún inconveniente. Tenga sumo cuidado en mostrar claramente cuál es el ancho que mide. Los términos «calle» y «carretera» significan

la distancia entera entre los límites de propiedad, incluyendo las aceras. De esta distancia la calzada puede ser solamente una pequeña parte. La localización de los límites de propiedad tiene importancia cuando el accidente envuelve vehículos que entraban en la calle o carretera. En ocasiones unos edificios, carteleras, bosques, cultivos y otros objetos, incluso dentro de la propiedad particular, limitan la visión del conductor y de aquí que tenga importancia el considerar la amplitud de la carretera. «Calle» y «Carretera» significan exactamente la misma cosa. El nombre de «calle» se emplea generalmente dentro de las ciudades y «carretera» en las zonas interurbanas.

Las figuras números 20-X y 20-XI ofrecen posibles mediciones de calles y carreteras. Usted sólo tiene que mostrar las que sean importantes para el accidente que está investigando.

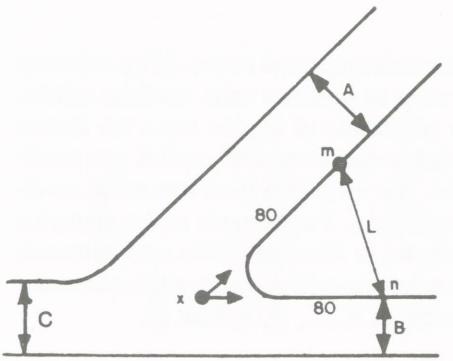


Fig. 20.X.— Utilización de cualquiera de las distancias de que dispongamos para efectuar una medición.

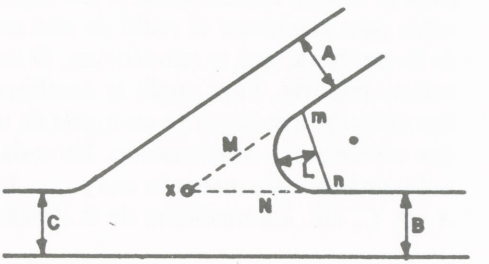


Fig. 20.XI.— Medición simultánea de ángulo y curva.

20.7.3. *Desalineaciones*

Cuando tenga que medir una intersección, lo primero que ha de mirar es si es regular, es decir, si las dos calles se cruzan lo bastante en ángulos rectos para los fines de la investigación de accidentes, echándoles simplemente una ojeada. Si tiene alguna duda acerca de ello, mida el ángulo tal como se explica más adelante. Para ver si las calles atraviesan sin desalineaciones ni estrechamientos, mire a lo largo de cada bordillo o límite del pavimento para averiguar si están en línea recta con las de la parte opuesta.

Las figuras números 20-XII y 20-XIII muestran los puntos g y h desde los cuales, mirando en la dirección de las flechas con las líneas punteadas, puede ver que el bordillo continúa en la parte opuesta en una línea recta.

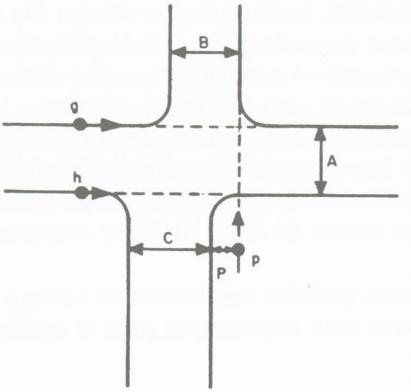


Fig. 20-XII.— Cruce con pequeña desalineación.

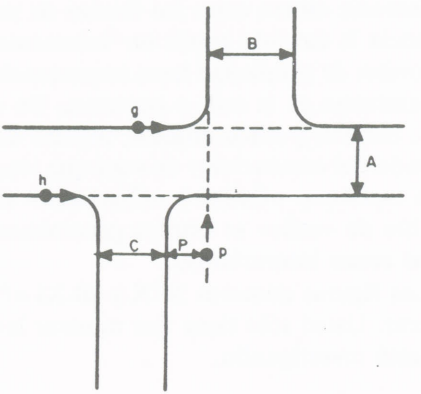


Fig. 20-XIII.— Cruce con gran defecto en la alineación.

Si la intersección es regular, necesita medir únicamente el ancho de las calzadas para su esbozo fundamental. Pero algunas veces se precisan unas medidas adicionales para establecer el radio de una curva enlazando el ángulo entre los límites de la carretera, que se entrecortan. Si hay alguna desalineación, tendrá que medir cuánto importa. Para medir la desalineación, fije un punto para tomar las medidas mirando a lo largo de un borde de una carretera. Puede verlo en los ejemplos que ofrecemos a continuación. En cada ejemplo, la línea de visión está punteada y el punto de mira marcado con *p* o *q*. Los anchos de calle a medir están marcados *A*, *B*, *C*, etc. La medición de la desalineación es *K*, *L*, *P*, o bien *Q*.

20.7.3.1. *Desalineación sencilla*

Las calles están en ángulos rectos. Una calle atraviesa recta sin cambio en el ancho A, como puede usted observar mirando a lo largo de sus límites. Halle *P*, la desalineación entre bordillos, mirando a lo largo del distante límite de la calzada. Mida los anchos de la calzada *A*, *B*, y *C*, y la desalineación *P*. Es posible que la desalineación *P*, sea cero en el caso que uno de los límites de la calle desalineada esté en línea en los dos lados de la intersección. Muestre las desalineaciones prolongadas mediante líneas punteadas.

20.7.3.2. *Desalineación doble*

La figuras números 20-XIV y 20-XV, muestran calles en ángulos rectos, pero ninguna cruza la intersección en línea recta. Halle *K* y *L* mirando a lo largo del distante límite de la calzada. Mida ahora las desalineaciones *K* y *L* y cuatro anchos de la calle, *A*, *B*, *C* y *D*. Observe cómo en la figura 20.XIV un límite de la cal-

zada atraviesa en línea recta, y que *p* se encuentra allí. Por lo tanto no hay que medir ninguna desalineación *P*.

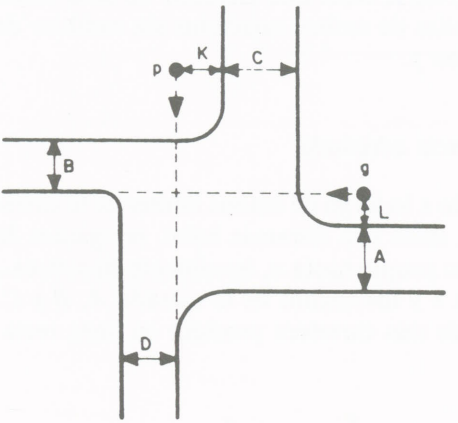


Fig. 20-XIV.— Cruce con dos grandes defectos en la alineación.

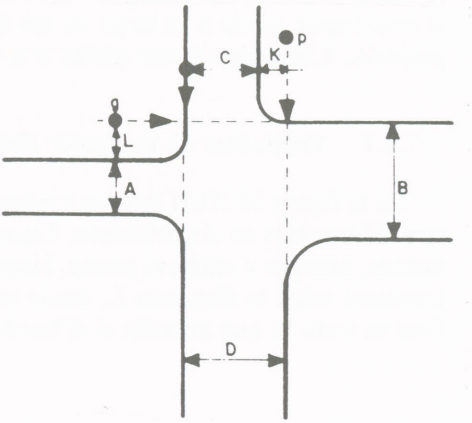


Fig. 20-XV.— Intersección con dos pequeños defectos de alineación.

20.7.4. *Angulos*

Cuando las carreteras no se cruzan en ángulos rectos ha de hallar el ángulo entre las mismas. Quizá la mejor forma de medir un ángulo entre dos líneas que se cruzan, sea medir un triángulo con las dos líneas como lados y una línea transversal para el tercer lado. La longitud de los dos lados puede ser cualquier distancia apta para ser medida, pero es preferible en general, que sean iguales. Luego mida el tercer lado.

En la figura número 20-XVI queremos tomar la medida del ángulo en *X*. Mida a lo largo de un lado cualquier distancia hábil, por ejemplo, desde *N,* hasta el punto *m* y ponga la señal. A lo largo del otro lado mida una distancia *N,* si puede ser la misma que la distancia *M,* hasta el punto *n,* y márquela. Mida entre los puntos *m* y *n* para hallar la longitud *L*. Anote todas las medidas.

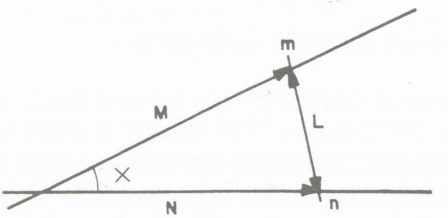


Fig. 20-XVI.— Construcción de un triángulo para medir un ángulo.

En realidad los límites de dos carreteras raramente se entrecortan en un ángulo muy pronunciado. De ordinario existe una curva entre ellos. Por consiguiente para hallar el punto del triángulo en la carretera, tiene que localizar un sitio desde el cual pueda mirar a lo largo de los límites de ambas carreteras sin cambiar de posición. Llamemos a este punto *x* o bien *y*.

7.4.1. *Valiéndose de cualquier distancia adecuada*

En la figura 20-XVII busque x mirando a lo largo de ambos límites de la carretera. Márquelos en el pavimento. Luego, mida una distancia hábil, pongamos 20 metros, hasta *m* y señale el punto. Haga lo propio hasta *n*, igualmente 20 metros.. Entonces mida la distancia *L*, desde *m* a *n* y los anchos de la calzada *A*, *B* y *C*. Esto es todo lo que necesita si el borde de una carretera prosigue en línea recta.

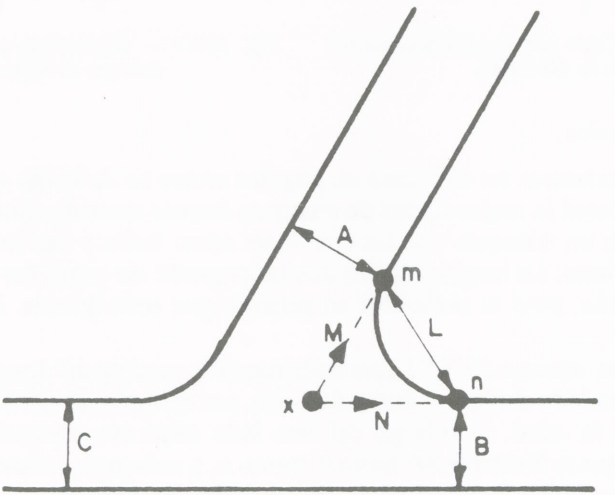


Fig. 20-XVII

7.4.2. *Empleando los extremos de la curva*

En la figura número 20.XVII hay una curva o borde de la calzada muy pronunciado. Señale los puntos *m* y *n* donde termina la curva en el ángulo y empiezan los límites rectos. Mire para encontrar el punto *x*. Luego mida los tres lados del triángulo *M*, *N* y *L* y los anchos de las calzadas *A*, *B* y *C*. La ventaja de este sistema estriba en que casi siempre puede utilizarse la medida *L* para hallar también el radio de la curva si *M* y *N* no se extienden más allá de los extremos de la curva.

20.7.5. *Angulos y desalineaciones*

Tanto los ángulos como las desalineaciones se hallarán en toda clase de combinaciones. En principio como si no hubiese curva enlazando los ángulos. Más tarde puede insertar las curvas. Empiece oteando para obtener puntos desde los cuales puede medir ángulos y desalineaciones. Señale los puntos.

7.5.1. *Angulo recto con un solo límite en línea recta*

Contemple la figura número 20-XVIII. Observando, halle el punto *x* y márquelo. Si no se emplea los extremos de la curva, señale los puntos *m* y *n,* para completar los ángulos del triángulo. Localice el punto *y,* del mismo modo que lo hizo con el *x.* Si no está seguro que el ángulo *y* es un ángulo recto, marque también *s* y *t* en los extremos de la curva. Observando desde *g* ha comprobado usted que un límite de la carretera atraviesa en línea recta. Ahora sobre la prolongación de este límite en linea recta halle el punto *p,* desde el cual puede usted observar a lo largo de un límite de la carretera diagonal. Marque el punto *p.* Ahora está usted en disposición de medir los lados de dos triángulos *N, M, L* y *S, T, K;* una desalineación *P;* y cuatro anchos *A, B, C* y *D.*

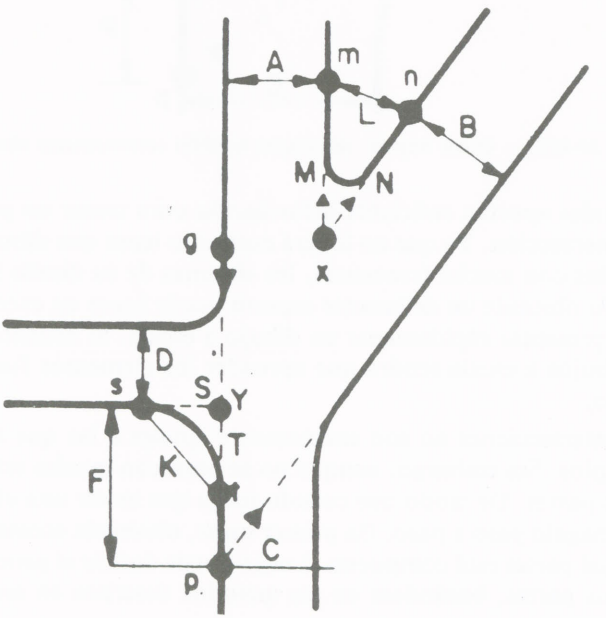


Fig. 20.XVIII.— Angulo con un bordillo grande que continúa al otro lado.

7.5.2. *Doble ángulo sin ningún límite cruzando en línea recta*

Vea la figura número 20-XIX. Para los ángulos más pequeños, halle los puntos *x* e *y*, observando, *m, n, s, t,* en los extremos de las curvas. Observe y marque *p* y *q* para las delineaciones. Ahora mida dos triángulos, *M, N, L* y *S, T, K*; dos desalineaciones *P* y *Q*; y tres anchos *A, B* y *C*.

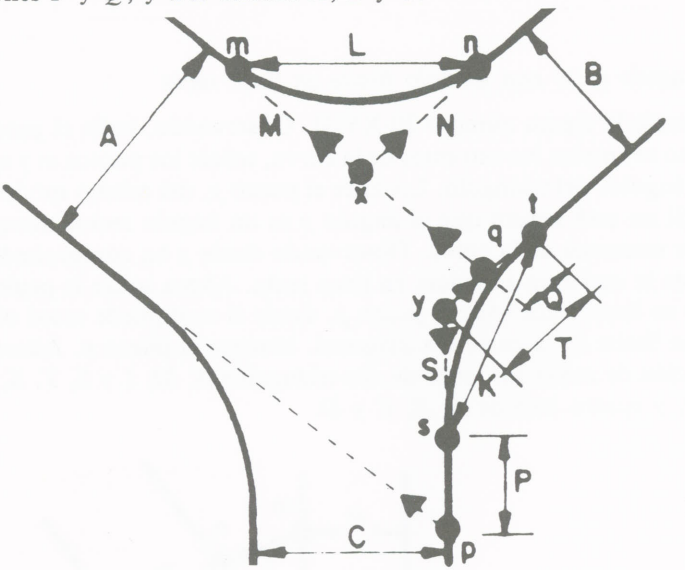


Fig. 20-XIX.— Doble ángulo, sin ningún bordillo correctamente alineado.

Estas medidas aportan suficiente información para trazar un preciso dibujo a escala de la intersección. Ya que no le será necesario tener que dibujar intersecciones complicadas con mucha frecuencia, los sistemas de su diseño no los vamos a tratar aquí. No obstante un delineante experto puede hacer un excelente bosquejo del terreno y presentar rápidamente un dibujo a escala. Si necesita hacerse usted mismo los dibujos a escala tendrá que aprender los elementos fundamentales de dibujo técnico.

Algunas intersecciones no son exactamente iguales a las que hemos ofrecido en estos ejemplos. Sin embargo, aunque no se parezcan mucho están compuestas de las mismas partes. De modo que cuando tenga que medir una «intersección extravagante», hágalo paso a paso. En primer lugar, obsérvela atentamente para determinar de qué partes está compuesta. Luego puede decidir el proceso que seguirá para medir sus partes, basándose en los métodos descritos en este capítulo.

Tenga presente que no necesita medir una intersección compleja totalmente en el momento de su investigación. Si el tiempo le apremia lo único que tiene que localizar son las cosas caducas, como marcas de patinaduras, vehículos implica-

dos, etc. Puede regresar a la escena más tarde o mandar a alguien para que levante el plano de la ubicación.

Todas las intersecciones a las que confluyen calles rectas no presentan dificultades pudiendo ser tratadas a base de ángulos y desalineaciones. Una calle que penetra en una intersección en una curva ya es más complicada, y una intersección con dos o más curvas, todavía más.

20.7.6. *Radio de curvatura*

Hay que conocer el radio de la curva si desea insertar las curvas con las intersecciones a escala. Mida también el radio de la curva siempre que en un accidente se salga un vehículo de la carretera en una curva. El radio es importante para calcular la velocidad que puede llevar un vehículo al tomar la curva sin deslizarse. La figura número 20-XX en el pequeño diagrama de la parte superior muestra lo que entendemos por radio. El radio es la distancia al centro de la circunferencia de la cual la curva es la carretera en una parte.

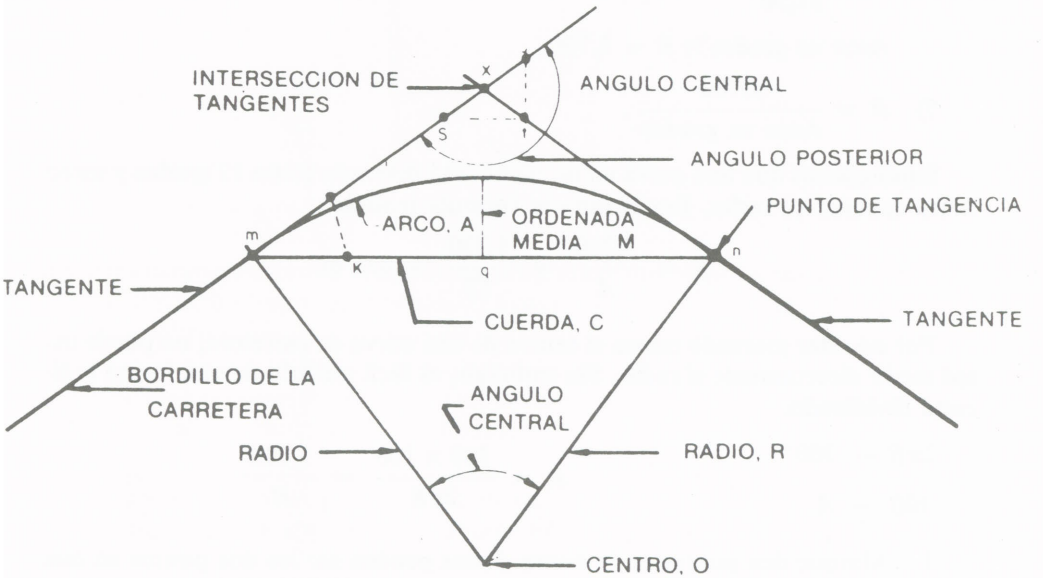


Fig. 20.XX.— Angulos y dimensiones relativas a una curva.

7.6.1. *Grado de la curva*

Los ingenieros de caminos de algunos países y los planos realizados por ellos, generalmente exponen la agudeza de una curva refiriéndose, no a su radio, sino

a su grado. El grado de una curva es el número de grados del ángulo central subtendido por un arco de 100 metros en la circunferencia. Si A es el grado de una curva y R su radio,

$$A = \frac{5.730}{R}, \quad \text{y} \quad R = \frac{5.730}{A}$$

R = Radio de la circunferencia.

1) Arco en radianes $\times R$ = Arco en metros

2) Grados correspondientes a un radián: $\frac{360}{6,28} = 57,30.$

3) Arco en radianes $= \frac{\text{Arco en grado}}{57,30}$.

Sustituyendo en 1) y suponiendo arco constante 100 m = A.

4) $\frac{\text{Arco en grados}}{57,30} \times R = 100$ m.

Arco en grados $\times R = 5.730.$

5) $R = \frac{5.730}{\text{Arco en grados}}$.

Supongamos que una curva en un plano está marcada como 12 grados y usted desea conocer su radio. Empleando la fórmula tendrá:

$$R = \frac{5.730}{A} = \frac{5.730}{12} = 478 \text{ m.}$$

Por no estar marcado nunca el centro de una curva de carretera, no puede usted medir directamente el radio. Sin embargo, es fácil medirlo de una forma indirecta dividiendo:

$2\pi R$ — 360°

100 — A

$$A = \frac{360 \times 100}{2\pi R} = \frac{5.730}{R}$$

1. Marque dos puntos en la curva. Estos pueden ser los dos puntos en que la curva se ensancha, o bien dos puntos separados a 30 metros o menos cerca del accidente. Si la curva es muy grande emplee una distancia mayor. La curva, que es la parte de un círculo entre dos puntos, se denomina arco de la curva o circunferencia.
2. Mida la distancia entre señales, pero en vez de enrollar la cinta, suelte los dos extremos de la misma con mucho cuidado, para que no se muevan.

Déjela caer plana y recta sobre el suelo, la distancia que ha medido usted se llama *cuerda*. Está representada por C en la figura.

3. Dividida por 2 la longitud de la cuerda y, sin mover la cinta, halle el medio de la cuerda. Señale el lugar.
4. Mida cuidadosamente la distancia más corta desde el medio de la cuerda hasta la curva. Emplee una cinta métrica de bolsillo si dispone de ello. Mida con la máxima escrupulosidad. Esta distancia se llama la *ordenada media*. Es la M, de la figura.
5. Registre sus medidas y luego puede calcular el radio de la curva. Para hallar el radio puede emplear la fórmula de la figura. C es la longitud de la curva y M la de la ordenada media. Con una cuerda C, de 50 metros mida parte de una curva circular. La distancia desde el medio de la cuerda, en los 25 metros hasta la curva es un metro. Esta es la ordenada media M. Empleando ahora estas cantidades en la fórmula tiene usted:

$$\text{Radio} = \frac{C^2}{8M} + \frac{M}{2} = \frac{50^2}{8 \times 1} + \frac{1}{2} =$$

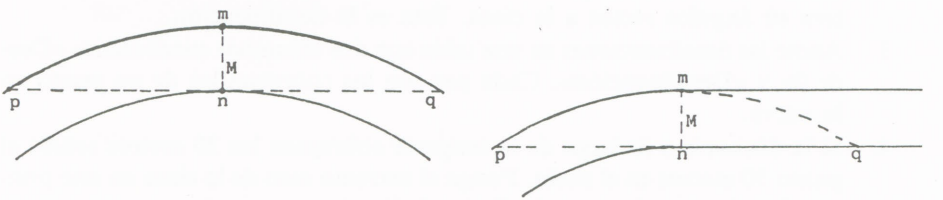
$$= \frac{50 \times 50}{8} + \frac{1}{2} = \frac{2.500}{8} + \frac{1}{2} =$$

$$= 312{,}5 + 0{,}5 = 313{,}0 \text{ metros.}$$

7.6.2. *Curvas grandes*

Las grandes curvas no son fáciles de medir por los métodos que hemos descrito aquí. Sus ordenadas medias son demasiado pequeñas para medirlas con precisión para una cuerda de 30 metros, especialmente si el borde de la carretera es irregular, las cuerdas muy largas son difíciles de medir satisfactoriamente con cintas de 25 m. Por ejemplo, con una curva de un radio de 600 metros la ordenada media de una cuerda de 30 metros es únicamente de cerca de 20 cm. Puede emplearse el siguiente procedimiento.

1. Localice el principio de la curva tan aproximadamente como sea posible observando a lo largo del límite recto de la carretera.
2. Marque este punto y mida en él la anchura de la carretera igual que en M de la figura número 20-XXI.



La cuerda es la distancia *p-q* La cuerda es la distancia *p-q*

Fig. 20-XXI.

3. Desde fuera de la curva, busque observando un punto *P* que esté en línea con el límite recto de la parte interior de la curva tal como se muestra en la figura.
4. Mida a lo largo de la carretera desde este punto *P* hasta el principio de la curva en *M*. En curvas grandes, para fines prácticos, la distancia de lo largo del exterior de la curva desde *P* a *M*, será casi igual que la distancia recta desde *P* a *N*, la diferencia en la distancia será menos que el error que se pueda sufrir al localizar los puntos en la carretera. Por ejemplo, con un radio de 600 metros y un ancho de carretera de 8 metros la diferencia es únicamente de unos 25 cm. en 94 metros.
5. Ahora el ancho de la carretera es la ordenada media. La distancia desde *P* a *N* es la mitad de la cuerda como puede verse claramente en la figura. El ancho de la calzada y dos veces la distancia de su largo pueden ser sustituidos en la fórmula que hemos ofrecidos y puede calcularse el radio. Si quiere emplear el calculador, divida la cuerda y la ordenada media por 10. Entonces el radio obtenido por este método tendrá que multiplicarse por 10. Por ejemplo, si la carretera tiene un ancho de 27 metros y la distancia de *P* a *N* es de 70 metros, la cuerda será $2 \times 70 = 140$. Dividiendo por 10 nos da una ordenada media de 7 y una cuerda de 14. El radio que da el calculador es 33 metros, que multiplicado por 10 nos dará el verdadero radio de 330 metros.

7.6.3. *Método de coordenadas*

Cuando las curvas por su irregularidad no pueden considerarse como arcos de circunferencia, o cuando la parte recta no es propia para su observación, puede ser conveniente emplear otro sistema. Consiste en medir coordenadas desde una tangente a la curva. Es muy útil especialmente para distancias inferiores a los 100 metros a lo largo de la curva.

1. Coloque el extremo de la cinta en el borde exterior de la curva y extienda observando a lo largo de la tangente a la curva. Si el extremo de la cinta está en el principio de la curva, se puede alinear la cinta con la parte recta de la carretera igual que en la figura número 20-XXII.
2. Cada 7 metros a lo largo de la cinta, mida la distancia al borde de la carretera en ángulos rectos a la cinta. Esta es la desalineación.
3. Anote las desalineaciones en una tabla con dos columnas encabezadas «Desde 0» y «Desalineación». Cada par son las coordenadas de un punto en la curva.
4. Si la distancia a lo largo de la tangente sobrepasa los 30 metros señale el punto 30 metros en el suelo. Ponga el extremo cero de la cinta en este punto, alinéelo con el punto del límite de la carretera en el que empezaron a efectuarse las mediciones y prosiga midiendo desalineaciones a intervalos

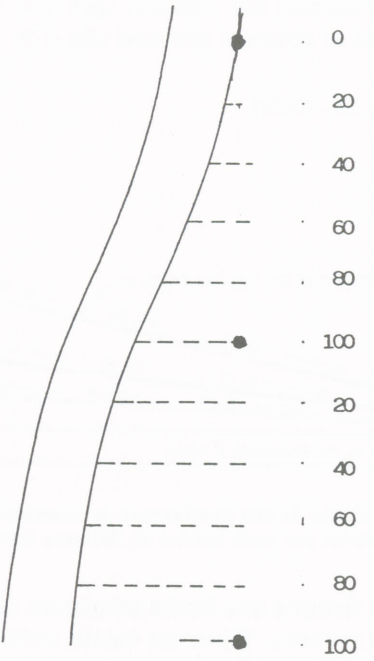


Fig. 20.XXII.— Coordenadas para una curva.

de 7 metros. Cuando las desalineaciones sean muy grandes, puede ser necesario marcar los puntos de 7 metros clavando estacas o punzones en el suelo para poder utilizar la misma cinta para medir las desalineaciones.

5. Asegúrese de localizar en el croquis del terreno el punto cero a partir del cual comenzó a medir las desalineaciones.

Las desalineaciones superiores a los 20 metros no son visibles. Es demasiado difícil tomar las medidas en ángulos rectos a la cinta métrica.

20.7.7. *Pendiente o inclinación*

Significa la escarpada de una cuesta. Es importante para calcular las velocidades por las patinaduras y recomputar las distancias de paro. Pendiente o inclinación es el número de metros que sube la carretera por cada metro de distancia a nivel a lo largo de la carretera, o tanto por uno. El número resultante es menos de 1,00 y, excepto en cuestas muy empinadas, menos de 0,10.

Si la pendiente es *cuesta arriba,* es un grado positivo y se escribe delante del número, *un signo más* (+). Las pendientes *cuesta abajo* o negativas se escriben

con un *signo menos* (—) delante del número. Que una pendiente sea positiva o negativa depende de cómo se enfrente uno con ella o de si se circula hacia arriba o hacia abajo.

Ver la figura número 20-XXIII.

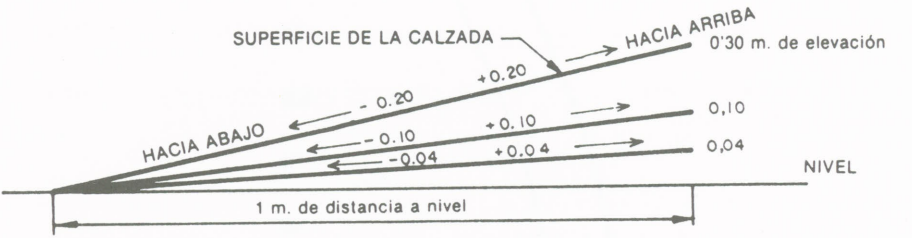


Fig. 20-XXIII.— Grado de una pendiente es la elevación que experimenta una carretera por cada unidad de distancia horizontal.

En un diagrama trace siempre una flecha señalando cuesta arriba y tras de ella muestre la inclinación en número. Y por ser cuesta arriba una pendiente positiva ponga el signo más (+) delante del número.

El número que representa la inclinación se indica casi siempre en metros de elevación o descenso por 100 metros de distancia horizontal, resultando entonces tantos metros por ciento de desnivel o porcentaje de desnivel.

— Una carretera se eleva dos metros en una distancia a nivel de 50 metros. Divida 2 por 50. El resultado es 0,04. Esto es, cuatro metros por ciento ó 4 por 100 de desnivel.

20.7.8. *Medición del desnivel con plantilla*

Si dispone de una plantilla especial, medir el desnivel es algo fácil y rápido. Si no la tiene puede consultar el apartado 20.7.9.

La plantilla se emplea con una tablilla ordenada con sujetador de 22 × 32 centímetros. Taladre un agujero de 8 mm a 10 mm desde el centro del canto izquierdo de la tablilla con sujetador. Sostenga la tablilla en posición de escribir, con el extremo del sujetador hacia fuera de usted, para identificar el canto izquierdo. Seguidamente, trace una línea que pasando por el centro de este agujero cruce la cara de la tablilla en ángulos rectos a los límites más largos, tal como se ve en la figura número 20-XXIV.

Para medir el desnivel de una carretera pavimentada, proceda de este modo:

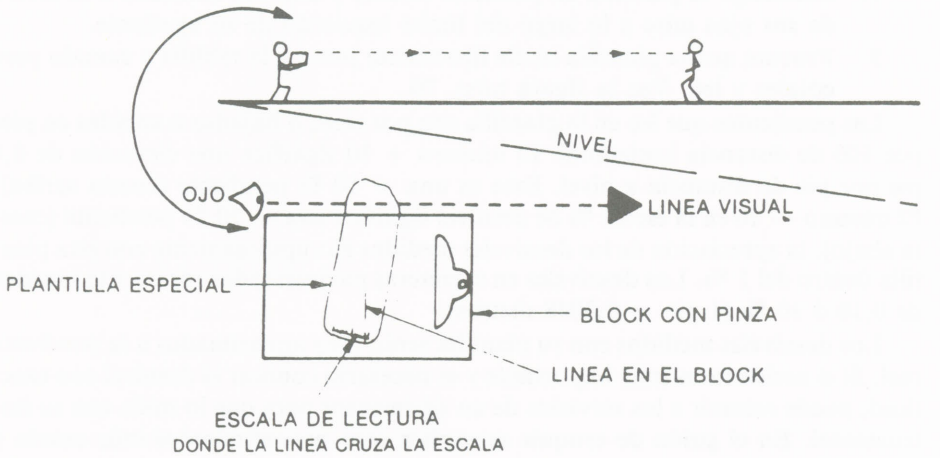


Fig. 20.XXIV.— Utilización de la regla especial de cálculo sobre la tabla para medir el grado de pendiente de una escalera.

1. Coloque un lápiz que pase por el agujero realizado en la tablilla y el agujero pivote de la plantilla especial, en forma que ésta cubra la línea trazada a través de la tablilla. El lado brillante de la plantilla debe estar pegado a la tablilla y la parte mate de cara a usted.
2. Ponga el borde de la derecha de la tablilla con sujetador en un sitio bastante liso sobre el pavimento con este borde junto o paralelo a la línea central de la carretera. Sostenga la tablilla con sujetador a plomo.
3. Mire que la plantilla oscile libremente y venga a parar colgando a través de la tablilla.
4. Coja con firmeza la plantilla juntamente con la tablilla para que no haya ningún movimiento entre ellos y elévelas hasta que pueda leer su resultado.
5. En el sitio que la línea de la tablilla cruza la escala de la parte inferior de la plantilla (% desnivel), lea la inclinación.

Si el pavimento es muy desigual, cubierto de nieve o de barro, o si la carretera está sin pavimentar, siga el siguiente método para medir la pendiente:

1. Observe dónde llega la altura de su mirada estando de cara a su ayudante. Si tiene la misma estatura que usted, este punto serán los ojos.
2. Luego los dos se colocan de pie separados por una distancia de 20 a 40 metros, ambos juntos al centro de la carretera.

3. Haga penetrar un lápiz que sirva de eje en los agujeros de la plantilla especial y la tablilla con sujetador.
4. Mantenga la plantilla en posición vertical y una vez colocada a la altura de sus ojos mire a lo largo del límite izquierdo de su ayudante.
5. Procure que la plantilla oscile libremente junto a la tablilla y cuando pare cójalas y lea. Vea la figura núm. 70.

Las pendientes que lee en la plantilla son por cien, o bajadas o subidas en pies por 100 de distancia horizontal. El número + 10 significa una elevación de 0,1 pie por pie de distancia a nivel. Esta es una + 10 % pendiente (cuesta arriba). El número — 10 en la escala % de desnivel significa una — 10 % pendiente (cuesta abajo), la apreciación de los desniveles medidos escrupulosamente con esta plantilla dentro del 1 %. Los desniveles en carreteras pavimentadas raramente exceden de 0,10 ó 10 % (1 pie = 0,3048 metros).

Los desniveles medidos con su plantilla serán muy aproximados a la pendiente real. Si el accidente es muy importante y es necesario conocer el desnivel con exactitud, puede recurrir a los servicios de un agrimensor para que lo mida con su instrumental. En el guión de croquis se explica otro procedimientos más exacto y sencillo.

20.7.9. *Otras formas de calcular la pendiente*

a) *Con eclisímetro*

Sirve para medir ángulos de pendiente en tantos por ciento. Sobre un tablero o cartón de 0,25 m. de largo por 0,10 de ancho se traza una recta *AB,* que se divide en magnitudes de dos en dos milímetros, a derecha e izquierda del punto *O.* A 20 cm. de la recta *AB* se hace, en la perpendicular un orificio *E*, por el que pasa un hilo, quedando por este extremo sujeto al cartón (figura 20-XXV).

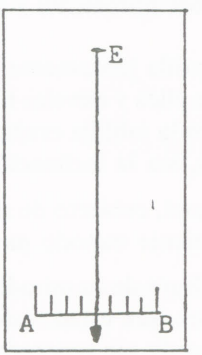


Fig. 20.XXV.

b) *Con la cinta métrica*

Se sujeta la cinta métrica por los dos extremos, se coloca de forma que esté horizontal, y con la cinta metálica (flexómetro) se mide la separación entre la cinta y la carretera y con una sencilla regla de tres, se calcula la pendiente en tantos por ciento.

20.7.10. *Peralte o declive*

Es la pendiente o inclinación a través de la carretera en ángulos rectos a la línea central, desde el borde interior al límite exterior en una curva. Si se mide por metros de elevación de la superficie de la carretera o metros de anchura.

El peralte afecta a la velocidad a que un vehículo pueda seguir una curva con seguridad. Cuanto mayor sea el peralte, más elevada puede ser esta velocidad. Por consiguiente, debe medir el peralte en todo accidente en que un vehículo derrapó o se salió de la carretera por una curva. El peralte se mide en metros de elevación por metro horizontal de anchura. Por ejemplo, un peralte de 0,05 (cinco centímetros) por metro. Algunas veces se multiplica por 100 y se llama por cien de peralte. Un peralte de 0,5 por metro es 5,0 % de peralte, es decir, se calcula el tanto por uno.

A veces las dos mitades de una carretera tienen diferente peralte debido a que el pavimento tiene corona o elevación en el centro. En este caso, mida el peralte de la mitad exterior de la carretera. Este puede ser un menos o negativo peralte o un declive abajo y hacia la parte de fuera. Cuando halle tal condición, en la investigación de un accidente, dé amplios informes de ella.

Si tiene usted preparada la plantilla y la tablilla con sujetador puede medir el peralte. Colóquela sobre el pavimento como para medir el desnivel, pero, en vez de ponerla paralela a la línea del centro, póngala en ángulo recto a la línea central o a través de la carretera. El peralte pocas veces es superior a 0'10 a 10 %. Por lo general, no precisará medir el peralte de carretera sin reparar o de pavimentos cubiertos de nieve.

20.7.11. *Alturas y profundidades*

En ocasiones, un cuerpo, parte de un coche o el mismo vehículo, pueden ser lanzados al aire y golpear un objeto elevado, o puede despeñarse por un terraplén, o por un puente, o caer en un foso. Para la reconstrucción del accidente es conveniente conocer la altura del talud u objeto.

Hay varias formas prácticas de medir alturas y profundidades en la escena del accidente.

1. Directamente con una cinta métrica. Esto resulta fácil para alturas de señales, bordillos, barandillas, daños a objetos permanentes y obstrucciones visuales, como por ejemplo setos y vallas. Emplee este sistema para alturas de puentes por encima de corrientes de agua, o de pistas. Es bastante satisfactorio para la mayoría de zanjas y taludes, pero tiene que ir con cuidado

porque la distancia ha de ser desde el fondo a un punto que esté en la parte de arriba.

2. Las fotografías son buenas para registrar alturas aproximadas. Coloque a un hombre o algún otro objeto de talla conocida en la fotografía cerca de la altura que tiene que medir para que sirva de comparación. Para este propósito asegúrese de que su máquina fotográfica está bien nivelada. No la apunte arriba o abajo.
3. La longitud y el ángulo de inclinación no lo darán directamente la altura, pero si que la proporcionarán la información con la que puede ser calculada. Mida la longitud de la inclinación con una cinta y determine su desnivel por los métodos descritos en el apartado 7.8. y 7.9. Anote todas estas cantidades. Puede luego dibujar la longitud de escala para obtener las distancias horizontales y verticales.

20.8. **Trazado de diagrama a escala o realización completa del croquis**

Hay dos razones para trazar diagramas a escala de los accidentes. El primero es para ayudar a comprender lo que ocurrió; y el segundo para mostrar a otras personas la posición de vehículos y otros objetos de un modo más perfecto de lo que podría explicarse con palabras. Si no tiene usted uno u otro de los motivos, no es necesario que se moleste con un diagrama.

20.8.1. *Clases de planos*

Existen tres clases principales de diagramas a escala, que pueda necesitar trazar partiendo de las medidas de la ubicación:

1. El plano o diagrama a escala.
   Una vez realizado el de campo, y de acuerdo con el tipo y la gravedad del accidente, así como con los objetos y huellas que se quieren plasmar, se elegirá una u otra escala de las más usuales, 1:100, 1:200, 1:250, etc.
2. Este será el original del citado en el anterior apartado 1.
3. A veces se hace un diagrama de reconstrucción del accidente o una serie de diagramas para presentar las posiciones de vehículos a intervalos antes y después de la colisión. Este es un diagrama a escala en el que se omiten los detalles de la calle. Para ejemplos de estos diagramas vea las figuras números 20-XXVI y 20.XXVII.

Pocos accidentes requerirán más que un croquis del terreno. Si necesita hacer un buen croquis, alguien puede trazarle el croquis a escala posteriormente.

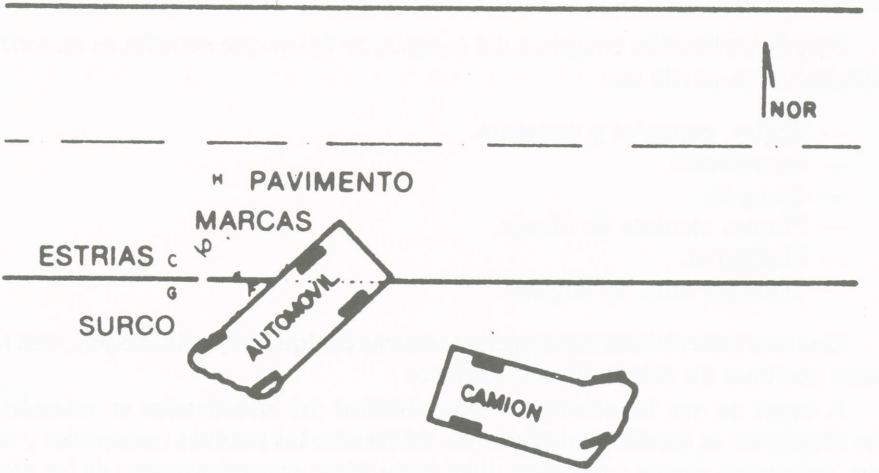


Fig. 20.XXVI.— Situación después del accidente, reconstruida tomando como base fotografías en las que aparecen grietas en el pavimento; como referencia debe conocerse la anchura de la calzada.

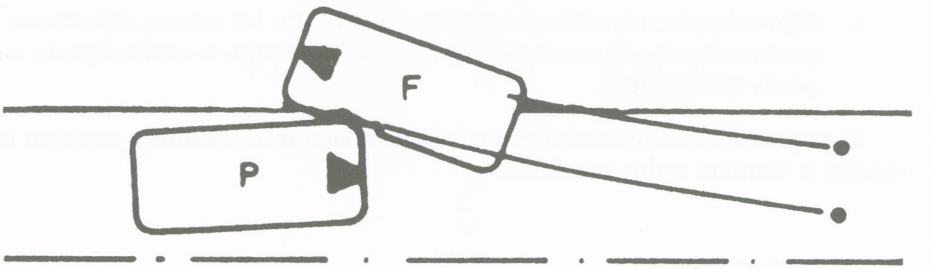


Fig. 20.XXVII.— Huellas de frenada reflejadas en el croquis localizan la trayectoria del vehículo que precedía, la cual es seguida, con frecuencia, después de la colisión.

20.8.2. *Ayuda técnica*

Para la realización completa del croquis, lo único que necesita es material de dibujo, como puede ser:

— Reglas, escuadra y cartabón.
— Escalímetro.
— Compás.
— Plumas técnicas de dibujo.
— Flexicurva.
— Transportador de ángulos.

Con este material básico se pueden realizar cualquier tipo de croquis, con tener unas nociones de dibujo lineal y técnico.

A causa de que la principal responsabilidad del investigador en relación con los diagramas es localizar en el croquis del terreno las pruebas temporales y caducas, solamente vamos a dar aquí unas pocas ideas generales acerca de los diagramas a escala, un buen diagrama está compuesto de:

1. Líneas para mostrar las posiciones generales de cosas tales como límites de carreteras, bordillos, líneas centrales, etc.
2. Símbolos, para representar objetos y cosas relativamente pequeñas y corrientes como autos y señales.
3. Palabras para identificación.
4. Números para identificación y dimensiones. En los croquis del terreno figuran todas las dimensiones escritas; en los dibujos a escala figuran muy pocas dimensiones.

El empleo adecuado de estas cuatro clases de signos le posibilitan registrar con rapidez y claridad todos sus datos.

20.8.3. *Planificación*

Antes de comenzar su dibujo tiene que decidir varias cosas importantes.

1. *Qué es lo que debe incluir.*

Deberá de figurar todas aquellas marcas de neumáticos, así como cualquier otro tipo de marcas que haya dejado el vehículo. Si ha existido o piensa que pueda existir una obstrucción visual, debe igualmente de figurar en el dibujo (como puede ser un edificio, una señal de tráfico, un árbol, etcétera). Puede ser que en algunos casos, sea necesario, el dibujar un gran tramo de carretera, antes de realizar el dibujo, piense lo que quiere dibujar y el detalle del mismo.

2. *Qué escala emplear.*

Depende de lo que se quiera representar, las más usuales son 100, 200, 250.

3. *El tamaño de la hoja* queda determinado por la escala y según lo que tenga que incluir. Procure insertar la mayoría de diagramas en una hoja DIN A-4. Es un tamaño estándar y es muy apto para manejar y archivar.

4. *Qué medidas hay que mostrar con números.* Si se trata de un plano a escala se necesitan muy pocas medidas. Lo que tendrá que presentar son alturas y profundidades, pero no muestre el ancho de una calzada o el radio de una curva.

5. *¿Cuál es la dirección norte?*

Marque la dirección norte, bien con una flecha o bien mediante la rosa de los vientos, y colóquela en un ángulo del croquis, normalmente en el inferior izquierdo.

20.8.4. *Empleo de la plantilla para los diagramas a escala*

Una plantilla o patrón es un gran auxiliar para trazar diagramas a escala, especialmente si hay que mostrar las posiciones de los vehículos. Con todo, asegúrese de que la plantilla que emplea, muestra los vehículos a escala al menos en un grado muy alto de precisión.

20.8.5. *Construcción de ángulos*

En los diagramas de intersecciones dibuje primeramente las calles en líneas tenues sin curvas en las esquinas. Si las calles no cruzan en ángulo recto, tiene que reconstruir el triángulo que le dará el ángulo correcto. Para esta operación necesitará un compás. Se emplea el método de triangulación.

Queremos dibujar la intersección. En nuestro croquis del terreno, *M* tiene 7 metros, *N* 10 metros y *L* tiene 7 metros. El ramal de carretera se desvía en dirección al norte. Nuestra escala será 10 pies = 1 pulgada. Cerca del centro de nuestra hoja, figura número 20-XXVIII, colocamos un punto para x y medimos partiendo de este punto en línea recta hacia la parte superior o norte, una distancia a escala de 8,50 metros y marcamos el punto *M*. Ahora, con el compás preparado para 7 metros y centrado en *M*, marcamos un arco o parte de un círculo arriba y hacia la derecha, como lo muestra la línea punteada en *n*. Con el compás abierto para 9 metros, y centrado en *x*, insinúe otro pequeño arco para hallar dónde se cruza con el primeramente trazado en *n*. El ángulo queda ahora determinado, aunque no tracemos los lados del triángulo. Desde *x* a *m*, trace progresivamente el límite oriental de la otra carretera.

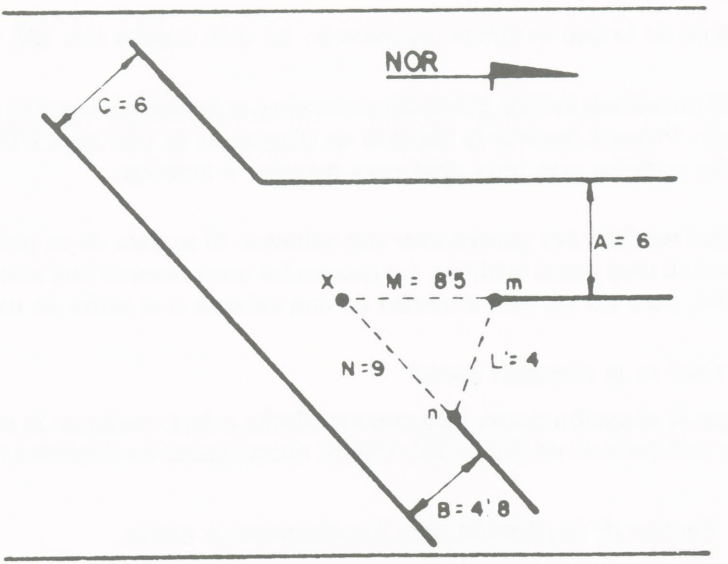


Fig. 20.XXVIII.— Trazado de ángulos mediante medidas, para hacer un esquema de la carretera.

En la figura número 20.XXVIII, se muestra el dibujo parcialmente terminado de la intersección. Nuestro croquis del terreno presenta *A*, con una longitud de 6 metros; *B*, de 4,8 metros, y *C*, de 6 metros. Por lo tanto, trace una línea paralela a la línea que va desde *x* a *m*, con una separación de 6 metros, que será la que marcará el límite occidental de la carretera afluente. Trace la línea paralela a la que va desde *x* a *n*, a 5 metros de distancia, para el otro límite de la carretera directa. En la parte inferior de esta carretera trace el otro lado paralelo, a la distancia de 6 metros. Ahora tiene usted la intersección sin curvas de conexión.

Todas las pruebas temporales localizadas por triangulación pueden añadirse al plano con compás y reglas.

Localice en su diagrama el punto 0, el cuerpo del peatón. En primer lugar, complete el plano de la intersección de acuerdo con su croquis del terreno. El procedimiento para emplear el método de triangulación será el siguiente:

1. Abra el compás en los 8 metros a escala. Coloque la aguja del compás en el primer punto permanente *A* donde la acera se cruza con el bordillo de la calle *B*.
2. Marque un pequeño arco en la localización general del punto 0. Un arco es parte de una circunferencia.
3. Ponga el compás en 6 metros a escala. Coloque la aguja del compás en otro punto permanente, *B*, donde la acera intersecta el bordillo septentrional de la calle *B*.

4. Señale otro pequeño arco en forma que cruce su primer arco, la figura número 20-XXIX, enseña la forma de colocar el compás para trazar este segundo arco.
5. Donde se cruzan los dos arcos es el punto buscado, 0. Marque sus arcos con rasgos débiles para poderlos borrar fácilmente después de localizar el punto deseado.

Puede que algún día tenga que volver usted a la escena de un accidente y localizar la posición de alguna prueba que ha desaparecido. Si en su croquis del terreno tiene números de triangulación para esto, puede efectuarlo desde los objetos fijos del mismo modo que en el diagrama. En vez del compás emplee la cinta y la tiza. Que alguien le aguante el extremo de la cinta en el objeto permanente y tenga preparada la tiza a la distancia indicada en sus anotaciones. Entonces marque un arco en el pavimento. Repita la operación desde el segundo punto fijo, y donde los dos arcos se cruzan es el sitio que se ha de localizar.

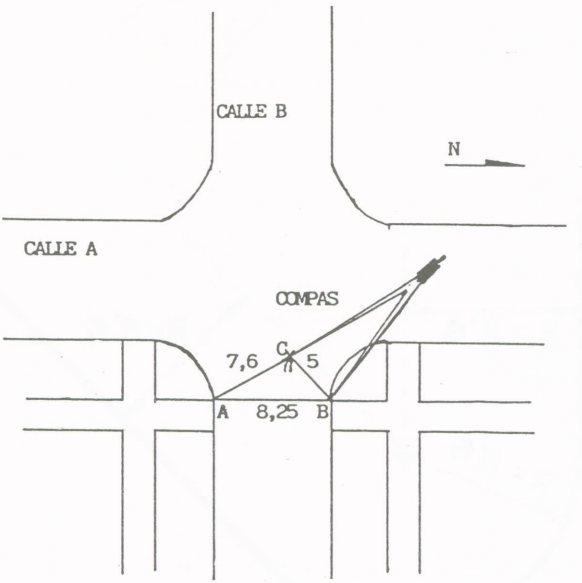


Fig. 20-XXIX.— Localización de un punto en un cruce, mediante datos de triangulación.

20.8.5.1. *Construcción de arcos o partes de circunferencia*

Si ha hallado usted el radio de una curva circular, puede trazar la curva en un diagrama a escala. Para poner pequeños radios de curvas en los diagramas puede

emplear la plantilla especial o el compás. Un pequeño radio de curva en un diagrama es un radio de 0,37 a 16,50 centímetros. La mayoría de curvas que se encuentran en calles urbanas e intersecciones interurbanas en ángulos rectos son pequeñas curvas a una escala de 1:200.

20.8.5.2. *Empleando el compás para trazar el arco*

La figura número 20-XXX, muestra los límites de dos calles que se unen en un ángulo agudo. Un ángulo agudo es menor que un ángulo recto. Entre ambos límites deseamos establecer una curva con un radio de 8,60 metros. Entre las dos líneas rectas densas, trace dos líneas sutiles cada una paralela a la del límite, con una separación de 8,60 metros a escala. Ponga su compás 8,60 metros a escala, céntrelo donde se crucen las líneas y trace el arco entre los dos límites rectos. Una vez completada la curva, muéstrela con una línea gruesa. Borre las líneas de construcción, dejando únicamente la esquina complementada con su curva de 8,60 metros.

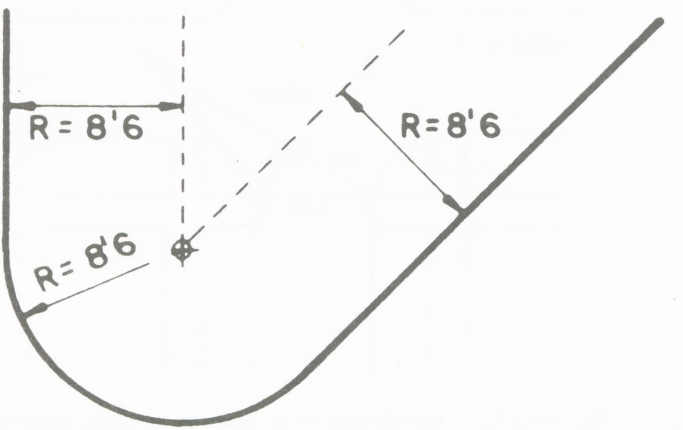


Fig. 20-XXX.— Dibujo de una curva en ángulo agudo entre los dos bordes de la carretera en un diagrama hecho a escala.

CAPITULO XXI

RECOGIDA DE MUESTRAS Y PRUEBAS

Con frecuencia, con ocasión de un accidente, cuando la pareja de motoristas o el Equipo de Atestados se persona en el lugar del hecho, ha transcurrido un cierto período de tiempo, en el cual se ha modificado (la inmensa mayoría de las veces) no sólo la posición final de los vehículos y personas, si no que se han producido una cantidad de variaciones en el escenario del hecho, unas veces sin tratar de influir las personas, (que de forma directa o indirecta, han intervenido) y otras por que estas personas tratan de poner pruebas falsas o tratan de que alguna de ellas (que nos conducirían al esclarecimiento del hecho), desaparezcan o que no sean totalmente verídicas. En este tema, trataremos de analizar este tipo de pruebas, así como su recogida y documentos que deben de acompañarlas.

21.1. **Lámparas de vehículos***

La circunstancia para su estudio, es cuando alguno de los implicados en el accidente, manifiesta, que un determinado vehículo, ante un accidente determinado, hacía o no uso del sistema de iluminación o señalización. Ante esta situación, lo primero que hay que hacer es contrastar la manifestación del implicado, con testigos, y estudiar el grado de fiabilidad de ambos en todo caso habrá que realizar la correspondiente inspección ocular para comprobar la veracidad de las manifestaciones.

Las lámparas de los vehículos producen luz por incandescencia, es decir, como consecuencia del calor de un sólido produce luz, sin modificar su naturaleza.

Las lámparas están compuestas en esencia, de un filamento (normalmente de

* Ver artículo del Capitán José Martínez García, en Revista Guardia Civil, núm. 543, julio 1989.

wolframio), una ampolla o bulbo, en el interior de la cual va el filamento, y rellena la ampolla de un gas inerte.

Un caso particular (y actualmente muy común) de las lámparas son las denominadas lámparas halógenas, puesto que frente al sistema tradicional tienen mayor luminosidad y son más duraderas, a pesar del costo más elevado. Las diferencias respecto al sistema tradicional son:

— Ampolla más pequeña (el vidrio normal es de cuarzo).
— En el interior el gas es criptón.
— El filamento va recubierto de yodo o de criptón vapor.

LAMPARAS

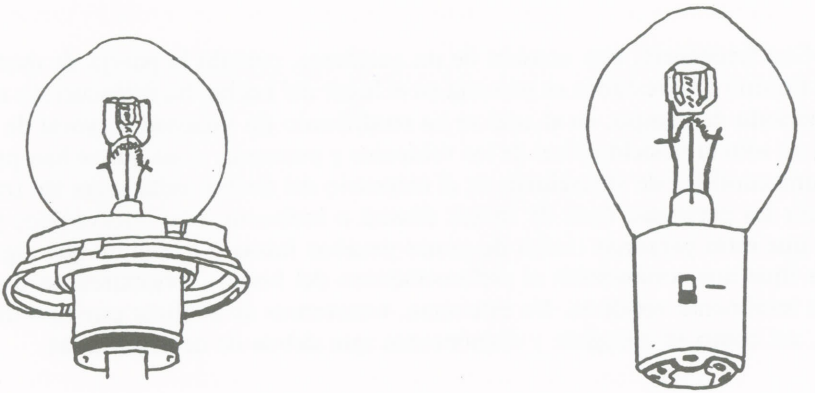


Fig. 21-I.— Esquemas de una lámpara normal.

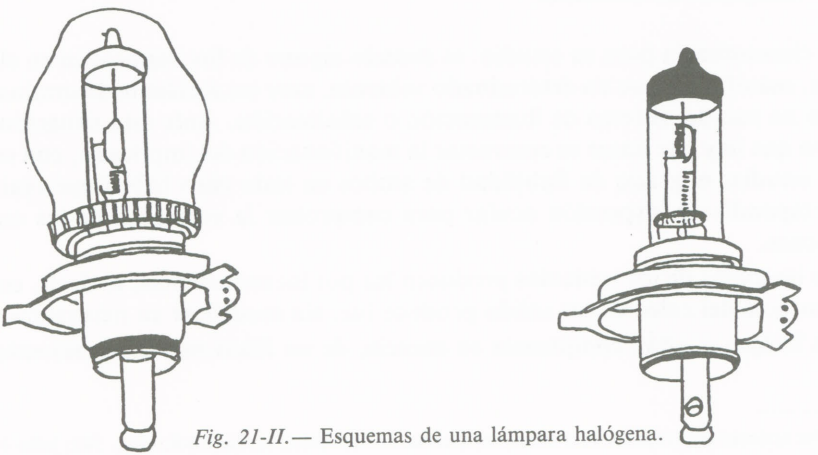


Fig. 21-II.— Esquemas de una lámpara halógena.

Al producirse la colisión puede que la lámpara quede totalmente destruida (en este caso será muy difícil la investigación) o bien que resulte parcialmente afectada, en este caso, puede suceder:

— Si el bulbo emitía luz, cerca del filamento existirá óxido de wolframio (la mayoría de las veces, no apreciable a simple vista), estos óxidos varían su color, dependiendo de la temperatura que había alcanzado la lámpara, en caso de que la lámpara no estuviese en funcionamiento, presentará un brillo metálico plateado característico.

— Si el bulbo se ha roto parcialmente o en su totalidad, hay que estudiar el filamento (recuerde que para la emisión de luz éste va aumentando la temperatura progresivamente) cuando este se encontraba emitiendo luz, y se produce la colisión, el filamento puede ser que se fracture, en éste caso en el lugar de los extremos de la fractura, se podrá observar unas formas redondeadas de fusión del metal (en forma de perla); o bien se puede producir un estiramiento característico de las espiras, estas tomarán una forma distendida, en vez de la comprimida que es su forma habitual.

Para el examen de lámparas recuerde:

1. Debe tener conocimiento la Autoridad Judicial de la existencia de estas pruebas y autorizar su remisión para análisis.
2. Remítalas a través de su Unidad al gabinete de la Zona o al gabinete Central de Criminalística del Cuerpo (con el correspondiente oficio de remisión, solicitando los datos que le interesan conocer).
3. Envíelos siguiendo el proceso que a continuación se detalla:

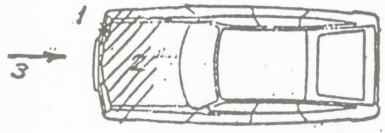
   Observe cómo se encuentran los interruptores de luces del vehículo, pregunte al conductor de qué tipo de señalización o alumbrado hacía uso en el momento del accidente, fotografíe la zona, con y sin lámpara, rellene el formulario 21-III o uno similar, para enviarlos con la lámpara.

   Para empaquetar la lámpara y remitirla: utilice un recipiente para cada lámpara, el recipiente puede ser una caja de lámparas de vehículos o bien una esponja en la que se han practicado unos orificios para introducir el casquillo de la lámpara y cierre perfectamente la esponja en una caja de forma que no se mueva, tenga la precaución de poner todos los fragmentos de la lámpara en la caja y que estos no se muevan.

21.2. **De grasas**

En primer lugar, tiene que comprobar qué tipo de grasa es, más o menos fluida, en base a esto, localizar a qué parte o partes del vehículo pertenecen. Compruebe también si está quemada o no, con lo cual, ya descartaremos unas partes

Fig. 21.III.— Ficha que debe rellenarse para cada lámpara sobre la que se solicite un informe pericial.

ESQUEMA DE DAÑOS Y POSIBLE DIRECCION DE IMPACTO	ATESTADO NUMERO	LAMPARA NUMERO
 1.- Lugar lámpara 2.- Zona afectada 3.- Dirección del impacto.	0023/89	2
	CARRETERA: MADRID - BARCELONA (N II)	KM.: 387
	FECHA / HORA ACCIDENTE: 11/2/89 01:37	
	MATRICULA: M-0000-AA	MARCA: SEAT — MODELO: 124

USO LAMPARA	INTERRUPTOR	DAÑOS EN MANIPULACION	FECHA/HORA RECO.
CRUCE/CARRETERA	CONECTADO	SE DESPRENDIO UN FILAMENTO AL EXTRAER LA LAMPARA	11/2/89 7:00

UBICACION LAMPARA	BULBO	FILAMENTOS:
DELANTERA DERECHA	ROTO ☐ INTACTO ☐	NUM. DESPRENDIDOS ☑ NUM. EN SOPORTES ☑

OBSERVACIONES : Se adjunta filamento desprendido.
Interesa conocer si iluminaba la luz de cruce, carretera, ambas o ninguna.

NOTA: Use una etiqueta por lámpara. Si necesita exponer algún dato complementario utilice el reverso.

determinadas del vehículo, una vez localizada a qué lugar pertenecen, coja una muestra de la grasa que quiere saber a dónde pertenece y tome otra muestra del lugar que piensa pueden pertenecer, colóquelas en tubos de ensayo o recipientes limpios, marque cada recipiente con una letra o un número y remítala al gabinete para su estudio, haciendo mención a cuál es la muestra y cuál es la «prueba». Tenga presente al igual que se decía en el punto anterior, que debe de ser con conocimiento de la Autoridad Judicial.

21.3. **Materias orgánicas**

Nos referiremos a la sangre, aunque para cualquier muestra de materia orgánica, es extrapolable lo aquí dicho en la mayoría de los casos:

Para la recogida de la muestra, hay que tener en cuenta que sea líquida, parcialmente líquida o seca.

1. En forma líquida: Debe tomarse con una jeringa estéril sin aguja (limpia previamente) conservar entre 4° y 8°, llevarla preferiblemente en 12 horas.
2. En forma parcialmente líquida: Introducir en un frasco de vidrio. Conservación y plazo de entrega igual que en 1.
3. Sangre aparentemente seca:
   - 3.1. Soporte transportable: Que esté completamente seca, en caso contrario dejar secarla al aire. Introducir cada muestra, en bolsa, papel o plástico con agujeros. Conservar entre 4° y 8° centígrados. Entregarla preferiblemente antes de 24 horas.
   - 3.2. Soporte no transportable, pero que se pueda trocear: Cortar alrededor de la mancha, proceso comprobación secado, conservación y entrega igual que 3.1.
   - 3.3. Soporte no transportable; que no pueda ser troceado: Rascar la mancha una vez seca y colocarla en frasco de vidrio (uno por muestra). Conservación alrededor de 24 °C., enviarlo antes de 24 horas (figura 21-IV).

Para la extracción, víctimas y sospechosos, en general cuando se trate de cadáveres lo realizará el médico forense.

21.4. **Partes o piezas del vehículo**

En lo que concierne a partes o piezas de vehículos, es muy importante y sobre todo en los casos de atropello con fuga o cualquier otro tipo de accidentes en el cual uno de los vehículos implicados se da a la fuga, el examinar cuidadosamente

<table>
<tr><th>Estado de la sangre</th><th>Superficie del soporte muestral</th><th>Tamaño del objeto soporte</th><th colspan="2">Antigüedad de la muestra</th><th>Modo y tiempo de remisión</th></tr>
<tr><td rowspan="4">SECA</td><td rowspan="2">POROSA</td><td>PEQUEÑO</td><td colspan="3">ENVIARLO ENTERO PROTEGIENDO SUS MANCHAS</td></tr>
<tr><td>GRANDE</td><td colspan="3">CORTAR O TRASPLANTAR (A UN SOPORTE RESISTENTE)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NO POROSA</td><td>PEQUEÑO</td><td colspan="3">ENVIARLO ENTERO PROTEGIENDO SUS MANCHAS</td></tr>
<tr><td>GRANDE</td><td colspan="3">RASPAR. SI NO ES POSIBLE, TRASPLANTAR</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NO SECA</td><td colspan="3" rowspan="2">SE PROCEDE COMO EN EL CASO ANTERIOR</td><td>RECIENTE</td><td>A LA MAYOR BREVEDAD, SI NO PUEDE CONSERVARSE</td></tr>
<tr><td>NO RECIENTE</td><td>DEJARLA SECAR O EVITAR EMPAQUETADO HERMETICO</td></tr>
</table>

Fig. 21.IV.

el lugar del accidente y tratar de descubrir cualquier parte o pieza del vehículo, por pequeña que ésta sea, para descubrir al autor o autores, teniendo en cuenta lo siguiente:

Pintura: Los vehículos tienen varias capas de pintura, base, aceites, etc., las cuales dan la tonalidad que nosotros observamos, además hay que tener en cuenta que un vehículo puede ser pintado más de una vez, por tanto los restos de pintura que quedan en el lugar del accidente, al microscopio tendrán una forma de láminas superpuestas con las distintas capas que componen la tonalidad del color que se nos presenta ante nuestro ojos. Para obtener por tanto una parte de pintura para remitirla a su análisis, no se podrá raspar con ningún objeto, lo que haremos será tratar de obtener alguna «costra» del vehículo sospechoso que junto con la muestra la enviaremos para su estudio.

Cristales: Así como la pintura es identificativa en la mayoría de los casos, no lo es así los cristales, pues tanto los de los proyectores, ventanas, parabrisas, espejo retrovisor, etc., la mayoría de los fabricantes utilizan la misma técnica y por tanto su singularización es bastante complicada, no obstante procederemos igual a su recogida, para que con el vehículo sospechoso, probemos si en la parte dañada o que le falta, puede encajar (al igual que un puzle) la parte o pieza encontrada en el lugar de los hechos.

21.5. **Ropas**

Las ropas de las víctimas, en sí no nos aportaran la inmensa mayoría de las veces ningún dato a la investigación, pero examinadas detenidamente (incluso con

lupa) si nos pueden aportar algún dato a la investigación, como puede ser, restos de pintura, marcas o incluso algún trozo de alguna parte blanda del vehículo, restos orgánicos, etc. Estas pruebas las remitiremos a ser posible, con toda la pieza, si no es muy voluminosa o se encuentra muy deteriorada, para su análisis al gabinete, al igual que las otras pruebas, previo conocimiento del Juez y diciendo claramente en el oficio de remisión, qué es lo que queremos que se obtenga de ellas.

21.6 **Otras**

Nos referimos en este apartado a cualquier otro tipo de restos que no hayan sido reflejados anteriormente, puede ser por ejemplo, un casquillo, un arma, etc., en estos casos seguiremos siempre el mismo proceso, en primer lugar fotografiaremos en el lugar el objeto y lo reflejaremos en el croquis de campo, posteriormente procederemos a su recogida teniendo en cuenta que si es un arma, lo normal es que se encuentre cargada y con un cartucho en la recámara, extreme las precauciones para evitar un disparo fortuíto.

21.7. **Forma de mandar muestras**

Las muestras para su estudio y análisis, al ser prueba, como se ha dicho antes, deben de recogerse y enviarse para su estudio, con conocimiento de la Autoridad Judicial.

¿Quién las analiza? las analiza bien el gabinete de la Zona o bien el gabinete de Criminalística de la Dirección General.

¿Cómo se solicita el análisis? Bien mediante formularios (aunque no estén todavía normalizados) similares a la figura 24-III, para el caso de lámparas, o bien mediante un oficio de remisión, en el cual figure claramente, qué es lo que se remite para su análisis, dónde se ha recogido la prueba y qué es lo que se pretende obtener de la misma, como puede ser grupo sanguíneo (en caso de muestra de sangre) si es de persona o es de animal, etc.

21.8. **Atestado, informe técnico, informe fotográfico, croquis**

El atestado es el conjunto de diligencias que realiza la Policía Judicial para comprobar el delito, descubrir al delincuente y recoger las pruebas del delito, tiene valor de denuncia o de declaración testifical (si hay conocimiento propio del hecho por parte del instructor).

El Informe Técnico es un documento independiente del atestado, y que amplía el mismo, se realizará siempre que fallezca una persona dentro de las 24 horas de

haberse producido el hecho, o cuando hay gran número de vehículos implicados, accidente de vehículos de Transporte Escolar, Mercancías Peligrosas, etc., o bien cuando así lo solicite la Autoridad Judicial.

El Informe Fotográfico es un complemento de la Inspección Ocular, pero nunca debe de sustituir a las mediciones o croquis, se realizará siempre que exista algún dato que haya que reflejar y que en croquis no quede suficientemente claro, o bien que sirva para aclarar el accidente, como norma general deben realizarse las fotografías siempre, excepto si es un accidente leve y de poca importancia (aunque la importancia de un accidente es siempre relativa).

Croquis, son unos dibujos sencillos y de fácil interpretación cuya finalidad es dar una idea gráfica de cómo se encontraba un lugar determinado cuando se produjo un hecho. Los croquis deben de realizarse siempre que exista un accidente, puesto que junto con el atestado da una idea muy real de cómo ocurrió el mismo, siguiendo el proceso marcado en la sesión 23.

Como Anexo I, se incluye un modelo de Informe Técnico.

Las fotografías y el informe fotográfico en el accidente

21.9. Las fotografías

La fotografía es, sencillamente, un medio de registrar los hechos. Como tal, es un instrumento muy útil en la investigación de accidentes. La fotografía:

— Describe los hechos mejor que las palabras en muchos casos.
— Prueba las declaraciones.
— Registra cosas que pueden haberse omitido.

Dado que son el medio más eficaz para recordar ciertos detalles, pudiéramos sentirnos inclinados a sustituir cualquier otro método de registro por la fotografía. No conviene, pues no pueden compararse a la minuciosa observación y claridad de detalles de los informes escritos u orales.

Las fotografías son pues un *complemento,* pero no un sustituto de los informes escritos sobre daños, lugar del suceso, mediciones y sobre todo, de la observación minuciosa.

Cuando se deben hacer las fotografías

Como norma general, tan pronto se llegue al lugar del suceso. Cuanto más nos retrasemos, más cosas cambiarán y menos posibilidades habrá de que sean una fiel representación de los hechos.

A menudo podrá fraccionarse la toma de las mismas. Primero se pueden fotografiar las cosas susceptibles de cambiar. Las marcas en la carretera, sobre todo los residuos que señalan el punto de colisión y las huellas de patinazo o las señales de neumáticos, son muy importantes.

Podrá demorarse la toma de panorámicas del lugar, de obstrucciones visuales, de daños sufridos por el vehículo u objetos fijos, y las posiciones de las señales. A veces resulta conveniente demorar la toma de fotografías, ya que la luz y las condiciones atmosféricas pueden ser más favorables en otro momento.

Qué se debe fotografiar

Más importante que *cuándo* se debe fotografiar es *qué* se debe fotografiar. No se pueden dar normas sobre el particular pero sí sugerencias muy útiles.

Los hechos que normalmente hemos de registrar son los siguientes:

— Punto de parada de los vehículos después de la colisión y posición de los mismos.
— Desperfectos sufridos por los vehículos.
— Residuos o marcas en la carretera.
— Residuos de los vehículos antes y después de la colisión.
— Panorámica o visual de que disponía el conductor al aproximarse al lugar del accidente.

Las fotografías son a veces innecesarias, pero esto no siempre podemos afirmarlo en el momento de hacerlas, por tanto, siempre será mejor hacer fotografías, aun cuando no se necesiten luego, que no hacerlas y necesitarlas más tarde. Pero existe un límite a la cantidad de tiempo y película que podemos invertir haciendo fotografías que probablemente, no lleguemos a utilizar, por consiguiente, hemos de hacer las fotografías con una FINALIDAD CONCRETA:

Como norma general, siempre será justificado tomar fotografías que ayuden de manera concluyente a probar una infracción de la Ley. También está justificado tomar fotografías de los accidentes graves y complicados. Por ejemplo:

1.° Accidentes mortales.
2.° Accidentes en que un autobús o camión pesado (ambos con ruedas dobles) se sale de la vía.
3.° Colisiones en que participan más de dos vehículos.
4.° Accidentes en que un vehículo se sale de un puente o rebasa una defensa.
5.° Accidentes en los pasos a nivel de ferrocarril.

No está justificado, por lo común, tomar fotografías:

1.° Del lugar del suceso cuando no haya una circunstancia especial que recoger.
2.° Cuando la fotografía muestra sólo a la persona accidentada.
3.° Cuando sólo muestra a un vehículo sin desperfectos.

Pueden hacerse excepciones a todas estas reglas si se encuentran razones para ello. Las fotografías no se hacen sujetándose a reglas determinadas, sino porque el que confecciona el Informe Técnico, o Atestado, espera poder hacer un uso concreto de ellas.

21.10. Normas de obtención de fotografías para unir al Informe Técnico

— Son necesarias fotografías que muestren no solamente un objeto, sino a ser posible, la relación de ese objeto con otros elementos del accidente.
— Evitar posiciones y ángulos de enfoque que puedan inducir a error o falsa interpretación.
— Las razones para fotografiar los desperfectos son importantes para ayudar a reconstruir el accidente y/o para evaluar el probable costo de reparación.
— Las fotografías de los desperfectos de vehículos «in situ» son las mejores.
— Las fotografías destinadas a mostrar las posiciones finales de los vehículos o huellas, deben incluir algunos objetos permanentes reconocibles.
— En las fotografías de surcos, arañazos y marcas de neumáticos se debe procurar dejar bastante fondo para su localización posterior, y para demostrar si fuera necesario que no se ha omitido premeditadamente ninguna marca.
— En las panorámicas que tienen por objeto reflejar lo que vio el conductor, y sobre todo en casos de obstrucciones de la visual, es MUY IMPORTANTE, mantener la cámara a la altura que se encontraba la VISTA DEL CONDUCTOR sobre la carretera.
— El «flash» en fotografías con luz de día es a menudo muy útil, para conseguir detalles de partes del vehículo que se hallan en zonas de sombra intensa.

21.11. Orden de colocación de las fotografías

Aun cuando el dar normas concretas, es aleatorio, pueden considerarse válidas las siguientes:

— Panorámicas.
— Situación de los vehículos tras el accidente.
— Objetos y huellas sobre el pavimento.
— Desperfectos.
— Otras.

Las fotografías de detalle, deben ir a continuación de la general que las comprende. Es decir, si por ejemplo, nos interesa mostrar la fractura de un muelle de suspensión visible en la fotografía general de desperfectos, se colocará la de detalle a continuación de la general.

21.12. Tamaño de las fotografías

El tamaño depende de la finalidad. El ideal son todas del mismo formato, y si fuera necesario subrayar algún detalle, relativo a huellas, puede ampliarse el negativo en la zona que nos interese, adjuntando por supuesto las dos copias.

21.13. El informe fotográfico

Son un COMPLEMENTO de los datos y pruebas obtenidos en la Inspección Ocular, y un medio muy útil en la investigación del accidente. Pero nunca deben sustituir a las mediciones o croquis efectuados.

Las fotografías describen los hechos fielmente y registra detalles que pudieron haber pasado desapercibidos en el lugar del accidente, o ayuda a recordar otros ya olvidados.

En particular, están relacionadas muy estrechamente con el croquis que se hizo del accidente, de forma que éste no debe ser terminado hasta no ser cotejado con las fotografías. Así, es frecuente, que algunos detalles importantes, por ejemplo la posición final de los vehículos, fueron tomadas «en borrador» en la carretera, se dibujen después mal en el croquis, y no se observe el error hasta su posterior comparación con la fotografía correspondiente.

Es previsible, que en un futuro no muy lejano, y a medida que se actualicen los procedimientos judiciales, (recientemente el Tribunal Supremo ha admitido una imagen «de video», como prueba en un juicio), las fotografías pueden ser sustituidas por una cámara de filmar, que reflejará mucho más fielmente los restos del accidente, y que permitiría mucha mayor aplicación que una simple fotografía.

21.14. ¿Cuándo se deben hacer?

Durante la Inspección Ocular y a medida que vayamos recogiendo datos sobre el accidente.

Muchas pruebas pueden desaparecer con facilidad, como los restos de cristales o huellas de impresiones, por lo que se deben fotografiar lo antes posible.

Otras, como las panorámicas del lugar del accidente, desperfectos de los vehículos o las señales existentes pueden esperar más tiempo.

Cuando el accidente haya sucedido de noche, nos limitaremos a obtener aquellas fotografías, de detalle, que podamos efectuar con el «flash», volviendo a horas diurnas, para obtener otras como panorámicas, huellas, etc.

21.15. ¿Qué se debe fotografiar?

Todas aquellas pruebas o datos que consideremos de importancia en el accidente, y que permitan complementar la Inspección Ocular y el Croquis realizado. No se pueden dar normas concretas sobre el número o tipo de fotografía necesario en cada accidente, sino que dependerá de las circunstancias de mismo, causas que lo motivaron, número de vehículos implicados, etc. Debe ser el Instructor del Informe el que, con su experiencia y habilidad, diga las fotografías que son necesarias en el caso que esté investigando.

No obstante, podemos citar algunos datos fundamentales, que se deben fotografiar en todos los accidentes:

— Panorámicas, desde el «punto de vista» que tenían los conductores, o incluso, más amplias, que permitan una correcta observación del lugar.
— Restos de cristales, huellas, líquidos, etc., sobre la calzada.
— Punto de conflicto.
— Posición del cadáver o lugar donde estuviera, si ha sido retirado.
— Huellas de frenada, derrape, etc.
— Posición final de los vehículos.
— Desperfectos que presentan los vehículos.

Igualmente, aunque no sea un accidente grave, debemos hacer el Reportaje Fotográfico, en otros accidentes de características especiales, como de Transportes de Mercancías Peligrosas, o que presenten un elevado número de vehículos implicados, y que el Instructor lo considere conveniente.

21.16. **Notas a pie de fotografías**

Se pueden resaltar algunos detalles de la fotografía, dibujando sobre ella pequeños círculos o flechas, que marquen esos detalles (señales, huellas, etc.), y que se explicarán al pie de la foto.

Así, si en la foto aparece una señal de STOP, se puede destacar con un círculo y una letra (A), que podemos comentar:

— (A) Señal de STOP, situada en la carretera Local, sentido, Madrid.

El número de estas Notas explicativas dependerá del tipo de fotografías. Unas necesitarán tres o cuatro Notas y otras sólamente una o dos.

Antes de las Notas, se pondrá una pequeña Leyenda, que explique brevemente la fotografía.

21.17. **Tipos de fotografías**

Vamos a comentarlas en el mismo orden de colocación que luego llevarán en el Informe Fotográfico.

21.17.1. *Panorámicas*

Es una fotografía, en profundidad, de todo el accidente, recogiendo la mayor parte de los detalles del mismo. Debe reflejar lo que vio el conductor del vehículo momentos antes de producirse el accidente, por lo que la cámara, se pondrá, si es posible, a la misma altura que llevaba dicho conductor.

Si hay varios vehículos implicados se procurará obtener panorámicas que reflejen ambos sentidos de circulación. Si hay varias vías de circulación, una panorámica por cada vehículo que circule por cada vía.

En cruces o bifurcaciones, además de las panorámicas propias de los vehículos, se puede obtener otra, al lado contrario del cruce, que permita observar la dirección de llegada de cada vehículo.

Se pueden poner diversas Notas que expresen:

— Sentido de circulación.
— Trayectorias seguidas por cada vehículo.
— Otros aspectos generales, como: Puntos fijos. Señales, etc.

21.17.2. *Huellas de frenada*

En general, debe procurarse que cada fotografía no muestre solamente el objeto a resaltar, sin la relación de ese objeto con otros elementos del accidente, que permitan su fácil localización en el escenario de los hechos.

Por ejemplo, si queremos fotografiar una Huella de Frenada, debe ésta aparecer con otros objetos, como restos de cristales, arañazos, etc., que la sitúen debidamente. Debe situarse la cámara en el mismo sentido de circulación que llevaba el vehículo, que produjo el accidente.

En la pequeña Leyenda debe decirse claramente a qué vehículo pertenecen, y qué ruedas las originaron.

De cada huella se hará otra fotografía «de detalle», colocando la cinta métrica (o cualquier otro testigo métrico) en la calzada encima de la huella, y poniendo la cámara perpendicularmente al pavimento. Así se podrá apreciar la anchura de la huella en centímetros. Esta fotografía «de detalle», se colocará en el Informe Fotográfico a continuación de la huella de frenada correspondiente.

Igualmente se podría hacer con otros tipos de huellas, de derrape, surcos o líquidos que hayan quedado sobre la calzada.

En las Notas, se hará constar esencialmente, los otros objetos que aparezcan en la fotografía y que sirvan para situar la huella en la calzada.

21.17.3. *Punto de conflicto*

Lo relacionaremos también con otros detalles del accidente que nos hayan ayudado a su localización, como restos de cristales, de líquidos, etc., y que deben figurar, inexcusablemente, en la fotografía y comentados en las correspondientes Notas.

21.17.4. *Posición del cadáver*

Según autoriza la Ley de Enjuiciamiento Criminal en su Procedimiento Abreviado, si la posición del cadáver en la calzada fuera un obstáculo para la circu-

lación, podremos retirarlo de la vía, a un lugar próximo, marcándolo y fotografiándolo previamente.

Por ello, si ha sido retirado, fotografiaremos las señales de tiza que los enmarcaron, y además, su nueva situación, fuera de la calzada.

Si ha quedado en el interior de algún vehículo, podremos auxiliarnos del «flash», para fotografiarlo.

Si falleció durante su traslado a un Centro Sanitario, el lugar de donde fue retirado, etc.

Igualmente obtendremos en la fotografía, si es posible, otros detalles como el vehículo en que viajaba, etc.

21.17.5. *Posición final de los vehículos*

Se obtendrá una fotografía para cada vehículo salvo que hayan quedado muy próximos. En ella se recogerán otros detalles, de carácter permanente, como árboles o señales de Tráfico, que nos permitan su rápida localización.

En las Notas, procuraremos poner, y dibujar previamente en la fotografía, algunas particularidades, como:

— Trayectorias seguidas por los vehículos.
— Desplazamiento sufrido a consecuencia de la colisión.
— Etc.

21.17.6. *Desperfectos de los vehículos*

A continuación de la fotografía de la Posición de la Señal, irá la de desperfectos de cada vehículo, tomada a escasa distancia, y explicado en las Notas, los mecanismos averiados (alumbrado, dirección, etcétera).

Igualmente se deberá obtener otras «de detalles» sobre algún aspecto concreto de determinado mecanismo, y proceder, posteriormente, a su ampliación en el laboratorio como prueba de algún posible fallo mecánico.

En estas fotografías es conveniente poner un testigo métrico al lado, para observar claramente la dimensión real del objeto.

AGRUPACION DE TRAFICO DE LA GUARDIA CIVIL

Sector - _____ Subsector de _____

INFORME - TECNICO

Complementario a las diligencias instruídas por:

ACCIDENTE DE CIRCULACION

ATESTADO	Nº /

ocurrido a las _____ horas del día _____ de _____ de 19 ___ en el Km. _____ de la carretera _____

Término municipal de _____ ( ) ,

Consistente en _____

Con el resultado de _____.

Juzgado de _____

INSTRUCTOR: AUXILIAR:

_____ _____

Folio Nùm_____

INFORME TECNICO

1.- ASUNTO.-

ACCIDENTE de circulacion ocurrido a las_____horas del dìa_____de_____de 1.9_____,en el P.K._____ de la carretera _____(_____,_____), tèrmino municipal de _____,Partido Judicial de _____ _____, **consistente en** _____ entre los vehìculos_____ _____ , **resultando** como consecuencia del mismo_____ _____ _____.

2.- COMPARECENCIA.-

La Fuerza instructora tuvo conocimiento del accidente por_____ _____, a las _____horas del dìa _____de _____ de 1.9_____, personàndose en el lugar de los hechos a las _____ horas del dìa_____ _____.

En el momento de la comparecencia, se encontraba en el lugar del accidente_____ , habièndose producido las siguientes modificaciones:_____ _____ _____.

Folio Nùm._____

3.- PERSONAS IMPLICADAS.-

3.1.- Conductores.-

3.1.1.- DON_____

conductor del vehìculo Marca_____Modelo_____

Matrìcula_____, nacido en _____

(_____), el dìa _____de _____de 1.9____,

hijo de _____ y de _____, vecino de_____

_____(_____) con domicilio en _____

_____Nùmero _____.Telèfono:_____

* **Documento Nacional de Identidad** Nùmero _____, expedido en _____ el dìa_____.

* **Permiso de Conducciòn** Nùmero _____ de la clase_____

_____, expedido en _____ con fecha

_____,

y perìodo de validez hasta _____,

con las siguientes restricciones:_____

_____.

En el momento del accidente _____ hacìa uso del cinturòn de seguridad (ò casco de protecciòn).

En el momento del accidente _____ cumplìa las restricciones marcadas en su Permiso de Conducciòn.

RESULTÒ:_____.

Folio Nùm._____

3.1.2.- Otro conductor: DON_____

conductor del vehìculo Marca_____Modelo_____

Matrìcula_____, nacido en _____

(_____), el dìa _____de_____de 1.9____;

hijo de _____y de _____, vecino de_____

_____(_____) con domicilio en _____

_____Nùmero_____.Telèfono:_____

* **Documento Nacional de Identidad** Nùmero_____, expedido en _____ con fecha_____.

* **Permiso de Conducciòn** Nùmero _____ de la clase___

_____, expedido en _____ con fecha

_____,

y perìodo de validez hasta_____,

con las siguientes restricciones:_____

_____.

En el momento del accidente _____ hacìa uso del cinturòn de seguridad (ò casco de protecciòn).

En el momento del accidente _____ cumplìa las restricciones marcadas en su Permiso de Conducir.

RESULTÒ:_____.

3.2.- Usuarios.-

3.2.1.- **DON** _____

usuario del vehìculo Marca _____Modelo _____

Matricula _____, nacido en _____

_____(_____), el dìa _____de _____de 1.9___,

hijo de _____y de _____, vecino de _____

_____(_____), con domicilio en _____

_____Nùmero_____.Telèfono:_____.

* **Documento Nacional de Identidad** Nùmero _____ expedido en _____ con fecha _____.

En el momento de producirse el accidente ocupaba el asiento _____ _____del vehìculo citado,_____ haciendo uso del cinturòn de seguridad (ò casco de protecciòn).

RESULTÒ:_____.

3.2.2.- **DON**_____

usuario del vehìculo Marca _____Modelo _____

Matrìcula _____, nacido en _____

_____(_____), el dìa _____ de _____de 1.9__,

hijo de _____y de _____, vecino de _____

_____(_____), con domicilio en _____

_____Nùmero _____. Telèfono:_____

_____.

* **Documento Nacional de Identidad** Nùmero _____

expedido en _____ con fecha _____.

En el momento del accidente ocupaba el asiento_____

del vehìculo citado,_____haciendo uso del cinturòn de seguridad.

RESULTÒ:_____

3.3.- Peatones.-

3.3.1.- DON _____

nacido en _____(_____), el dìa _____de _____de 1.9____, hijo de _____y de_____, vecino de _____(_____), con domicilio en _____Nùm._____.

Telèfono:_____.

*Documento Nacional de Identidad Nùmero _____, expedido en _____ con fecha _____.

RESULTO:_____;

3.3.2.- Peatòn: DON _____

nacido en _____(_____), el dìa _____de _____de 1.9_____, hijo de _____y de _____, vecino de _____(_____), con domicilio en _____Nùm._____.

Telèfono :_____.

* Documento Nacional de Identidad Nùmero _____, expedido en _____ con fecha _____.

RESULTÒ: _____.

3.4.- Testigos.-

3.4.1.- DON_____

NACIDO EN _____(_____), el dìa____

de _____de 1.9____, hijo de _____ y de _____

vecino de _____(_____),

con domicilio en _____Número_____.

Teléfono: _____.

* **Documento Nacional de Identidad** Número_____, expedido

en _____ con fecha _____.

*_____ Posee **Permiso de Conducir** , de la clase _____.

En el momento del accidente se encontraba _____

_____

3.4.2.- Testigo: DON _____

NACIDO EN _____(_____), el día___

de _____de 1.9____, hijo de _____y de _____

vecino de _____(_____),

con domicilio en _____Número _____.

Teléfono :_____.

* **Documento Nacional de Identidad** Número _____, expedido

en _____ con fecha _____

* _____Posee **Permiso de Conducir,** de la clase _____

En el momento del accidente se encontraba _____

_____

3.5.- Modificaciones en las personas.-

Las personas implicadas en el accidente sufrieron las siguientes modificaciones respecto de su estado y posición final:

Folio Nùm._____

4.- VEHICULOS IMPLICADOS.-

4.1.- Vehìculos implicados (Reseña)

4.1.1.-VEHICULO tipo_____,Marca_____

_____Modelo_____Color_____

Matrìcula_____Titular DON _____

_____ con domicilio en _____

_____Telèfono:_____.

Nùmero de bastidor :_____.Nùmero de Plazas:_____

Peso Màximo Autorizado :_____.Fecha de matriculaciòn _____

_____.Lugar de matriculaciòn:_____

DATOS DE LA EMPRESA (En su caso) _____

_____.

(*Datos tomados del PERMISO DE CIRCULACIÒN del vehìculo.)

Ùltima **Inspecciòn Tècnica** pasada el dìa _____en _____

_____. Vàlida hasta_____.

Seguro Obligatorio de Automòviles concertado con la Compañìa_____

_____Domicilio Social en _____

_____.

Nùmero de Pòliza _____.

_____ Està al corriente de pago hasta la fecha _____

Cobertura del Seguro_____.

Autorizaciones especiales y datos de las mismas:_____

_____

_____

Carga en el momento del accidente: Clase:_____

_____.Cantidad:_____.

Folio Nùm._____

____-VEHICULO tipo_____,Marca_____

_____Modelo_____Color_____

Matrìcula_____Titular DON _____

_____ con domicilio en _____

_____Telèfono:_____.

Nùmero de bastidor :_____.Nùmero de Plazas:_____

Peso Màximo Autorizado :_____.Fecha de matriculaciòn _____

_____.Lugar de matriculaciòn:_____

DATOS DE LA EMPRESA (En su caso) _____

_____.

(*Datos tomados del PERMISO DE CIRCULACION del vehìculo.)

Ùltima **Inspecciòn Tècnica** pasada el dìa _____en _____

_____. Vàlida hasta_____.

Seguro Obligatorio de Automòviles concertado con la Compañìa_____

_____Domicilio Social en _____

_____.

Nùmero de Pòliza _____.

_____ Està al corriente de pago hasta la fecha _____

Cobertura del Seguro_____.

Autorizaciones especiales y datos de las mismas:_____

_____

_____

Carga en el momento del accidente: Clase:_____

_____.Cantidad:_____.

Folio Nùm._____

___-VEHICULO tipo_____,Marca_____

_____Modelo_____Color_____

Matrìcula_____Titular DON _____

_____ con domicilio en _____

_____Telèfono:_____.

Nùmero de bastidor :_____.Nùmero de Plazas:_____

Peso Màximo Autorizado :_____.Fecha de matriculaciòn _____

_____.Lugar de matriculaciòn:_____

DATOS DE LA EMPRESA (En su caso) _____

_____.

(*Datos tomados del PERMISO DE CIRCULACION del vehìculo.)

Ùltima **Inspecciòn Tècnica** pasada el dìa _____en _____

_____. Vàlida hasta_____.

Seguro Obligatorio de Automòviles concertado con la Compañìa_____

_____Domicilio Social en _____

_____.

Nùmero de Pòliza _____.

_____ Està al corriente de pago hasta la fecha _____

Cobertura del Seguro_____.

Autorizaciones especiales y datos de las mismas:_____

_____

_____

Carga en el momento del accidente: Clase:_____

_____.Cantidad:_____.

Folio Nùm._____

4.2.- Exàmen de los vehìculos.-

4.2.1.- Desperfectos sufridos:

*POR EL VEHÌCULO MATRICULA_____ .

Como consecuencia de accidente, sufriò los siguientes daños:_____

_____

* POR EL VEHICULO MATRICULA _____.

Como consecuencia del accidente sufriò los siguientes daños:_____

_____

* POR EL VEHICULO MATRICULA _____.

Como consecuencia del accidente sufriò los siguientes daños:_____

_____

* POR EL VEHICULO MATRICULA _____.

Como consecuencia del accidente sufriò los siguientes daños:_____

_____

Folio Nùm._____

4.2.2.-Exàmen pericial de los vehìculos:

* DEL VEHICULO MATRICULA_____.

-NEUMÀTICOS: Marca_____

Tipo_____

Presiones:_____

_____

Profundidad del dibujo:_____

_____

Estado general:_____

_____.

Otros datos de interès:_____

_____

-SISTEMA DE FRENADO: _____

_____

-SISTEMA DE DIRECCION: _____

_____

-ALUMBRADO: _____

_____

-VELOCÌMETRO MARCA: _____ Kms.

-PALANCA DE CAMBIO DE VELOCIDADES EN POSICIÒN DE _____

-INTERRUPTOR DE ALUMBRADO EN POSICIÒN _____

-INTERRUPTOR DE SEÑALIZACIÒN EN POSICION _____

-TACÒGRAFO _____

-OTROS ORGANOS QUE PUEDAN RESULTAR DE INTERÈS: _____

Folio Nùm._____

.-Exàmen pericial

* DEL VEHICULO MATRICULA_____.

-NEUMÀTICOS: Marca_____

Tipo_____

Presiones:_____

_____

Profundidad del dibujo:_____

_____

Estado general:_____

_____.

Otros datos de interès:_____

_____

-SISTEMA DE FRENADO: _____

_____

-SISTEMA DE DIRECCION: _____

_____

-ALUMBRADO: _____

_____

-VELOCÌMETRO MARCA: _____ Kms.

-PALANCA DE CAMBIO DE VELOCIDADES EN POSICIÒN DE _____

-INTERRUPTOR DE ALUMBRADO EN POSICIÒN _____

-INTERRUPTOR DE SEÑALIZACIÒN EN POSICION _____

-TACÒGRAFO _____

-OTROS ORGANOS QUE PUEDAN RESULTAR DE INTERÈS: _____

Folio Nùm._____

.-Exàmen pericial

* DEL VEHICULO MATRICULA_____.

-NEUMÀTICOS: Marca_____

Tipo_____

Presiones:_____

_____

Profundidad del dibujo:_____

_____

Estado general:_____ _____

_____ _____

Otros datos de interès:_____

_____

-SISTEMA DE FRENADO: _____

_____

-SISTEMA DE DIRECCION: _____

_____

-ALUMBRADO: _____

_____

-VELOCÌMETRO MARCA: _____ Kms.

-PALANCA DE CAMBIO DE VELOCIDADES EN POSICIÒN DE _____

-INTERRUPTOR DE ALUMBRADO EN POSICIÒN _____

-INTERRUPTOR DE SEÑALIZACIÒN EN POSICION _____

-TACÒGRAFO _____

-OTROS ORGANOS QUE PUEDAN RESULTAR DE INTERÈS: _____

4.5.-Modificaciones en los vehículos.-

Tras el accidente, los vehículos sufrieron las siguientes modificaciones respecto de su posición final y estado:

5.- DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DEL ACCIDENTE.-

5.1.- Clase de Vía y características:

* **Sentido de denominación.-** Para mejor comprensión, se realiza el estudio tomando el sentido de circulación de_____ a_____, que era el seguido por _____.

* **Puntos fijos de referencia.-**

Para las mediciones se han tomado los puntos fijos siguientes:

. **A)** _____

_____

. **B)** _____

_____

. **C)** _____

_____

..

. Distancia entre los puntos fijos:_____

* **Carretera Clase**_____, denominación_____ _____, con _____carriles de circulación sentido_____.

Sentidos de circulación separados por _____

Carriles de circulación delimitados por _____

- Anchura de la calzada _____

- Anchura de los carriles de circulación _____

_____

- Anchura de los arcenes_____

_____

Descripción de los márgenes de la Vía:_____

_____

_____

Folio Núm_____

* **Trazado**_____

con una pendiente de _____ en sentido _____

y una inclinación de _____hacia_____.

Otros datos:_____

* **Firme** Clase_____en_____

_____ estado de conservación y mantenimiento con las anomalìas

siguientes:_____.

Estado circunstancial del mismo _____

por motivo de _____.

Arcenes clase _____ en _____

_____ estado de conservación y mantenimiento con las anomalías si-

guientes :_____.

* **Visibilidad y deslumbramientos:**_____

_____

_____

* **Señalización:**

1.- VERTICAL:

2.- HORIZONTAL:

Folio Nùm._____

3.-BALIZAMIENTO:

4.-AGENTES DE TRAFICO U OTRA SEÑALIZACIÒN:

5.-Señalizaciòn de velocidad genèrica de la vìa:_____kms./hora.

6.-Limitaciòn de velocidad especìfica:

. Para la vìa:_____kms./hora.

. Para el vehìculo_____,_____kms./h.

. Para el vehìculo_____,_____kms./h.

. Para el vehìculo_____,_____kms./h.

*** Condiciones atmosfèricas:**

En el momento del accidente, el tiempo era_____

_____

_____

Soplaba viento de fuerza _____en direcciòn_

_____

Otos datos ambientales:

_____Crepùsculo.

_____Amanecer

_____Noche

_____Dìa

Luminosidad :_____

Folio Nùm._____

*** Otras circunstancias:**

El dìa del accidente era_____.

La circulaciòn era _____.

_____habìa retenciones por _____.

Otros datos que puedan resultar de interès:_____

5.2.-Huellas y vestigios .-

***Posiciòn final:**

.Del Vehìculo:_____.

Tras el accidente quedò en la posiciòn siguiente:

_____

_____

. Del vehìculo:_____.

Tras el accidente quedò en la posiciòn siguiente:

_____

_____

. Del vehìculo:_____.

Tras el accidente quedò en la posiciòn siguiente:

_____

_____

. Otros vehìculos:

Folio Nùm._____

.De las personas.

Tras el accidente, las personas quedaron en la posiciòn siguiente:_____

_____

_____

*** Huellas de vehìculos:**

HUELLAS DE FRENADO:

HUELLAS DE FRICCIÒN:

HUELLAS DE DERRAPE:

*** Partes de los vehìculos:**

En el lugar del accidente, se encuentran las siguientes partes y piezas correspondientes a los vehìculos y en la posiciòn que se refleja:_____

*** Restos de Infraestructura:**

_____

Folio Nùm._____

*** Lìquidos:**

*** Sangre:**

*** Otras:**

*** Daños ajenos a los vehìculos:**

6.- EXTRACTO DE LAS MANIFESTACIONES DE INTERÉS:

De las manifestaciones tomadas a las personas implicadas en el accidente, que figuran en el Atestado remitido a ese Juzgado con fecha___ _____, folios Nùmero _____, cabe destacar por su interès para la determinaciòn de las causas que produjeron el mismo, lo siguiente:

Folio Nùm._____

7.- RECONSTRUCCIÒN DEL ACCIDENTE.-

7.1.-Posiciòn inicial de los vehìculos y peatones:

.. El vehìculo matrìcula _____circulaba sentido _____por el carril_____ _____.

.. El vehìculo matrìcula_____circulaba sentido _____por el carril_____ _____.

.. El vehìculo matrìcula_____circulaba sentido _____por el carril_____ _____.

7.2.-Puntos de Percepciòn Posible:

Para cada vehìculo se miden en el sentido de su marcha y sobre el eje longitudinal de la carretera, siendo su distancia al PUNTO DE CONFLICTO, la siguiente:

..Para el vehìculo matrìcula _____,es de _____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de _____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de _____metros.

Folio Nùm._____

EXPLICACION DE POR QUÈ SE HA TOMADO PARA CADA VEHÌCULO EL PUNTO DE PERCEPCION POSIBLE RESEÑADO ANTERIORMENTE:

7.3.-Puntos de Percepciòn Real:

Se miden para cada vehìculo de la misma forma que en el apartado anterior, siendo las distancias las siguientes:

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

EXPLICACIÒN:

7.4.-Puntos de decisiòn:

Medidos igual que los apartados anteriores.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

..Para el vehìculo matrìcula_____,es de_____metros.

EXPLICACION:

Folio Nùm._____

7.5.-Punto de conflicto:

Està situado en _____,a _____metros del Punto Fijo de referencia _____y a _____metros del Punto Fijo de referencia_____.

7.6.-Itinerario seguido por los vehìculos y personas:

Se remite al croquis adjunto al presente Informe Tècnico.

7.7.-Posiciòn final de vehìculos y personas:

Se remite al apartado 5.2. del presente Informe Tècnico y al croquis adjunto al mismo.

7.8.-Estudio de las velocidades de los vehìculos:

8.- CAUSAS DEL ACCIDENTE.-

8.1.-Causas Mediatas:

8.1.1.- Relativas a los vehìculos:_____

_____

_____.

8.1.2.-Relativas a la carretera:_____

_____

_____.

Folio Nùm._____

8.1.3.- Relativas a fenòmenos atmosfèricos:_____

_____

_____.

8.1.4.- Relativas a los conductores:

a) SOMÀTICAS:_____

_____

_____.

b) PSÌQUICAS:_____

_____

_____.

c)CONOCIMIENTOS,EXPERIENCIA Y PERICIA:_____

_____

_____

_____.

8.1.5.- Relativas a circunstancias ajenas a las anteriores:

_____

_____

_____

_____.

8.2.-Causas Inmediatas:

8.2.1.- INFRACCIONES AL CODIGO DE LA CIRCULACIÒN:

a) Velocidad:_____

_____.

b) Otras Infracciones:_____

_____

_____

8.2.2.- DEFICIENCIAS EN LA PERCEPCIÓN:_____

8.2.3.- ERRORES EN LA EVASIÓN:_____

8.2.4.- CONDICIONES NEGATIVAS:_____

8.2.5.- OTRAS :_____

9.- APRECIACION DE LA FORMA EN QUE SE PRODUJO EL ACCIDENTE.-

De la Inspección Ocular practicada en el lugar de los hechos,desperfectos sufridos por los vehículos implicados, lesiones en las personas, manifestaciones y demás circunstancias, es parecer del INFORMANTE que el accidente tuvo el siguiente desarrollo:

Folio Nùm._____

Todo ello salvo el superior parecer de V.I.

10.- ENTREGA DEL INFORME TÈCNICO.-

A las _____horas del dìa_____de_____

de 1.9_____,se hace entrega en _____

del presente Informe Tècnico,acompañado de CROQUIS e INFORME FOTOGRÀFICO complementarios. Todo ello bajo recibo.

_____,a____de_____de 1.9___

EL INSTRUCTOR:

fdo._____

CAPITULO XXII

DETERMINACION DE LA VELOCIDAD POR LA LONGITUD DE LAS HUELLAS DE FRENADO

22.1. Legislación

El Reglamento número 13 sobre prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que concierne al *frenado,* anejo al *Acuerdo de Ginebra* de 20 de marzo de 1958, ha entrado en vigor en España el 6 de Febrero de 1989.

En el mismo, se establecen los *rendimientos mínimos* que deben reunir los dispositivos de frenado, atendiendo a las distintas clases de aquéllos y a los diferentes modelos de vehículos.

La eficacia se mide bien, mediante la *distancia* de frenado, bien a través de la *deceleración media* en régimen (estando el vehículo en marcha). La eficacia debe obtenerse sin blocaje de ruedas.

A título de ejemplo, a continuación, exponemos diversos *mínimos* de eficacia:

a) *Motocicletas.* Dos frenos conjuntamente a 80 Km/h.

$$S \leqslant \frac{V^2}{150} \leqslant 42{,}66 \text{ m.}$$

Deceleración media equivalente a 5,8 m/seg^2.

b) *Turismos.* Freno de servicio, ensayo a 80 Km/h.

$$S \leqslant 0{,}1\ V + \frac{V^2}{150} \leqslant 50{,}66 \text{ m.}$$

Equivalente a una deceleración de 5,8 m/seg^2.

c) *Autobuses.* (De más de 5 Tm. de P.M.A.). Ensayo a 60 Km/h. Freno de servicio.

$$S \leqslant 0{,}15\ V + \frac{V^2}{130} \leqslant 36{,}69 \text{ m.}$$

Equivalente a una deceleración media de 5 m/seg^2.

d) *Camiones.* (Exceda de 12 Tm. de P.M.A.). Ensayo a 60 Km/h. Freno de servicio.

$$S \leqslant 0{,}15\ V + \frac{V^2}{130} \leqslant 36{,}69 \text{ m.}$$

Deceleración equivalente a 5 m/seg^2.

22.2. **Posibilidad de la determinación**

2.1. *Cálculo de la velocidad.*

Premisa

El investigador no debe presentar como prueba una velocidad exacta, siempre establecerá *un margen de error,* que se puede considerar como de un 10 a 15 % por exceso y por defecto sobre la velocidad calculada, por los motivos que se verán a continuación.

Ejemplo: No se debe decir, «Dicho vehículo circulaba a una velocidad aproximada de 80 Km/h.», es más exacto manifestar, «Dicho vehículo circulaba a una velocidad comprendida entre 70 y 90 Km/h».

Factores que intervienen en el cálculo de la velocidad

- Clase de pavimento y estado de uso del mismo.
- Condiciones climatológicas y elementos que afectan al firme.
- Pendiente de la carretera.
- Tipo y marca del vehículo.
- Sistema de frenos y estado de los mismos.
- Neumáticos: estado, dibujo, clase.
- Carga.
- Atención del conductor y pericia del mismo.
- La longitud de las huellas de frenada.
- Los desperfectos de los vehículos y los desplazamientos de los mismos, sólo en caso de colisión.

Forma de influencia de cada factor

a) *Pavimento*

De hecho, el problema de la rugosidad de los pavimentos es bastante complejo, y la medida del coeficiente de rozamiento, llamada a veces «deliometría», pone en evidencia ciertas particularidades interesantes. Para la medición se recurre a los siguientes sistemas:

— *Stradógrafo.* Un camión arrastra un par de ruedas aproximadamente en el centro de gravedad del mismo, a las que se obliga a mantener un ángulo constante con la trayectoria del camión. El chasis de las ruedas lleva un lastre P, la fuerza F necesaria para mantener el ángulo & constante se mide con un dinanómetro. Se tienen valores de 0 a 20. Uno superior a 13 indica una buena rugosidad.

Se puede determinar también el coeficiente de rozamiento con ensayos de frenado. Igualmente, mediante el aparato del ingeniero LEROUX que consiste en un péndulo-masa de peso P con un patín de caucho. Al caer de la altura H, este patín frota sobre la superficie de la cual se quiere determinar la superficie de rozamiento; se mide la altura h a la que llega el péndulo y entonces tenemos $P(H - h) = K \cdot f$; donde f es el coeficiente de rozamiento y K es una constante. Para graduar el aparato se realiza sobre una superficie de coeficiente conocido.

Las *conclusiones* a las que se llega son las siguientes:

El coeficiente de rozamiento longitudinal es distinto del transversal y, en general, un poco más pequeño.

El coeficiente de rozamiento, especialmente el longitudinal, disminuye muy sensiblemente con la velocidad del vehículo, especialmente sobre carreteras mojadas. La reducción puede alcanzar del 30 al 50 % entre 20 Km/h. y 65 Km/h., pero parece disminuir menos rápidamente por encima de 65 Km/h.

El coeficiente varía con el estado de humedad de las carreteras, especialmente en las calzadas que presentan superficie lisa. Varía también con el estado de los neumáticos, como se verá posteriormente.

Los áridos angulosos dan un coeficiente mayor de los redondos; es tanto mejor cuando la piedra tiene un desgaste más pequeño y se pule más difícilmente; por último, es muy sensible a la dosificación de ligante.

La presencia sobre la carretera de granos de arena y, especialmente, de barro de elementos finos reduce considerablemente el coeficiente de rozamiento y da lugar al peligro de deslizamiento. Esta situación se produce en las regiones de grandes cultivos (explotaciones remolacheras en particular); la presencia de árboles en los márgenes de la calzada provoca con la lluvia que el polvo depositado en las hojas de aquéllos genere un limo extremadamente deslizante.

Un fenómeno bastante curioso es la variación, con las estaciones, del coeficiente sobre pavimentos flexibles (los modernos), que es máximo en invierno y mínimo en verano, con diferencias de más de un 20 %.

En las calzadas de hormigón, el exceso de cemento, hace aumentar muy sensiblemente el deslizamiento; los coeficientes de rozamiento son superiores a los obtenidos sobre tratamientos superficiales.

La complejidad del fenómeno no permite establecer, ni aproximadamente, los coeficientes de rozamiento medidos para los distintos tipos de revestimientos. En tiempo seco, sobre una calzada antideslizante, se puede alcanzar 0,9 y se obtiene corrientemente 0,7; por el contrario, sobre una calzada mojada apenas se puede obtener 0,4 y todavía menos si la calzada es lisa, tiene barro o aceite. La escarcha puede reducir a 0,05 el coeficiente de rozamiento.

La evaluación del coeficiente en el curso de la vida de un tratamiento superficial de capa de aglomerado es la siguiente: en una primera fase, la compacidad del revestimiento aumenta, el ligante exuda ligeramente, la superficie y el coeficiente de rozamiento disminuye. En una segunda fase, la película de ligante es eliminada progresivamente por el tráfico y el coeficiente de rozamiento aumenta otra vez. Por último, la resistencia al deslizamiento depende principalmente del grado de resistencia de los líquidos al pulimento.

Ante un problema a resolver con los medios que disponemos, lo más conveniente es efectuar una prueba de frenada, a ser posible con el mismo vehículo, y aplicaremos la siguiente fórmula (sólo en terreno llano).

$$Cr = 0{,}004114 \cdot V^2/D.$$

D : Distancia de frenada en metros.
V : en kilómetros por hora.

La prueba debe realizarse llevando una velocidad pareja a la que se presume llevaba el vehículo accidentado.

b) *Condiciones climatológicas y elementos*

Queda reseñado en el apartado anterior su influencia.

c) *Pendiente de la carretera*

Hay que tener en cuenta el componente de la fuerza gravitatoria a consecuencia del peso del vehículo; en tramo descendente el automóvil sufre un proceso de aceleración constante, mientras que en los ascendentes sufre una desaceleración constante.

A título de ejemplo, un turismo sufre las siguientes variaciones en distancia de frenada. La velocidad fue de 80 Km/h., en los tres casos.

— En llano: 40 metros.
— Pendiente del 5 %: 43,344 metros.
— Rampa del 5 %: 37,88 metros.

Indudablemente la incidencia de este factor es notable en los vehículos pesados, donde el componente gravitatorio ocupa un porcentaje mucho más elevado que en los turismos dentro de los componentes a vencer por la fuerza de frenada.

d) *Tipo y marca del vehículo*

En el vehículo anterior ha quedado reflejada una cualidad a tener en cuenta. El peso no sólo entra en el componente gravitacional, también en la fuerza a vencer para efectuar la frenada, que es directamente proporcional a aquél. De todos modos, la homologación de los sistemas de frenado para cada tipo de vehículo adecúa las características al comportamiento que deben tener, de aquí que este factor en la práctica se puede obviar.

e) *Sistema de frenos y estado de los mismos*

La deceleración que sufre el vehículo viene directamente relacionada con el sistema empleado y el estado de los frenos, así está regulado en el Reglamento sobre Homologación citado en el principio.

— La presión sobre el pedal del freno afecta al bloqueo de las ruedas, pero una vez que éstas estén bloqueadas, cualquier presión adicional no afectará al factor de adherencia.

— Las huellas de deslizamiento que indique que las cuatro ruedas quedaron bloqueadas son la prueba de que los frenos son «adecuados».

— El recalentamiento de las zapatas en las pendientes disminuye el rendimiento de la frenada.

— Por regla general los vehículos salen de fábrica con frenos adecuados a las posibilidades de exigencia en una situación conflictiva. El desgaste de las zapatas es negligencia del conductor, del mismo modo que las roturas de latiguillos o escape de líquido de frenos.

— Cuando se observa que sólo hay una huella de frenada es índice de que dicho costado frena más, el rendimiento total de la misma es menor que en condiciones óptimas.

— La eficacia de los frenos debe estar en relación con el peso de los vehículos. Raras veces se llega al 80 %, siendo lo normal un 70 %.

Dicha eficacia con relación a la desaceleración supone la siguiente escala:

100 %	9,81 m/seg.^{2}
70 %	6,87 m/seg.^{2}
60 %	5,88 m/seg.^{2}
50 %	4,90 m/seg.^{2}
40 %	3,92 m/seg.^{2}
30 %	2,94 m/seg.^{2}
20 %	1,96 m/seg.^{2}
10 %	0,98 m/seg.^{2}

El rendimiento *mínimo* de los sistemas de frenado exigidos en el Reglamento de Homologación es el siguiente:

1. *Ciclomotores*

— Freno posterior.	Sólo conductor	2,1 m/seg.^{2}
	Con pasajero	2,9 m/seg.^{2}
— Dos frenos.	Sólo conductor	4,2 m/seg.^{2}

2. *Motocicletas*

— Sólo conductor.	Freno delantero	3,9 m/seg.^{2}
	Freno posterior	3,1 m/seg.^{2}
	Ambos frenos	5,8 m/seg.^{2}
— Conductor y pasaje.	Ambos frenos	5 m/seg.^{2}

3. *Vehículos transporte personas hasta ocho* 5,8 m/seg.^{2}

4. *Más de ocho personas* 5 m/seg.^{2}

5. *Transporte de mercancías* 5 m/seg.

Esta eficacia se supone desde el momento en que el sistema de frenado actúa plenamente (ruedas bloqueadas). De manera previa, existe un espacio de tiempo en que los frenos no ejercen toda su fuerza (TIEMPO DE RESPUESTA) y que oscila de 2 a 6 décimas de segundo (el máximo permitido es de 0,6 segundos).

Considerando esta circunstancia, el espacio en metros recorrido a distintas velocidades:

	100	90	80	70	60	50	40	30
2/10	5,55	5,00	4,44	3,92	3,33	2,77	2,22	1,66
6/10	16,66	15,00	13,33	11,66	9,99	8,33	6,66	4,99

De otra parte, se considera satisfactorio:

Que el frenado tenga un equilibrio riguroso entre las ruedas de un mismo eje, ausencia de fading (pérdida de coeficiente de rozamiento acusada por las guarniciones de los frenos cuando la temperatura de funcionamiento es considerablemente elevada), es proporcional con la carga existente sobre cada uno de los ejes.

Hay una pérdida de eficacia:

— Desgaste de pastillas o zapatas.
— Evaporación del líquido de freno (pérdida momentánea de eficacia).

f) *Neumáticos: Estado, clase y dibujo*

El neumático ha representado una evolución técnica de destacada consideración y ha influido como nada en la disminución de distancia de frenado.

Si el neumático es de perfil bajo, se limita el retemblor lateral, el peso queda mejor repartido y el comportamiento es mucho mejor, se distinguen porque tras la medida del diámetro vertical, existe la relación entre aquél y la distancia entre talones de la llanta. Por ejemplo: 155/70 SR 13.

El neumático radial (corriente ya en Europa) se ensancha más y con ello aumenta la superficie de contacto. La distinción viene indicada por la letra *R* ó *X* en la nomenclatura.

La presión no influye excesivamente en la adherencia longitudinal, aunque si va muy hinchado disminuye algo la superficie de contacto.

Los neumáticos *V* presentan una banda de rodamiento apta para velocidades superiores a 210 Km/h. Los *H*, de 180 a 210 Km/h., y los *S* (que son los usuales) hasta 180 Km/h. Indudablemente, la adherencia es mayor en el orden citado, al ser de mejor calidad las bandas y los dibujos y presentan un comportamiento en suelo húmedo.

La profundidad del dibujo es esencial a la hora del comportamiento del vehículo en la frenada: dicha capacidad con menos de 1 mm. de profundidad, disminuye de un 60 a 70 % a partir de los 80 Km/h. En pavimento mojado, ya comienza a ser peligroso conducir con menos de 2 mm.

g) *Carga*

Un vehículo un poco cargado se deslizará un poco más, partiendo de una misma velocidad, que un vehículo de iguales características ligeramente cargado.

Hay que resaltar que los vehículos actuales presentan unas válvulas limitativas de la presión hidráulica del líquido de frenos, conectada a la suspensión, que tiene como misión atemperar la eficacia de los frenos al peso sobre el eje trasero.

Los transportes de mercancías a menudo exceden el peso máximo autorizado, lo cual influye sobremanera en la respuesta de deceleración del sistema de frenado, puesto que los ensayos se efectúan en base a aquél.

h) *Atención del conductor y pericia del mismo*

Es un factor importante a tener en cuenta.

El grado de atención del conductor determina la distancia entre los puntos de percepción posible y real, si bien en determinadas ocasiones la coincidencia de ambos puntos no indica más que unas condiciones determinadas de visibilidad.

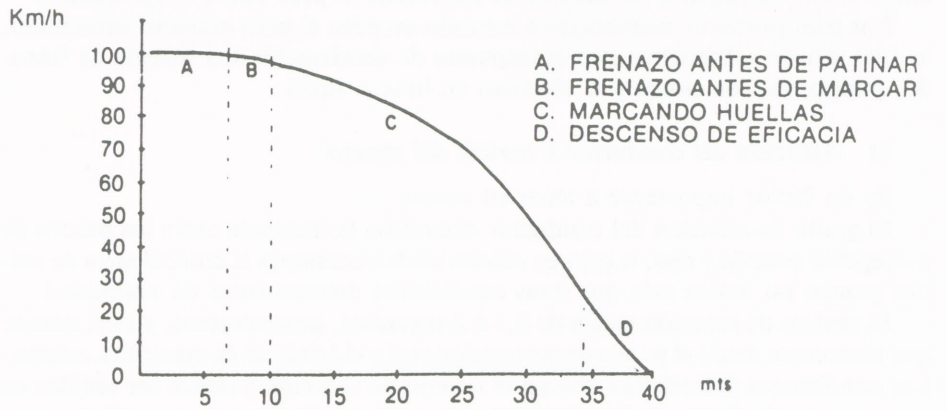
El tiempo de reacción oscila de 0,5 a 2 segundos, generalmente, y es el tiempo que transcurre desde el punto de percepción real y el inicio de la maniobra evasiva. Las condiciones psicofísicas alteran el tiempo de reacción y deben ser tenidas en cuenta para el cálculo de la velocidad. Los tóxicos disminuyen los reflejos, por

tanto el tiempo de reacción debe ser ampliado; lo mismo cabe decir del cansancio (horas de conducción, sueño, monotonía, tensión). También influye la edad (personas mayores tienen un tiempo de reacción duplicado), la fuerza del estímulo (las reacciones más fuertes determinadas por impulsos extraordinarios, que pueden favorecer o perjudicar la maniobra evasiva), las condiciones físicas y los hábitos (experiencia en situaciones conflictivas), que nos indicarán la pericia del conductor (varía mucho, por ejemplo, el hecho de que el conductor, en el momento de aplicar los frenos, accionó o no el pedal de embrague).

En todo caso, a la hora de la determinación de la velocidad, siempre habrá que añadir el espacio de recorrido del vehículo durante el tiempo de reacción, por ejemplo: A una velocidad de 90 Km/h., el vehículo recorre 20 metros considerando el tiempo de reacción de 0,8 segundos y 37,5 metros si el tiempo de reacción ha sido de 1,5 segundos.

i) *La longitud de las huellas de frenada*

Al aplicar los frenos queda dicho, que tras el tiempo de respuesta, quedan bloqueadas las ruedas y se produce un deslizamiento de las mismas. Hay un intervalo, de no producción de marcas en la calzada, debido al tiempo que necesita el neumático para recalentarse lo suficiente por el rozamiento para que se inicie el desprendimiento del material de la banda de rodadura y señale la huella. Este intervalo se estima de uno a tres metros, y en ocasiones se aprecia una ligera sombra, observando con el ángulo visual adecuado. Cuando la frenada ha sido muy larga, más de 30 metros, la eficacia del rozamiento disminuye debido al desgaste y erosión de la banda de rodamiento (en ocasiones es tal que se produce totalmente, llega a la cámara, y provocando el reventón, por lo que será siempre preceptivo observar el grosor desgastado en la inspección ocular), con lo cual el esfuerzo para detener el vehículo se alarga al final de la frenada.



j) *Desperfectos y desplazamientos de los vehículos*

Los principios de la física dinámica deben conocerse perfectamente a la hora de la investigación de un accidente.

La energía cinética que lleva el vehículo se transforma en desperfectos y desplazamiento en una colisión, al ser el vehículo un cuerpo inelástico.

El accidente es un cúmulo de fuerzas a tener en cuenta. Generalmente al punto de colisión se lelga con una velocidad residual, tras el esfuerzo de frenada, esta velocidad residual, junto con la masa constituyen la energía cinética según la fórmula: $1/2 \cdot m \cdot v^2$.

El análisis de los desperfectos es labor de la experiencia y del sentido común. A nadie se le escapa que un vehículo que colisiona contra una farola a una velocidad de 80 Km/h. causa mayores desperfectos que circulando a 40 Km/h. Pero en las deformaciones de material intervienen muchas circunstancias (ángulo de incidencia, resistencias del material, la forma de la parte incidente, etcétera), y en la práctica resulta imposible medir cada parte rota o torcida y la fuerza necesaria para producir ese efecto, y aunque fuera posible los cálculos necesarios llevarían mucho tiempo y costarían muy caros. Por ello, los cálculos exactos de la velocidad residual basados en los desperfectos no son prácticos y aquí reside la peligrosidad de caer en el error de afirmar la velocidad exacta, como indicábamos al principio.

En todo caso, un buen investigador debe familiarizarse con los desperfectos, a través de la experiencia, estudios en cementerios de coches, etcétera, y no es presuntuoso afirmar que con el tiempo se puede determinar la velocidad residual con el margen de error de un 10 % como veremos, a continuación.

Fórmula y cálculo de cada factor

a) *Adherencia*

Se adjunta un cuadro con los posibles valores según el tipo de firme y ya se ha hecho constar el modo de calcularlo. Téngase en cuenta, que disminuye con la velocidad.

b) *Pendiente*

El cálculo de la pendiente, como es conocido, se puede hallar mediante una cinta métrica, si no viene indicado con la señal correspondiente.

c) *Sistema de frenos*

La eficacia mínima se conoce, la presión de aire, se observará el estado de las pastillas, zapatas y conducción del líquido.

d) *Neumáticos*

Se observará la marca del mismo, con lo cual podremos determinar la calidad. El dibujo con su profundidad es imprescindible medirlo, así como la marca de la huella desgastada por el deslizamiento.

e) *Carga*

En vehículos de transporte de mercancías se comprobará si hay exceso de peso. En los turismos el peso aproximado por eje, de tal modo que si es adecuado, este factor no se tendrá en cuenta para la determinación de la velocidad, más si hay un exceso considerable sobre el eje trasero habrá que disminuir el cálculo obtenido en un 5 %.

f) *Conductor*

Si podemos interrogarlo, le preguntaremos si puede determinar con precisión el punto de percepción real, con referencia a algún punto exacto de la calzada (un árbol, señal, etcétera); es el método más aproximado para el cálculo de la velocidad que llevaba antes de efectuar la maniobra evasiva. Citemos un ejemplo: Si desde el punto de percepción real hasta el inicio de la huella de frenada distan 35 metros, restamos cuatro metros del tiempo de respuesta, nos quedan 31 metros; considerando la medida del tiempo de reacción como 0,8 segundos, la velocidad que lleva el vehículo era: 38,75 m/seg., o, lo que es lo mismo, 139,5 Km/h.

Será siempre fundamental conocer las características psicofísicas del conductor y su estado en el momento de la conducción para precisar con la mayor exactitud posible el tiempo de reacción.

g) *Huellas de deslizamiento*

Bastará medirlas.

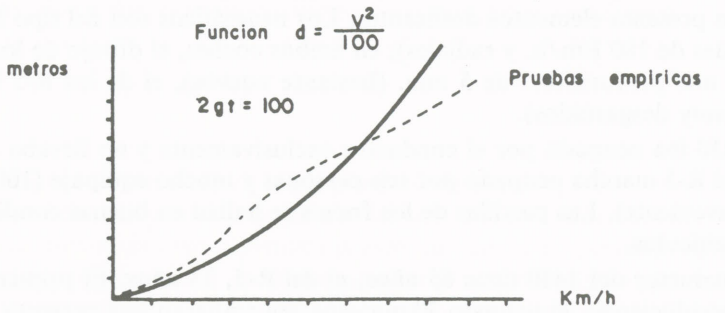
h) *Desperfectos*

Para calcular la velocidad a base de los desperfectos, primero es preciso determinar la velocidad que habría necesitado el vehículo para dañarse a sí mismo, en la misma magnitud, si hubiera chocado contra un objeto fijo lo bastante fuerte como para salir indemne de la colisión. Esto habría que hacerlo independientemente por cada Unidad de tráfico implicada. Un buen sistema para llegar a este cálculo de la velocidad es ir acercándose partiendo de velocidades muy bajas. Por ejemplo, pregúntese si una colisión con un objeto fijo a 5 Km/h., causaría más o menos desperfectos que los observados. Si se cree que los daños serían más grandes, hágase la misma pregunta a velocidades de 10, 20, 25... Km/h., hasta localizar donde surjan dudas. Luego proceder a la inversa, es decir, comenzar desde 130, 120... y hacerse la misma pregunta. De esta manera se obtendrán dos cálculos,

uno por defecto y otro por exceso, respecto a lo que se crea posible. No es que sea exacto el cálculo, pero siempre se aproximará más que con un solo cálculo inicial.

Fórmulas. Diagramas

Un diagrama empírico del cálculo de la velocidad es el siguiente:



1. Ecuación de las fuerzas vivas: $\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} \cdot V^2 = Pfd$

   d: distancia de frenado $\quad d = \frac{V^2}{2gf}$

   $v = \sqrt{2fgd}$

   f: factor de adherencia $\quad f = \frac{V^2}{2gd}$

2. Existencia de pendiente

$$d = \frac{V^2}{2g(f + p)}$$

   Ejemplo: Si es una rampa de 2 % = 0,002 pendiente o rampa partido por cien.

3. Consideración del rendimiento de desaceleración

$$d = \frac{V^2}{2gfr}$$

Problema ejemplo

Un Seat 1430 colisionó contra un R-5, en tramo de pendiente del 3 %, se observan unas huellas de deslizamiento de 25,33 metros referentes al Seat y de 14,25 metros correspondientes al R-5. La carretera es de riesgo asfáltico, árido anguloso, muy usado (10 años de construcción, sin revestimiento posterior), en el momento de la colisión el firme se encontraba mojado por la lluvia, pero limpio de barro y aceite, hay ausencia de árboles en el margen y no hay explotaciones agrícolas en recolección, la lluvia ha sido intensa por lo que la carretera, como queda dicho, no presenta elementos deslizantes. Los neumáticos son del tipo SX (hasta velocidades de 180 Km/h. y radiales), en ambos coches, el dibujo de los del Seat presenta una profundidad de 5 mm. (bastante nuevos), el de los R-5 inferior a 1 mm. (muy desgastados).

El 1430 iba ocupado por el conductor exclusivamente y no llevaba carga, en cambio el R-5 marcha ocupado por seis personas y mucho equipaje (100 Kg. más de lo conveniente). Las pastillas de los frenos se hallan en buenas condiciones en ambos vehículos.

El conductor del 1430 tiene 65 años, el del R-5, 33 años. El primero llevaba 4 horas conduciendo, el segundo 30 minutos, sin embargo éste presenta un grado de intoxicación alcohólica de 1,2 gramos por litro de sangre. El conductor del primero manifiesta que sí accionó el embrague a la vez que frenaba, en tanto el segundo dice que no. La palanca de cambios en cuenta en ambos.

Desarrollo

Seat 1430. La velocidad residual, en atención a los desperfectos, pudo estar comprendida entre 30 y 50 Km/h.

$$d = v^2/2gfr$$

Cálculo de f. Calzada usada, mojada, velocidad superior a 50 Km/h., aplicaremos el coeficiente 0,40, al cual debemos restar la pendiente 0,03, los neumáticos en buen estado, los frenos también (rendimiento de un 70 %). En suma, $F = 0{,}37$. Cálculo de *d*. Medido: 25,33 metros, hay que añadir 4 metros (ruedas bloqueadas sin marcar) y el espacio recorrido durante el tiempo de respuesta: 5 metros.

$$\text{Total } d = 34{,}33 \text{ metros}$$

$$34{,}33 \text{ metros} = \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}37 \cdot 0{,}7}; \quad v = 13{,}20 \text{ m/seg.} = \mathbf{47{,}52\ Km/h.}$$

Añadiendo la velocidad residual, podemos decir que el citado vehículo circulaba a una velocidad comprendida entre **75 y 100 Km/h.**

R-5. La velocidad residual en atención a los desperfectos pudo ser de 20 a 40 Km/h.

Cálculo de f. Al coeficiente 0,40 hay que añadirle 0,03 (rampa); los neumáticos se hallan en pésimo estado, entonces la eficacia es de un 60 % inferior, entonces el coeficiente queda: 0,43-0,25-0,18; a ello hay que sustraer un 5 %, debido al exceso de carga, y nos queda: 0,18-0,02-0,16.

Cálculo de d. Medido 14,25; hay que añadir 4 metros (sin marcar) y el tiempo de respuesta: 3,5 metros.

Total: 21,75 metros.

$$21{,}75 = \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}16 \cdot 0{,}7} \quad ; \quad v = 6{,}90 \text{ m/seg.} = \mathbf{24{,}87\ Km/h.}$$

Añadiendo la velocidad residual tendremos que el citado vehículo circulaba a una velocidad comprendida entre **40 y 65 Km/h.**

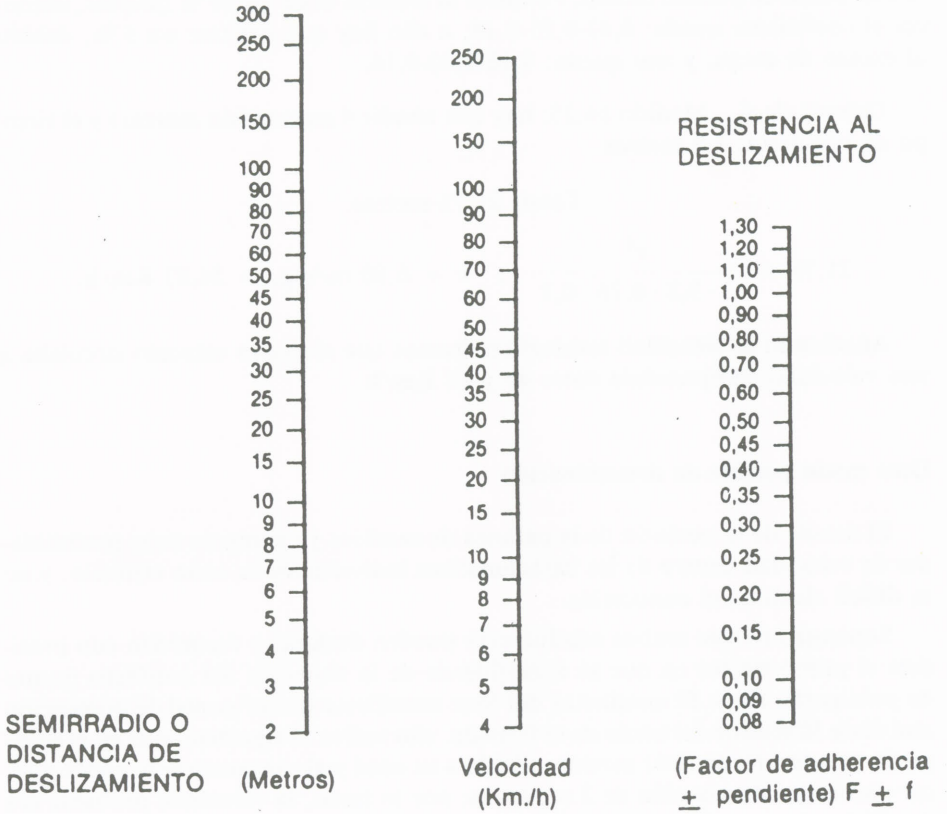
Otro modo posible de determinación

El detalle de la posición de la palanca de cambios ya enmarca unas posibilidades de velocidad dentro de las características individuales de cada vehículo, y no es difícil alcanzar el conocerlas.

Supongamos que ambos conductores pueden declarar y recuerdan con precisión el punto exacto en que se apercibieron de la situación del conflicto (punto de percepción real). El conductor del Seat manifiesta que el punto de percepción real dista 50 metros del inicio de la frenada, ello indica lo siguiente: que en el tiempo de reacción recorrió 41 metros, debido a su edad y al cansancio se le puede aplicar un tiempo de reacción de 2 segundos; por lo tanto, la velocidad probable era de: 20,5 m/seg. = 73,8 Km/h. Cálculo éste más exacto, siempre que el punto de percepción real sea perfectamente determinable.

El conductor del R-5 manifiesta que observó el peligro a 47 metros de distancia del inicio de la frenada, con lo cual durante el tiempo de reacción (que se calcula en 2,5 debido al estado de embriaguez) recorrió 39,5 metros, entonces, la velocidad a la que circulaba era: 15,8 m/ seg. = 56,88 Km/h.

NOMOGRAMA PARA EL CALCULO DE VELOCIDAD A TENOR LAS DISTANCIAS DE HUELLAS DE FRENADO



CAPITULO XXIII

LA RECONSTRUCCION DE ACCIDENTES

23.1. Consideraciones previas

Reconstrucción, significa unir, allegar, evocar ideas para completar el conocimiento de un hecho. Una definición gramatical que es capaz por sí misma de expresar todo el trabajo a realizar por el investigador.

Desafortunadamente, casi nunca se va a contar con una cámara capaz de desenvolver la sucesión de las fases del accidente. El que desarrolle la tarea de inquirir los hechos, llegará al lugar del evento cuando todo esté consumado. En el mejor de los casos, nada se habrá movido de la escena tal y como quedó en su posición final. Con precisión cinematográfica, se deberá cursar la película hacia atrás y tratar de contestar todas las preguntas básicas de la investigación.

«Allegar» datos, responder al *¿qué?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿quién?;* «casarlos» de modo adecuado, acudiendo a las inexorables leyes físicas que ordenan nuestro universo, nos conducirán a hallar el *¿cómo?;* «evocar» conocimientos psicológicos, sociológicos y empíricos pueden guiarnos al *¿porqué?,* que al fin y al cabo es lo que se pretende. El Juez para determinar y exigir responsabilidades civiles y penales, las Autoridades del tráfico para reconducir los hechos y evitar que se repitan.

Ya dijimos que el método era imprescindible, tratar de llegar al *¿porqué?* antes de saber *¿cómo?,* craso error.

El aprendizaje y mejora de las cualidades de observación, el imperio de la lógica y el conocimiento teórico («nada hay más práctico que una buena teoría»), ayudados por la experiencia, serán las imprescindibles dotes del buen investigador.

— Quien piense que la mayor parte de los accidentes son iguales y que su solución está predeterminada de antemano está poseído de la rutina y el error.

— Es cierto que, por fortuna, las soluciones-rompecabezas, son minoría en el mundo de la accidentabilidad, pero ello no significa que nuestra labor no esté impregnada de algunos errores (pocos, pero significativos) la mayoría en el debe del exceso de confianza estimativa.
— En cualquier accidente, cabe más de una hipótesis, desechar de plano y al principio, alguna por insólita que parezca, puede confundir nuestros planteamientos en alguna que otra ocasión.
— En suma, poner el máximo celo en el momento decisivo de emitir el informe para que éste sea lo más fundamentado posible, debe ser una premisa. Poseer la ética de reconocer la duda que se posee, cuando se esté en ella, es otra muestra de la objetividad que no debe separarse del investigador.

23.2. Modelos de reconstrucción

— Ya se acaba de indicar que no existen dos accidentes absolutamente iguales, pero como toda ciencia empírica, la investigación se puede sistematizar.
— Sistematizar implica agrupar los diferentes tipos de accidentes atendiendo a sus características comunes. Cuando se haya logrado ese método, podremos deducir unos caminos comunes de investigación para cada tipo o clase de accidente, vías que, generalmente, nos van a conducir a la solución, sin que deban descartarse de plano y a priori el resto. Así, en las salidas de la vía, la averiguación del P.P.P. tiene escasa relevancia comparado con un atropello.
— ¿Significa lo anteriormente relatado que todos los atropellos deben investigarse igual? En absoluto, las líneas maestras han de mantenerse en el modelo, no obstante, si a pesar de ello la solución no es satisfactoria, deben buscarse otras vías. Y la hipótesis elegida no será incontrovertible si existe el menor resquicio de duda. Asegurar que la causa del accidente pudo ser una enfermedad súbita del conductor, cuando se carecen de todos los elementos de juicio necesarios, al menos, para descartar cualquier otra posibilidad, es una muestra inequívoca de falta de positividad en el investigador.

La sistematización de los modelos puede hacerse del siguiente modo:

a) Colisiones frontales en tramo curvo.
b) Colisiones angulares en tramo curvo.
c) Colisiones frontales en tramo recto (incluye cambio de rasante).
d) Colisiones angulares en tramo recto (incluye cambio de rasante).
e) Embestidas. Accidentes en intersecciones.
f) Alcances.
g) Atropellos.
h) Giros a la izquierda.
i) Salidas de la vía.

Muchas otras subdivisiones pueden realizarse, así, las salidas de vía deben diferenciarse según sean en trazado curvo o recto. En todo caso, toda sistematización es variable.

Cada modelo presenta unas *líneas maestras* de averiguación que deben seguirse. Sin que se deban olvidarse los extremos ya sentenciados.

23.3. Datos: Objetivos y subjetivos

La primera labor del investigador, RECOGIDA DE DATOS debe ser todo lo exhaustiva que cabe y además ininterrumpida, es decir, si en la segunda fase es necesario inquirir sobre algún aspecto nuevo, se debe realizar. Cuanta más información se disponga, mejores serán las posibilidades de acierto en el trabajo de gabinete. La culminación de dicho trabajo de recopilación da paso a la segunda fase de reconstrucción que estamos tratando. Pero, previamente, es necesario resaltar una cualitativa diferenciación entre datos.

Existen datos *objetivos:* huellas, restos, desperfectos, etc., que dependen poco de la apreciación del sujeto, son externos, medibles y diferenciables. En cambio, los datos *subjetivos:* manifestaciones, primordialmente, son meras opiniones sujetas a la parcialidad que toda observación interesada conlleva.

Ya se puede afirmar de plano que el investigador debe atender y dar la preponderancia justa a los datos objetivos. Cualquier colisión entre un dato subjetivo y otro objetivo, debe decantarse hacia estos últimos.

Ello no nos puede inducir a descartar plenamente cualquier dato subjetivo. Si el conductor manifiesta que circulaba a 60 km/h., no debe ser una afirmación aceptable a pies juntillas, sin embargo, es un punto de partida que se debe contrastar con el resto de datos y posibilidades.

23.4. Elementos de estudio

Cada dato es un elemento de estudio individualizado, que sirve para alcanzar el conocimiento de algunas variables. No puede existir contradicción entre el resultado del estudio de dichas variables. Algunos datos son contundentes en cuanto a lo que suministran, así, el disco-diagrama, si se comprueba su funcionamiento correcto, el aporte del dato de la velocidad momentos antes del accidente será incuestionable. Sin embargo, no todos los elementos poseerán el mismo grado de certeza.

Si dos variables se contraponen en las conclusiones, es conveniente hallar una tercera o cuarta que apoye fehacientemente cualquiera de las tesis, y a partir de ahí, apreciar dónde estaba el error de razonamiento de la tesis equivocada.

De todo lo estudiado hasta este punto, el lector ya debe apreciar las variables que puede obtener de cada elemento. Analizar una variable que no es posible ex-

traerla de un elemento es una pérdida de tiempo. Un ejemplo nos ilustrará lo dicho con anterioridad; las *huellas de frenada* marcadas por los neumáticos establecen, la *trayectoria* del vehículo antes del punto de colisión o de salida, el inicio de la *maniobra evasiva,* el funcionamiento eficaz o no del sistema de *frenado,* e *indirectamente,* el cálculo de la *velocidad* del móvil, el punto de *percepción real,* las peculiaridades del *vehículo* que las ha producido, la *línea* de colisión, etc. Si a pesar de conocer esto, el investigador se empecina en hallar a través de las huellas de frenada, verbigracia, la línea de fuerza, será una pérdida de tiempo innecesaria.

23.5. **Supuestos prácticos**

A. En la figura 23.I, observamos la posición final de un accidente, ocurrido entre un turismo y un camión. En el mismo falleció el conductor del primero, único ocupante. El camionero manifestó que, «como lo hacía habitualmente, por su trabajo, inició la maniobra de giro a la izquierda con el objeto de adentrarse hacia el camino sito en la parte siniestra de la calzada, y al momento, notó un fuerte impacto en la parte lateral de su cabina. Que con 40 ó 50 mts. de antelación había encendido el intermitente correspondiente». Dicha afirmación fue corroborada por el conductor de un segundo camión que seguía al manifestante de modo inmediato.

Las huellas que se aprecian en el firme corresponden a las ruedas delanteras del camión (son de fricción) y fueron generadas por el fuerte impacto del turismo que fue capaz de desplazarlo lateralmete a pesar de su enorme masa.

La violencia del golpe hizo que todos los cristales y restos metálicos fuesen esparcidos en una gran área indefinida.

No se apreciaron huellas de deslizamiento.

Como se puede establecer, el punto básico del investigador era discernir entre *dos hipótesis:*

a) El turismo inició la maniobra de adelantamiento cuando el camión había ya establecido su propósito de efectuar el giro. El camionero no pudo realizar nada para evitar el accidente.
b) El camión inició el giro, y su conductor no miró al retrovisor, ya que de haberlo observado hubiese soslayado la producción del accidente.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1.° *Determinación del punto de colisión.* No ofrece dudas la posición del camión, marcadas las huellas de fricción por el movimiento de las ruedas delanteras. (Figura 23.I). La rueda anterior derecha se hallaba en el momento del impacto a 30 cms. de la línea central, todavía en su carril derecho. La colocación del turismo, debe buscarse atendiendo a la línea de fuerza apreciándose en los desperfectos de ambos vehículos.

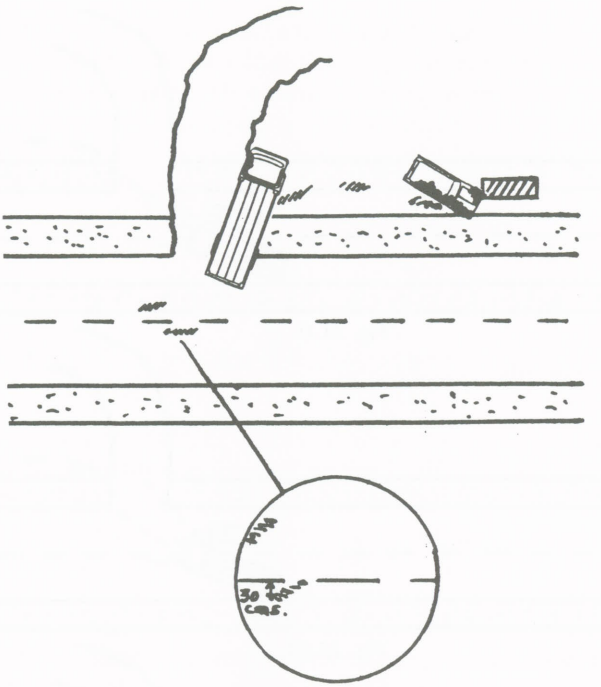


Fig. 23.I.

Dicho dato, confirmado por la posición final de ambos que abunda en una colisión como la que muestra la figura 23.II, puesto que de haberse producido de las maneras que muestran la figura 23.III, o la figura 23.IV, el desplazamiento posterior o la colisión hubiese sido aproximadamente la marcada por las flechas (el camión en su trayecto hasta la posición final hubiese cerrado el paso al turismo).

2.° *Cálculo de velocidades*

— Del camión. En el mejor de los supuestos, el vehículo de acuerdo a sus características y al hecho de tener que trazar un giro de 90°, pudo alcanzar una velocidad de 30 Km/h. Más realista es la afirmada por el propio conductor, de 10 a 15 Km/h.

— Del turismo. La vía presenta una limitación genérica de 100 Km/h. No hubo maniobra evasiva por parte del conductor del turismo. Si bien los desperfectos fueron grandes, el sistema de frenado no fue afectado en las ruedas del lateral izquierdo, y por ello se apreció que el circuito estaba intacto, y las pastillas en buenas condiciones; el líquido del sistema no presentaba disfunciones. Al no hallarse huellas desde la posición de la colisión hasta el punto indicado en la figura 23.V, fuera de la calzada, es casi seguro que

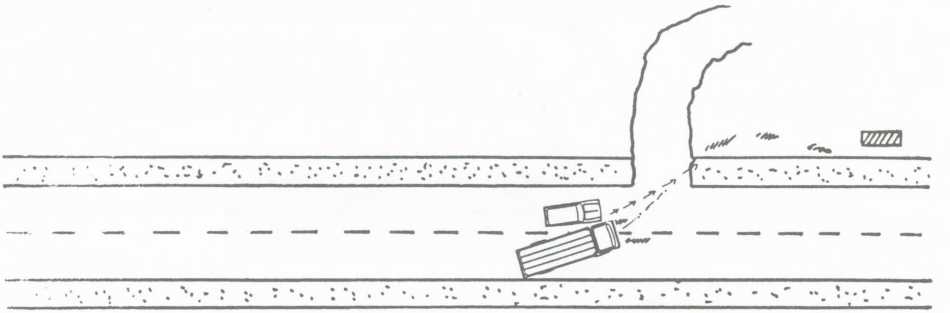


Fig. 23.II.

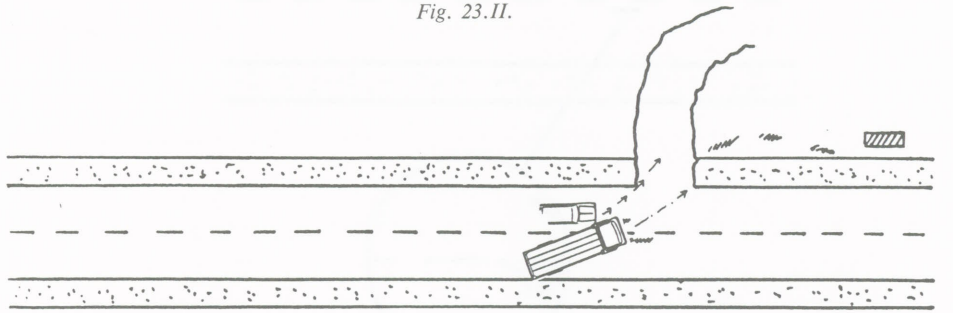


Fig. 23.III.

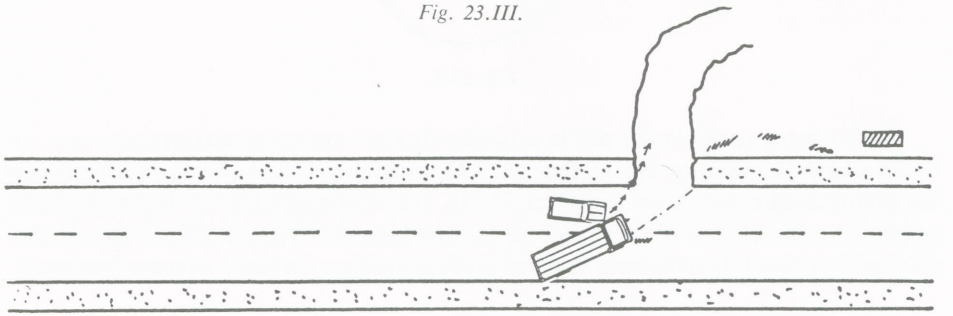


Fig. 23.IV.

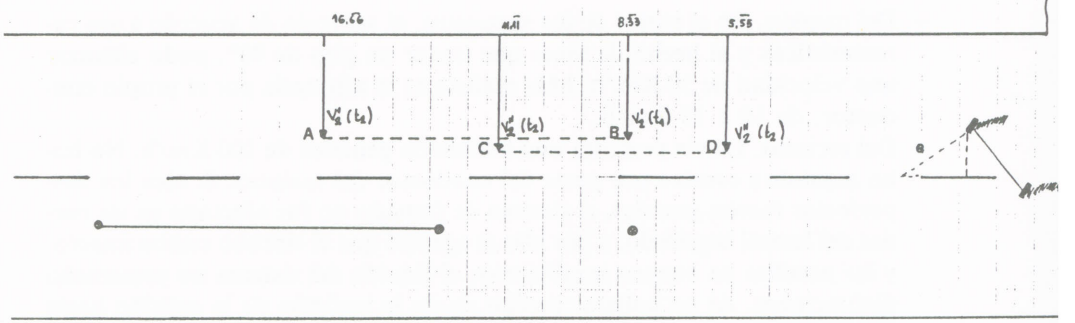


Fig. 23.V.

dicho trayecto hasta la cuneta (donde se perciben los restregones) se produjo sin rozamiento. El impacto en la alcantarilla frenó la velocidad traslativa que restaba en el turismo y culminó su movimiento. La dificultad del cálculo de la velocidad, ante la falta y complicación de los datos existentes, no fue óbice para hacer un cálculo basado en la experiencia visual de la cuantía de los desperfectos, cálculo nada exacto y por ello, siempre determinado por defecto. El tipo de vehículo, el trazado y la maniobra realizada, indicaban que la velocidad no podía ser inferior a 90 Km/h.; los desperfectos habidos y el movimiento que sufrió el camión tras el impacto abundaban en la anterior suposición, no obstante, se concluyó que podría estar comprendida entre 80 y 120 Km/h. Esta indefinición en modo alguno puede tomarse como imprecisa, cualquier otro intento de ser más exactos puede catalogarse de imposible o presuntuoso.

En todo caso, el exceso respecto al límite genérico, no podría ser catalogado como causa, puesto que lo que se dilucida en la búsqueda del cómo, son los dos planteamientos iniciales. El cálculo o consideración de las velocidades de ambos tiene importancia, como veremos, para el cálculo de la posición del punto de percepción posible.

3.° *Análisis de maniobras y puntos de percepción.*

— No se olvidó un dato transcendente, que fue la presencia de un segundo camión, que marcha inmediatamente detrás del accidentado y que a su vez, precedía al turismo y, cuyo conductor fue testigo del accidente.

— Conocido el punto de colisión, incuestionablemente determinado, de acuerdo con la figura 23.III, se analizó el proceso factible del suceso.

— Primeramente, sabemos que el recorrido que siguió el camión fue aproximadamente el trayecto *e,* hipotenusa de un triángulo rectángulo del que conocemos los dos catetos. Su medida es de 2,08 mts. El indicado tramo *(e),* pudo ser recorrido:

a) A V_1' = 15 Km/h. en un t_1 = 0,5 segundos.
b) A V_1'' = 30 Km/h. en un t_2 = 0,25 segundos.

Para concurrir en el punto de colisión, el turismo a V_2' = 120 Km/h se encontraba entre *A*, distante 16,$\overline{66}$ mts. y *B*, distante 8,$\overline{33}$ mts. del punto de colisión.

A una velocidad del turismo V_2' = 80 Km/h, el mismo se hallaba entre C, a 11,$\overline{11}$ mts. del punto de impacto y D, a 5,$\overline{55}$ mts. del punto indicado.

— En la misma figura, se puede apreciar la posible situación del camión que proseguía al accidentado, emplazamiento imaginado lo más próximo posi-

ble a la parte trasera de aquél (5 mts.), para crear una condición lo más extrema posible favorecedora de la hipótesis a).

— De todo lo expuesto anteriormente, podríamos *concluir* que:

- El punto de percepción posible del conductor del turismo, se hallaba situado a una distancia de 16,66 del P.C., en el peor de los casos.
- Cuando el conductor del camión inició el giro y con ello la invasión del carril izquierdo, el turismo se encontraba en dicho carril circulando a una elevada velocidad.

4.° *Razonamiento del desarrollo del accidente.*

El turismo circulaba por el carril de la izquierda a una velocidad elevada, (téngase en cuenta que en la maniobra de adelantamiento es permisible hacerlo a 120 Km/h), comprendida entre 80 y 120 Km/h, y con mayor probabilidad la superior en atención a los desperfectos y circunstancias. Con toda seguridad no apreció la señalización del camión, que mostraba su intención de efectuar un cambio de dirección a la izquierda (confirmada dicha eventualidad a través del testigo). En dicha situación, el conductor del camión inició la maniobra, sin cumplir con el requisito ineludible de apreciar si otro vehículo había iniciado la maniobra de adelantamiento (no observó el retrovisor, en buenas condiciones, de otra parte), interceptando la trayectoria del turismo, cuyo conductor no tuvo ni tiempo para frenar (a 120 Km/h, el tiempo de reacción óptimo implica un desplazamiento del móvil equivalente a 16,66 mts. antes de cualquier maniobra que no sea el giro de volante), y es cierto que realizó un apresurado movimiento de volante hacia la izquierda como lo demuestra la situación final de las ruedas delanteras del turismo y la posición relativa de colisión.

Fue inexpugnable la convicción de que al conductor del turismo no le cupo ninguna opción de evitabilidad del accidente, del mismo modo que se pudo soslayar el mismo por parte del conductor del camión si éste hubiese observado la presencia del turismo en el carril de adelantamiento, ocupación que duró varios segundos teniendo en cuenta la velocidad que el mismo llevaba, así como el número de vehículos que debía rebasar.

B.

1.° *Situación final.* El investigador se encuentra con una situación de hecho: una posición final de los vehículos, unas huellas en el pavimento y unos daños en los automóviles (figura 23.VI).

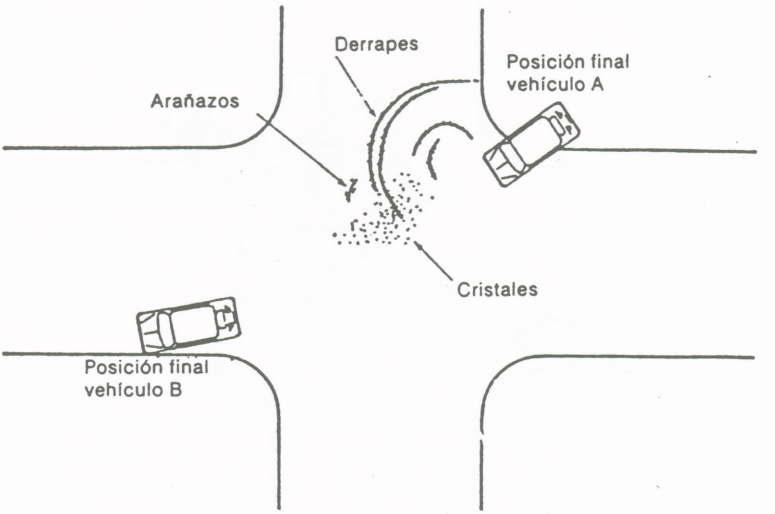


Fig. 23.VI.

2. *Desplazamientos.* Las huellas de ruedas que aparecen en la carretera corresponden a unos derrapes del vehículo B. Si éste, según la versión de los conductores, pretendía entrar en la vía en donde se encuentran dichas huellas, se ha tenido que producir una inversión en la marcha, lo que supone que dicho automóvil ha recibido un impacto en la parte de detrás del centro de gravedad, lo que le ha impelido a desplazarse sobre éste hasta adquirir la posición que tiene en el momento de personarse el investigador. Efectivamente, los derrapes comienzan en un determinado punto, marcado como el de colisión, y en donde quedan restos de cristales, pintura, etc. (figura 23.VII).

El vehículo A no ha dejado ninguna huella de frenado, pero su trayectoria ha sido jalonada por restos de cristales.

Existe también una huella de arañazo sobre la carretera, en la parte izquierda externa de la huella de derrape, lo que indica que el vehículo B, al ser violentamente desplazado, se ha inclinado sobre dicho lado hasta rozar el suelo con su carrocería.

3. *Estudio de los vehículos.* Sobre el vehículo A se aprecian unas deformaciones en la parte delantera derecha, siendo la dirección del choque de alante atrás y de izquierda a derecha (figura 23.VIII). En el vehículo B se establece la colisión detrás del centro de gravedad, en la parte derecha trasera. En los bajos del lado trasero izquierdo aparecen unos arañazos, que corresponden a los que antes nos habíamos referido, y que aparecen en el pavimento.

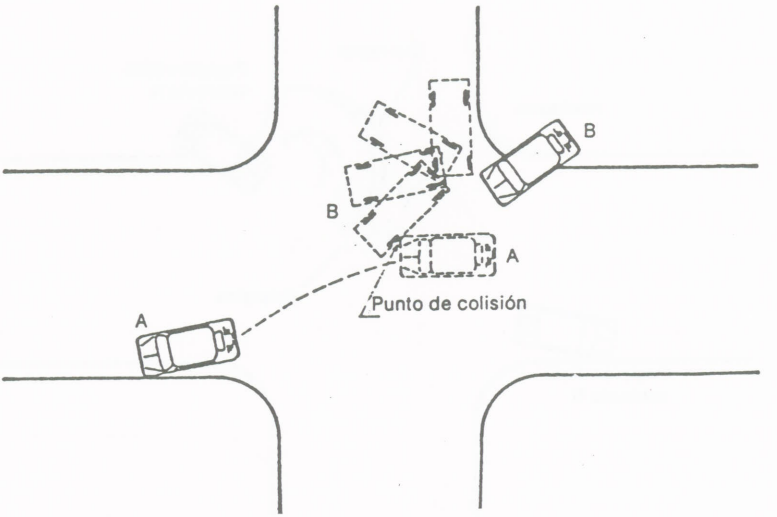


Fig. 3.VII.

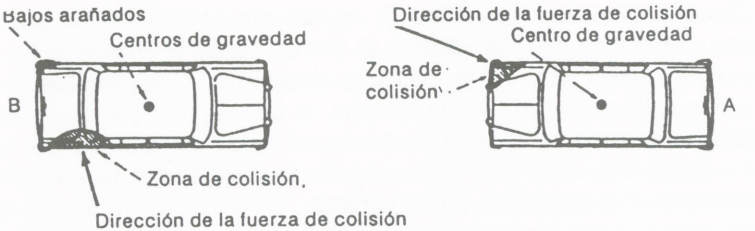


Fig. 3.VIII.

4.° *Determinación del punto y forma de colisión.* Con todos los datos ya examinados se establece exactamente la forma de la colisión y el punto de la misma (figura 23.IX). Esta determinación es fundamental, puesto que sobre ella se harán los estudios de velocidades y espacios recorridos.

5.° *Primera versión del accidente.* (Figura 23.X). El conductor del vehículo A manifiesta que iba a unos 35 kilómetros por hora, y vio venir al vehículo B a bastante velocidad, calculándola en unos 70 kilómetros por hora, cuando de repente giró a su izquierda, cruzándose en su camino, sin que pudiera hacer nada para evitarlo, y sin que frenara en ningún momento, por lo imprevisto de la maniobra. En este caso se traza una escala de distancias y velocidades, comprobándose que desde el punto de percepción el vehículo A, marchando a la velocidad indicada, no habría llegado a 9 décimas de segundo nada más que hasta la posi-

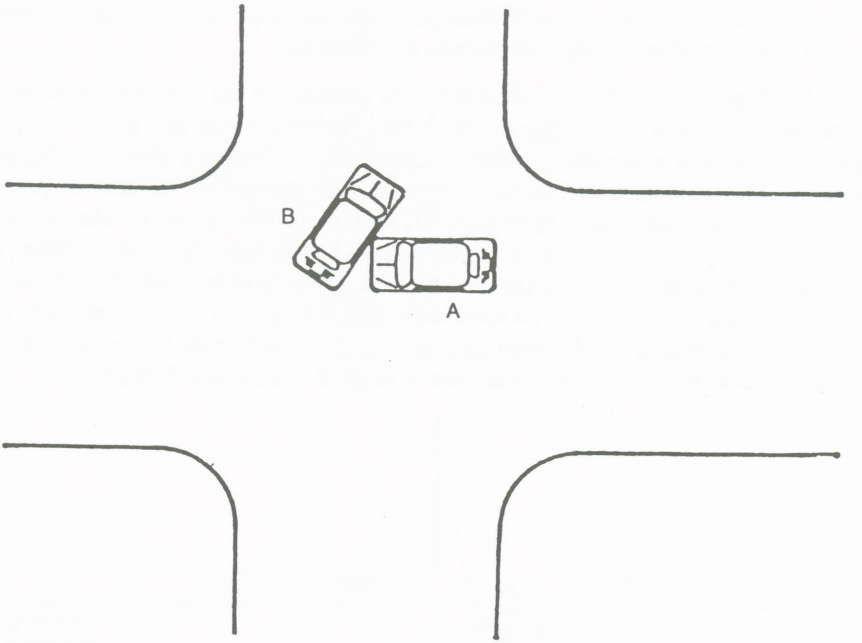


Fig. 23.IX.

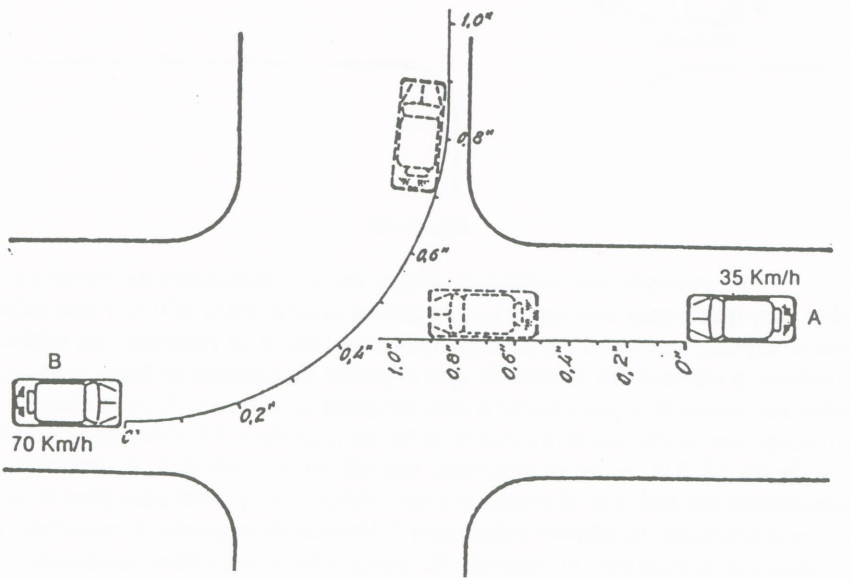


Fig. 23.X.

ción indicada, es decir, no se habría colocado en el punto de colisión, mientras que el vehículo B lo hubiera rebasado ampliamente.

6.° *Segunda versión del accidente.* El conductor del vehículo B invierte los términos anteriores y dice que él circulaba a 30 kilómetros por hora, y vio desde muy lejos al otro automóvil, creyendo que le daría tiempo a girar a su izquierda, pero que el otro automóvil debía ir muy deprisa, a unos 65 kilómetros por hora, por lo que le alcanzó. En la figura 23.XI, se han establecido las escalas de tiempos y distancias, apreciándose que el vehículo A no llega a la posición de colisión, mientras que el B tampoco la alcanza, si bien es cierto que la posición del punto de percepción del vehículo A se ha retrasado algo más que en el caso anterior, puesto que el giro se realiza mucho más lentamente. La posición de los vehículos en esta segunda versión es la correspondiente a la de 1 segundo y 7 décimas.

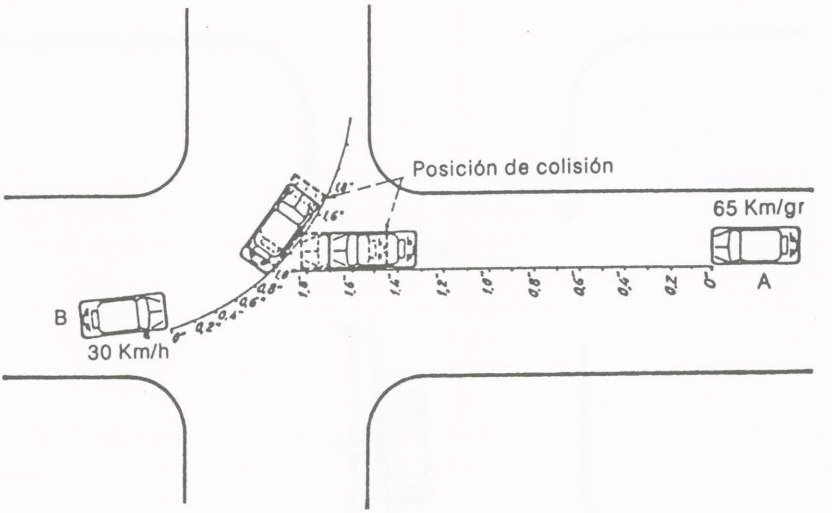


Fig. 23.XI.

7.° *Interpretación del accidente.* Vistas las dos posiciones extremas ya estudiadas, hay que lograr una tercera, que será la exacta. Para ello hay que calcular, sobre el supuesto anterior, que se aproxima mucho a la realidad, las posiciones definitivas, y claramente se aprecia que el punto de colisión se logra a los 1,9 segundos del punto 0, y para llegar a esta posición el vehículo A debe circular a 65 kilómetros por hora, mientras que el B ha de hacerlo a 35 kilómetros por hora. En la figura 23.XII, se ve el esquema, calculándose 5 décimas de segundo para la percepción del giro por el conductor del vehículo A, y 7 décimas para la correspondiente reacción, quedando solamente 7 décimas de segundo de recorrido antes de producirse la colisión. El vehículo B, aunque lleva velocidad moderada, ha girado a su izquierda cuando la distancia del vehículo A era notoriamente corta.

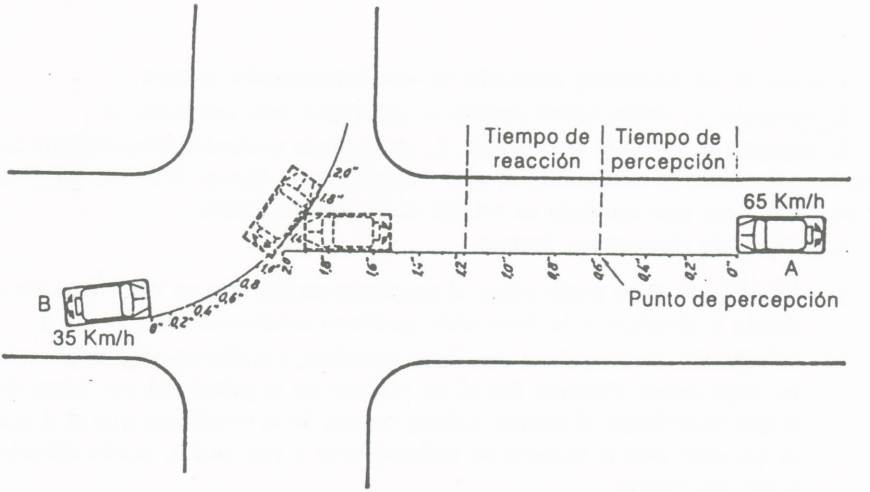


Fig. 23.XII.

8.° *Conclusión.* La conclusión a que se llega después de contemplar la figura 23.XII, es que el vehículo B giró a su izquierda sin respetar la preferencia que le correspondía al vehículo A, cuyo conductor no pudo apercibirse de la maniobra del B sino cuando la distancia era demasiado corta.

De esta forma aparece infringido el Código de la Circulación. En la reconstrucción del accidente se ha comprobado que el vehículo A, que marchaba en zona de velocidad libre a unos 65 kilómetros por hora, circulaba por su derecha y de manera normal. El vehículo B también circulaba por su derecha, a unos 35 kilómetros por hora de velocidad, marchando de esta forma dentro del Reglamento. Dado que el vehículo A iba a velocidad suficiente como para recorrer la distancia que le separaba hasta el cruce en un tiempo inferior al que podría emplear para la inmersión en la calle adyacente el vehículo B, el conductor de éste debió percatarse de que, en caso de girar, obligaría al otro automóvil, al menos, a un fuerte frenazo o a una brusca desviación, circunstancias todas ellas prohibidas por el Código de la Circulación. Por lo tanto, es de apreciar infracción de dicho precepto en el conductor del vehículo B.

Podía alegarse por este conductor que él hizo la correspondiente señal de aviso para indicar el giro a su izquierda, pero esta indicación, es solamente válida para los vehículos que circulan detrás de él, pero no rompe la subordinación que ha de tenerse a la forma de maniobra del vehículo que viene de frente.

Por último, no se aprecia infracción reglamentaria en el conductor del vehículo A, puesto que circulaba a la velocidad permitida, y protegido por el principio de confianza, ya que podía esperar del conductor B el cumplimiento de lo dispuesto por la norma.

C.

Trátase de un accidente acaecido en una intersección urbana.

El vehículo *A*, debía haber cedido la prioridad que ostentaba *B*.

El impacto se produjo de *B* hacia *A*, en la parte posterior izquierda de este y tras la embestida, *A* realizando el giro descrito en la figura 23.XIII, terminó en la posición final que también se refleja en la misma figura.

Las hipótesis planteadas fueron:

a) El vehículo *B* no pudo evitar el accidente puesto que su velocidad era adecuada y ajustada a la limitación genérica establecida (60 Km/h.).

b) El vehículo *B* circulaba a velocidad excesiva, y si ello no originó el accidente, cuya causa eficiente fue el no respeto de la prioridad por parte de *A*, sí que contribuyó al mismo habida cuenta de la confianza que el *A* acogió al apreciar que *B* todavía se hallaba lejos y por tanto, podía efectuar el cruce sin riesgo.

1.° *Datos.*

Huellas de deslizamiento producidas por *B*, la de la izquierda con una longitud de 20 metros, la de la derecha 16,50 metros. Ambas sufren una desviación que localiza inequívocamente el punto de colisión. Dicha desviación mide 3,50 metros en ambas huellas.

El vehículo *A* tenía un peso de 890 más tres ocupantes sumaba 1.115 kgs.

El *B* también con tres ocupantes, tenía un peso de 905 kgs, con un total de 1.130 kgs.

El desplazamiento que sufrió *A*, fue de 8,49 mts., medidos en el ángulo posterior izquierdo. El arco que trazó el vehículo fue aproximadamente de 59°.

El desplazamiento que sufrió *B* fue de 17,20 mts., desde el punto de colisión.

2.° *Cálculos.*

2.1. *Energía disipada por el vehículo A, desde el punto de colisión hasta su posición final.*

$E_1 = \mu \cdot m \cdot g \cdot d$

μ = coeficiente rozamiento
m =
d = medida del arco

$$E_1 = 0{,}7 \times 1.115 \times 9{,}8 \times \frac{2 \times \mu \times 7}{360^\circ} \times 59^\circ = 0{,}7 \times 1.115 \times 9{,}8 \times 7{,}208 =$$

$$= \underline{53.134 \text{ Julios}}$$

La velocidad que llevaba el vehículo desde el punto de impacto será:

$$V_A' = \sqrt{\frac{2 \gtrsim E_1}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 55.134}{1.115}} = 9{,}94 \text{ m/seg.} = \underline{35{,}8 \text{ Km/h.}}$$

2.2. *Energía disipada por el vehículo B desde su punto de colisión hasta su posición final.*

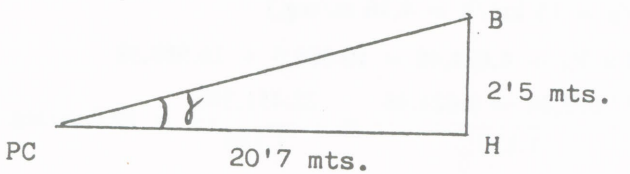
$$E_2 = 0{,}7 \times 1.130 \times 9{,}8 \times 17{,}20 \times 133{,}330 \text{ julios}$$

La velocidad de salida del impacto sería:

$$V_B' = \sqrt{\frac{2 \times 133{,}330}{1.130}} = 15{,}36 \text{ m/seg.} = \underline{55{,}30 \text{ Km/h}}$$

2.3. *Obtención de la velocidad de impacto del vehículo B, de acuerdo con el principio de conservación de la cantidad de movimiento.*

— Angulo de salida del vehículo $B\,(\gamma)$

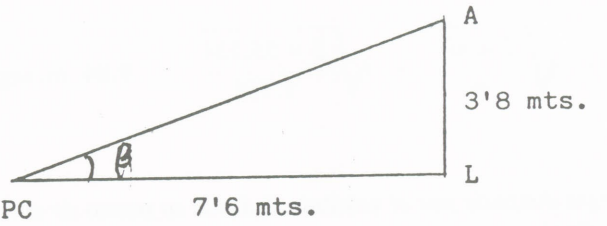


PC = punto de colisión.

B = posición final

$$\text{tg } \gamma = \frac{BH}{\overline{PC}\,H} = \frac{2{,}5}{20{,}7} = 0{,}12 \quad ,, \quad \underline{\gamma = 6{,}84°}$$

— Angulo de salida del vehículo $B\,(\beta)$



— $\text{tg}\ \beta = \dfrac{BL}{PC\ L} = \dfrac{3{,}8}{7{,}6} = 0{,}5 \qquad \underline{\beta = 26^\circ}$

— Angulo de entrada del vehículo $B\,(\alpha)$ (según fig. 23.14).
Aproximadamente $\alpha = 4^\circ$.

Obtenidos estos datos, conocemos que la suma del producto de las masas por las velocidades de los vehículos en el momento del impacto debe ser igual al producto de las masas por las velocidades de salida de los mismos vehículos. (Despreciando la energía de los desperfectos, que juega a favor del vehículo B), tenemos:

$$M_A \times V_A \times \cos 0^\circ + M_B \times V_B \times \cos 4^\circ =$$
$$= M_A \times V'_A \times \cos \beta + M_B \times V'_B \times \cos \gamma$$

$$1.130 \times V_A \times 1 + 115 \times V_B \times 0{,}997 =$$
$$= 1.130 \times 9{,}94 \times 0{,}898 + 115 \times 15{,}36 \times 0{,}992 \quad ,,$$
$$(V_B \simeq 15 \text{ km/h} = 4{,}16 \text{ m/seg.})$$

$$1.130 \times V_A + 4.624{,}48 = 10.086{,}5 + 16.989{,}38$$

$$V_A \frac{27.075{,}88 - 4.624{,}48}{1.130} = \frac{22.451{,}396}{1.130} = 19{,}8 \text{ m/seg.} =$$

$$= \underline{\textbf{70,56 Km/h.}}$$

2.4. *Velocidad del vehículo B momentos antes de iniciarse las huellas deslizamiento.*

— La energía perdida por el vehículo B en los 20 mts. marcado por la huella de frenado fue:

$$E = \mu \times m \times g \times d \times 0{,}7 \times 1.130 \times 9{,}8 \times 20 = \textbf{155.036 Julios}$$

La velocidad que «ha perdido» el vehículo en dicha deceleración ha sido:

$$\frac{1}{2} mv^2 = 155.036$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 155.036}{1.130}} = 16{,}56 \text{ m/seg.} = \mathbf{59{,}6\ Km/h.}$$

Dicha velocidad sumada a la hallada anteriormente nos da la de

$$59{,}6 + 70{,}56 = \underline{\mathbf{130{,}1\ Km/h.}}$$

2.5 Conclusiones

— La velocidad mínima que pudo llevar el vehículo *B* fue de **130 Km/h.**, y decimos mínima debido a que se ha desechado la energía empleada en los desperfectos.

— La distancia a la que se hallaba como mínimo el vehículo *B* cuando el *A* invadió el cruce fue:

- Recorrido frenada = 20 mts.
- Frenado sin marcar huellas, 5 mts.
- Tiempo de reacción (en el mejor de los casos) 0,5 seg. a 36,1 m/seg. (130 Km/h.) es igual a 18 mts.
  El total es de **43 mts.**

— Es necesario afirmar que la *hipótesis b)* planteada inicialmente en el estudio es la válida.

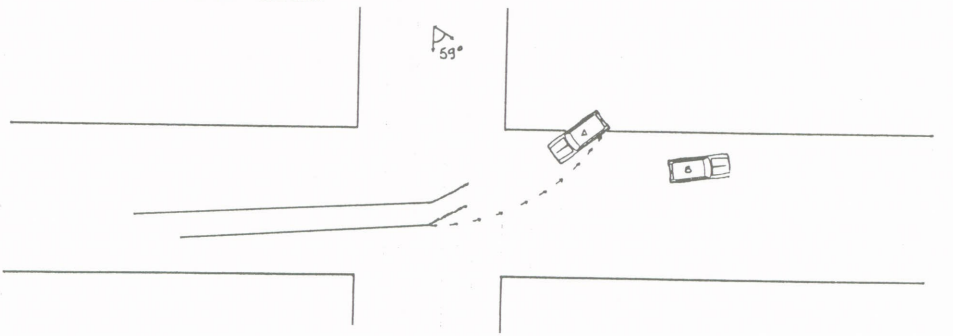


Fig. 23.XIII.

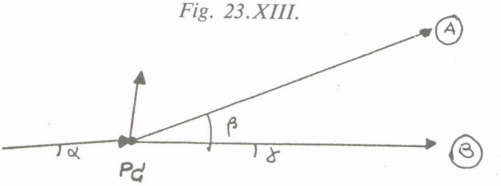


Fig. 23.XIV.



V.P. 1.500 Ptas.