

DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD
PÚBLICA, BROMATOLOGÍA, TOXICOLOGÍA Y MEDICINA
LEGAL

ESTUDIO MÉDICO LEGAL DE LOS CUADROS LESIVOS
EN LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

M^a DOLORES AROCA BERNABEU

UNIVERSITAT DE VALENCIA
Servei de Publicacions
2005

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 27 de Setembre de 2004 davant un tribunal format per:

- D. José Delfín Villalaín Blanco
- D. Rafael Hinojal Fonseca
- D. Aurelio Luna Maldonado
- D^a. M^a Teresa Criado del Ríó
- D^a. Marina S. Gisbert Grifo

Va ser dirigida per:
D. Eduardo Murcia Sáiz

©Copyright: Servei de Publicacions
M^a Dolores Aroca Bernabeú

Depòsit legal:

I.S.B.N.:84-370-6384-1

Edita: Universitat de València
Servei de Publicacions
C/ Artes Gráficas, 13 bajo
46010 València
Spain
Telèfon: 963864115

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA

**DEPARTAMENT DE MEDICINA PREVENTIVA I SALUT PÚBLICA,
BROMATOLOGÍA, TOXICOLOGÍA I MEDICINA LEGAL**

UNITAT DOCENT DE MEDICINA LEGAL

TESIS DOCTORAL

**ESTUDIO MEDICO LEGAL DE LOS CUADROS LESIVOS EN LOS
ACCIDENTES DE TRÁFICO**

Tesis doctoral presentada por MARIA DOLORES AROCA BERNABÉU

Dirigida por el Prof. Dr. D. EDUARDO MURCIA SÁIZ

VALENCIA, JUNIO DE 2004

VNIVERSITAT (U) VALÈNCIA (U)

Facultat de Medicina i Odontologia
Unitat Docent de Medicina Legal



Eduardo Murcia Sáiz, Profesor Titular de Universidad adscrito a la Unidad Docente de Medicina Legal del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Bromatología, Toxicología y Medicina Legal de la Universitat de València – Estudi General

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral titulada “Estudio médico-legal de los cuadros lesivos en los accidentes de tráfico” ha sido realizada bajo mi dirección por la licenciada Doña María Dolores Aroca Bernabeu y en ella se reflejan fielmente los datos y resultados obtenidos.

Una vez redactada ha sido revisada por mí y la encuentro conforme para que sea presentada ante el Tribunal que se designe en su día para aspirar al título de Doctor.

Y, para que conste, en cumplimiento de las disposiciones vigentes, expido el presente en Valencia a veinticuatro de junio de dos mil cuatro.

Eduardo Murcia Sáiz

Muestras de gratitud:

En primer lugar, quiero agradecer al Dr. Eduardo Murcia por haberme ayudado pacientemente en la realización de este trabajo y sin cuya ayuda hubiera sido imposible que hubiera visto la luz.

Al cabo Catalán por ayudarme en la recopilación de datos en el cuartel de la Guardia Civil así como a Dña. Begoña Giner por la gran colaboración prestada en el tratamiento estadístico. No quiero olvidarme de Vicente por su labor prestada en la transcripción del trabajo.

También mi gratitud al personal del Hospital La Fe que se brindó facilitándome la información necesaria y en especial al Dr. Melchor Hoyos por autorizarme a consultar los archivos médicos.

Al personal del I.M.L. de Valencia y más concretamente a la Dra. Pilar Molina y a la Dra. Cristina Presentación por su colaboración en la recogida de información que tan tediosa me resultó.

A mis compañeros de trabajo que me han posibilitado la realización de cambios de guardia a última hora para que pudiera dedicarme a esta tarea.

Quiero agradecer a mis hermanas el apoyo y cariño familiar con el que me han obsequiado a lo largo de estos años y en especial desde el nacimiento de mis sobrinos, estímulo fundamental para continuar luchando por un futuro mejor.

Por último, agradecer a mi marido su enorme paciencia y ofrecerle con este trabajo un pequeño homenaje por su extraordinaria labor profesional.

Dedicatoria:

A mis padres por su plena dedicación y enorme sacrificio.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Los accidentes de tráfico	2
1.1.1 Concepto	2
1.1.2 Frecuencia	9
1.1.3 Historia	13
1.1.4 Clasificación	18
1.1.5 Causas	36
1.2 Aspectos médico-legales de los accidentes de tráfico	39
1.2.1 Importancia médico-legal de los accidentes de tráfico	39
1.2.2 Valoración de los daños personales	40
1.2.2.1 La reparación del daño	40
1.2.2.2 Responsabilidad	41
1.2.2.3 Responsabilidad civil	42
1.2.2.4 Valoración del daño corporal en el derecho civil	52
1.2.2.5 El informe pericial	55
1.2.3 Lesiones en los accidentes de tráfico	63
1.2.3.1 Usuarios de vehículos	63
1.2.3.1.1 En general	63
1.2.3.1.2 Casos especiales	84
Mujer embarazada	84
Niños	87
Ancianos	92

1.2.3.2 Caso especial del atropello	95
1.2.4 Reconstrucción de los accidentes de tráfico	108
1.2.4.1 Aspectos periciales	111
1.2.4.2 Reconstrucción técnica del accidente	124
1.2.4.3 Crashworthiness y seguridad pasiva	139
1.2.5 Biomecánica de las lesiones por accidente de tráfico	146
1.2.5.1 Aspectos históricos	147
1.2.5.2 Bases de la biomecánica	150
1.2.5.3 Enfermedad traumática	151
1.2.5.4 Mecanismos de lesión	152
1.2.5.5 Factores determinantes de la lesividad	153
1.2.5.6 Mecanismos lesivos en accidentes de tráfico	154
<i>1.2.5.6.1</i> Accidentes de automóvil	155
Choque frontal	155
Choque lateral	157
Colisión por alcance	158
Vuelco	159
Atropello	159
<i>1.2.5.6.2</i> Accidentes de motocicleta y ciclomotor	161

1.2.6 Sistemas preventivos de las lesiones en los accidentes de tráfico.	164
1.2.6.1 Uso del casco	164
1.2.6.2 Cinturón de seguridad	169
1.2.6.3 Dispositivos de seguridad en niños	170
1.2.6.4 Air-bag	172
1.2.6.5 Sistema automático de aviso de choque	175
1.2.6.6 Uso de chaleco reflectante	177
2. MATERIAL Y MÉTODOS	178
2.1 Material	179
2.2 Método	200
3. RESULTADOS Y SU ANÁLISIS	203
3.1 Datos del lesionado	204
3.1.1 Edad	204
3.1.2 Sexo	206
3.1.3 Sexo y grupos de edad	209
3.1.4 Sexo y tipo de accidente	210
3.1.5 Grupos de edad y tipo de accidente	212
3.2 Características del accidente	213
3.2.1 Lugar	216
3.2.1.1 Clase de vía de tránsito	216
3.2.1.2 Configuración de la calzada	220
3.2.1.3 Tipo de intersección	222
3.2.2 Tiempo	225
3.2.2.1 Mes del accidente	225

3.2.2.2	Día de la semana	227
3.2.2.3	Jornada laboral	228
3.2.2.4	Hora del accidente	230
3.2.3	Vehículo implicado	231
3.2.3.1	Tipo de vehículo	231
3.2.3.2	Velocidad del vehículo	233
3.2.4	Circunstancias del accidente	235
3.2.4.1	Clase de accidente	235
3.2.4.2	Tipo de accidente y tipo de vehículo	236
3.2.4.3	Visibilidad	240
3.2.4.4	Peligro aparente	242
3.2.4.5	Elemento protector	246
3.3	Lesiones	249
3.3.1	Número de lesionados	249
3.3.2	Víctimas	249
3.3.3	Lugar que ocupaban	251
3.3.4	Naturaleza de las lesiones	253
3.3.4.1	Lesión y tipo de accidente	253
3.3.4.2	Lesión y tipo de vehículo	256
3.3.4.3	Lesión y situación en el vehículo	258
3.3.4.4	Lesión y accesorios de seguridad	261
3.3.5	Gravedad de los lesionados	265
3.3.5.1	Gravedad de las lesiones y tipo de accidente	267
3.3.5.2	Gravedad de las lesiones y tipo de vehículo	269

3.3.5.3 Gravedad de las lesiones y situación en el vehículo	272
3.3.5.4 Gravedad de las lesiones y elementos de seguridad	273
3.3.6 Localización de las lesiones por regiones anatómicas	275
3.3.6.1 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y tipo de accidente	277
3.3.6.2 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y accesorios de seguridad	281
3.3.6.3 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y situación en el vehículo	285
3.3.6.4 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y velocidad del vehículo	288
4. RESUMEN Y CONCLUSIONES	290
4.1 Resumen	291
4.2 Conclusiones	292
5. BIBLIOGRAFÍA	295

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO.

1.1.1 Concepto.

Cuando se habla de accidente de tráfico, en la mente de todos los oyentes aparece de forma automática la imagen de un accidente de tráfico terrestre. Aunque ocurren accidentes por vehículos aéreos y marítimos, los terrestres, son por desgracia, tan habituales, se podría decir cotidianos y cercanos a todas las

personas, que prácticamente el accidente de tráfico se reduce al terrestre y en concreto por automóviles y motocicletas.

La tercera acepción de accidente recogida en el diccionario de la Real Academia¹, dice: “suceso eventual o acción del que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas”. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, la O.M.S. definió en 1958 el accidente como un acontecimiento fortuito provocado por una fuerza externa que actúa rápidamente y que ocasiona un daño físico o mental.

Según Serigó se entiende por accidente de tránsito o tráfico el que se produce en el sistema hombre-vehículo originando víctimas solidarias al vehículo (conductor, pasajeros) o ajenas al mismo (peatones).

Al tratar este tema, las personas se dejan llevar por cierto fatalismo, dada la sensación de que se está ante un suceso imprevisible. Si se acepta esto sin ningún tipo de objeción, no tiene sentido el que se apliquen medidas preventivas. Pero lo cierto es que la puesta en marcha de este tipo de medidas ha contribuido en gran medida al descenso del número de accidentes de tráfico. Luego, no se trata de un hecho no previsible, sino que existen unos factores etiológicos que explican la accidentabilidad: fallos en los vehículos, condiciones de la ruta o la calzada, fallos humanos..., aunque en última instancia casi todos ellos dependen del conductor.

Los accidentes constituyen una de las etiologías médico-legales clásicas junto con el suicidio y el crimen. Pueden ocasionar la muerte o lesiones ya sean graves o leves que, a su vez, originan en muchas ocasiones secuelas invalidantes.

Entre los accidentes distinguimos los accidentes laborales o de trabajo, los accidentes de tráfico y los accidentes comunes que son aquellos que no se encuadran en las otras dos categorías.

Este trabajo se centra fundamentalmente, en los accidentes de tráfico y más concretamente en los terrestres por vehículos de motor.

Concepto de accidente de tráfico.

La Orden del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno de 18 de febrero de 1993, publicada en el B.O.E. nº 47 de 24 de febrero de 1993, que deroga la Orden de 13 de marzo de 1981, por la que se modifica la Estadística de accidentes de circulación. Considera que son objeto de esta estadística, los que reúnen las circunstancias siguientes:

1. Producirse o tener su origen, en una de las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motos y seguridad vial.
2. Resultar a consecuencia de los mismos: una o varias personas muertas o heridas, o se produzcan solo daños materiales.
3. Que al menos un vehículo en movimiento esté implicado.

Dentro de este último elemento, se considera que un vehículo está implicado en un accidente de circulación cuando concurren una o varias de las circunstancias detalladas a continuación:

- a. Que el vehículo entre en colisión con otro u otros vehículos, en movimiento, parados o estacionados; peatones, animales o con otro obstáculo.

- b. Sin haberse producido colisión, haber resultado, como consecuencia del accidente, muertos o heridos el conductor y/o algún pasajero del vehículo, o haberse ocasionado sólo daños materiales.
- c. Sin haberse producido colisión con el vehículo estar éste parado o estacionado en forma peligrosa, de modo que constituya uno de los factores del accidente.
- d. Sin haber sufrido el vehículo directamente las consecuencias del accidente, constituir el comportamiento del conductor o de alguno de los pasajeros uno de los factores que han provocado el mismo.
- e. Haber sido arrollado el conductor o un pasajero del vehículo por otro en el momento en que subía o descendía de él, en cuyo caso ambos vehículos se consideran implicados en el accidente.

Hay dos excepciones a la estadística de accidentes de circulación:

- 1. Haber sido arrollado el conductor o un pasajero de un vehículo por otro cuando ya se alejaba del primero, en cuyo caso sólo el vehículo que efectuó el atropello se considera vehículo implicado en el accidente y el atropellado, peatón.
- 2. Haber sido atropellado un peatón que irrumpe en la calzada oculto por un vehículo parado o en marcha, en cuyo caso este vehículo no se considera implicado en el accidente, a menos que se encuentre en alguna de las situaciones descritas en el apartado b.

A los efectos de esta estadística se considera como:

- Accidentes con víctimas: aquél en que una o varias personas resultan muertas o heridas.
- Accidente mortal: aquél en que una o varias personas resultan muertas dentro de las primeras veinticuatro horas.
- Accidente con sólo daños materiales: aquél en que no se han ocasionado ni muertos ni heridos.
- Víctima: toda persona que resulte muerta o herida como consecuencia de un accidente de circulación.
- Muerto: toda persona que, como consecuencia del accidente, fallezca en el acto o dentro de los treinta días siguientes.

El número de fallecidos durante las primeras veinticuatro horas se determinará mediante el seguimiento de todos los casos; el de los fallecidos dentro de los treinta días se determinará, hasta el momento en que esté plenamente garantizado el seguimiento real de todos los heridos durante ese período, aplicando a la cifra de muertos a veinticuatro horas el factor de corrección que se deduzca del seguimiento real de una muestra representativa de heridos graves que, al menos cada cuatro años, realizará la Dirección General de Tráfico, bajo la supervisión del Consejo Superior de Tráfico y Seguridad de la Circulación Vial. Estos factores de corrección se aplicaron por primera vez en el año 1993, y han sido revisados en dos ocasiones, aplicándose nuevos factores en el periodo 1997-2000 y de nuevo en 2001 para su aplicación hasta 2004, en cumplimiento de lo establecido en la mencionada Orden del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría de Gobierno.

- Herido: toda persona que no ha resultado muerta en un accidente de circulación, pero ha sufrido una o varias heridas graves o leves.
- Herido grave: toda persona herida en un accidente de circulación y cuyo estado precisa una hospitalización superior a veinticuatro horas.
- Herido leve: toda persona herida en un accidente de circulación al que no pueda aplicarse la definición de herido grave.
- Conductor: toda persona que, en las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, lleva la dirección de un vehículo, guía animales de tiro, carga o silla, o conduce un rebaño.
- Pasajero: toda persona que, sin ser conductor, se encuentra dentro o sobre un vehículo.
- Peatón: toda persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías y terrenos objeto de la legislación sobre tráfico.

Se consideran, asimismo, peatones quienes empujan o arrastran un coche de niño o de impedido o cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones, los que conducen a pie un ciclo o ciclomotor de dos ruedas y los impedidos que circulan al paso en una silla de dos ruedas, con o sin motor, así como las personas que circulan sobre patines u otros artefactos parecidos por las vías o terrenos descritos anteriormente.

Son igualmente peatones las personas que se encuentran reparando el motor, cambiando neumáticos o realizando otra operación similar.

Se puede concluir definiendo el accidente como “cualquier evento como resultado del cual el vehículo queda de manera anormal, dentro o fuera de la carretera, o produzca lesiones en las personas o daños a terceros”.

Del análisis de esta definición se puede deducir:

- A. Cualquier evento: comprende todas las circunstancias posibles ya sean de origen mecánico, ambiental, humano o físico.
- B. Como resultado del cual, el vehículo quede de manera anormal dentro o fuera de la carretera.
- C. O produzca lesiones en las personas o daños a terceros.

La sola presencia de lesiones en las personas o de daños a terceros implica la existencia del accidente.

El efecto de los accidentes de tráfico en España es especialmente importante, ya que nuestros indicadores son alarmantes en relación con otros países de nuestro entorno.

1.1.2 Frecuencia.

La frecuencia ² de los accidentes de tráfico terrestre ha alcanzado cifras impresionantes. Hoy día muere más gente de accidentes en vías públicas que a consecuencia de epidemias lo que llevó a Simonin a afirmar que el automóvil ha venido a reemplazar al microbio como agente de morbilidad y mortalidad.

La mecanización de los transportes ha causado más estragos en la vida y salud del género humano que todas las catástrofes juntas que han sucedido en el mundo.

El 20% de las personas que mueren entre los 15 y los 50 años son resultado de esta clase de accidentes.

Los modernos automóviles van provistos de medios de seguridad cada vez más perfeccionados sin embargo, aumenta sin cesar el número de accidentes de circulación y muertes por ello producidos.

En estudios por organismos como la Conferencia Europea de Ministros de Transportes o la O.M.S. puede estimarse que anualmente se producen 700.000 muertes y 20 millones de heridos por esta causa.

Cada 50 segundos el tráfico se cobra una víctima mortal, lo que significa 1.780 muertos diarios.

En nuestro país puede decirse que cada 5 minutos se está produciendo un accidente de tráfico, cada 10 minutos se registra un herido grave, y cada 80 minutos fallece una persona como consecuencia de un accidente de tránsito.

En España, la evolución en los accidentes de tráfico ha ido en función de la situación del parque automovilístico, totalmente destruído al finalizar la guerra civil, estacionario durante años y con despegue hacia su desarrollo en los años 60. A partir de la década de los años 70 y en la de los 80 se ha producido una relativa estabilización en el número de accidentes y víctimas aunque con tendencia a

incrementarse al ir creciendo el número de vehículos con un cierto envejecimiento de las unidades y un aumento en el uso de vehículo privado.

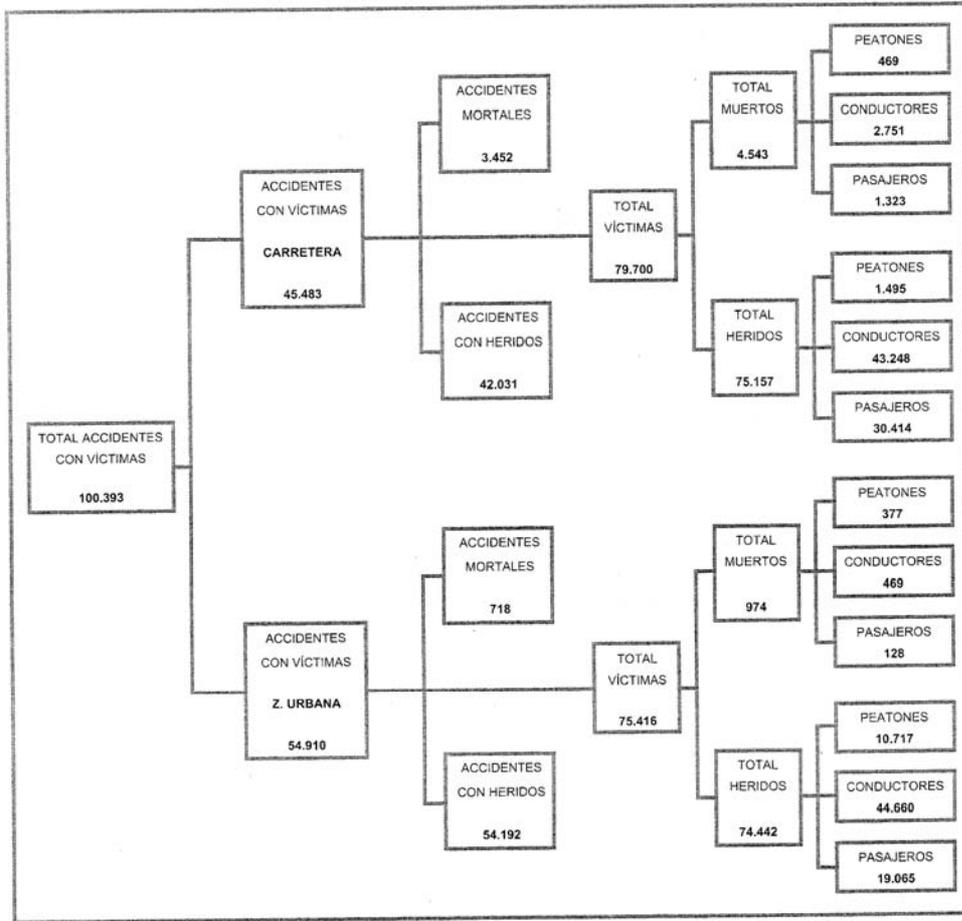
La siguiente tabla, se puede observar como ha aumentado el número de vehículos por 1.000 habitantes, así como el número de habitantes por turismo, estos datos pueden en parte explicar el incremento del número de accidentes.

Años	Parque por 1.000 habitantes	Habitantes por vehículo de turismo
1976	211	7
1977	224	6
1978	246	6
1979	266	5
1980	278	5
1981	283	5
1982	296	4
1983	308	4
1984	292	4
1985	303	4
1986	316	4
1987	337	4
1988	355	4

Años	Parque por 1.000 habitantes	Habitantes por vehículo de turismo
1989	380	3
1990	404	3,24
1991	424	3,11
1992	444	2,98
1993	455	2,91
1994	465	2,85
1995	480	2,76
1996	497	2,66
1997	515	2,57
1998	539	2,46
1999	564	2,36
2000	580	2,30
2001	600	2,23

Así de 1980 a 1989 el número de muertes se incrementó en un 43,1%, mientras que disminuyó en el conjunto de los países comunitarios en un 13%. De 1963 a 1988, la siniestralidad se incrementó en un 193%, la mortalidad en un 184,6% y la morbilidad en un 229,3%. En estos 25 años los accidentes de tráfico provocaron en nuestras carreteras y ciudades 146.870 muertes, resultando heridas 2.543.485 personas, de ellas 768.245 con lesiones graves.

En cifras absolutas, España es el segundo país de la Unión Europea en cuanto al número de muertes por esta causa, sólo superado por Francia y nuestro país comparte con Portugal y Grecia el triste privilegio de ser uno de los tres estados comunitarios donde son más frecuentes las muertes en proporción al número de vehículos y de kilómetros recorridos. De este modo, la siguiente tabla muestra la gran importancia de este tema y según datos del Anuario Estadístico General, durante el año 2001, en España se produjeron los siguientes accidentes:



En 1990 se rompió la tendencia alcista, tal vez debido a la apertura de nuevas autovías, a la entrada en vigor de la Ley de Seguridad Vial, a la mejora del parque automovilístico y a las campañas de prevención. Esta tendencia se mantuvo hasta 1996, descendiendo la mortalidad de la carretera de 1989 a 1996 en un 34,4%. De 1996 a 1998 la mortalidad se incrementa en un 7,3%.

Ya en el año 1950 William Haenszel observó que las tasas de mortalidad no daban suficiente importancia a las muertes ocurridas en edades tempranas y propuso un índice alternativo que tuviera en cuenta los años de vida potenciales perdidos con cada muerte. En el año 1977 Romeder y Mcwhinnie revisaron este concepto y proporcionaron un nuevo índice que valora las muertes ocurridas entre 1 y 70 años de edad.

Otro aspecto a tener en cuenta es que a partir de 1.993, los datos procedentes del Boletín Informativo de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior computan las muertes ocurridas en los 30 días siguientes a suceder el siniestro.

Son muchos los índices que suelen emplearse para manifestar el impacto de este problema. De todos ellos, se acepta que los más expresivos son el “índice de motorización”(número de vehículos por 1.000 habitantes) y el de “mortalidad” (número de muertos por millón de habitantes).

El Plan Nacional de Seguridad Vial para el año 1993, en sus resultados globales de la accidentabilidad registrada de 1979-1991 en España, comprueba la disminución del número de accidentes por 1.000 vehículos, pero no así por millón de personas que tienen los valores más altos en los tres últimos años.

1.1.3 Historia.

Ya lo dijo el filósofo inglés Roger Bacon, “llegará el día en que podrán construirse carros que se moverán rápidamente sin necesidad de la fuerza animal”.

Atrás queda la época en la que desplazarse de un país a otro constituía una expedición que duraba semanas, meses o incluso años. Si a finales del siglo XIX dar la vuelta al mundo en ochenta días parecía una proeza imposible, en la actualidad ha dejado de ser un sueño la conquista del espacio.

Las personas han perfeccionado los sistemas de transporte de forma que, de los carros de tracción animal de nuestros abuelos y las bicicletas, de las máquinas de vapor (ferrocarriles y barcos) y de los primeros aviones, se ha pasado a disfrutar de automóviles (cada vez más rápidos), trenes eléctricos de alta velocidad, lanchas ultrarrápidas e incluso naves espaciales.

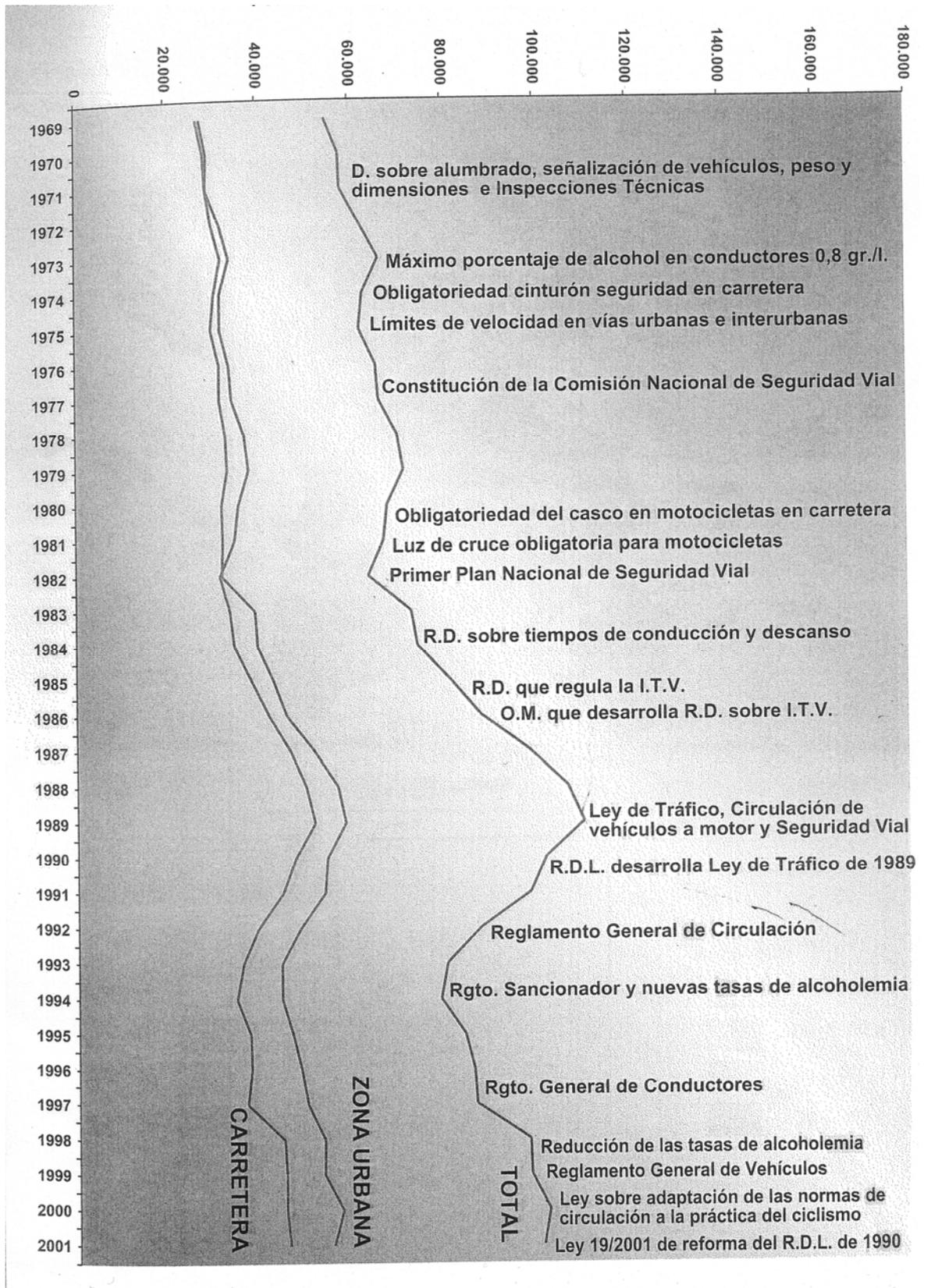
Todo este proceso debe mucho a Karl Benz, que en 1886 presentó en Berlín el primer coche propulsado por un motor de explosión. La tecnología ha permitido diseñar vehículos adaptados a las necesidades de cada sociedad. La disminución de su coste, ha contribuido a ponerlo al alcance de numerosas familias, dando lugar a un gran servicio para su desplazamiento así como su utilidad para el Servicio Público tanto en el transporte de viajeros como en el de mercancías. Y es obvio que en la actualidad el automóvil constituye el “claro símbolo de una forma y estilo de vida”. Se ha convertido en un instrumento indispensable en la vida moderna, pero la generalización del vehículo de motor ha influido en factores como la habitabilidad de las ciudades, la contaminación ambiental... y la posibilidad de sufrir un accidente de tráfico.

A partir de la década de los 70 y en la de los 80, se ha producido una relativa estabilización en el número de accidentes y de víctimas , aunque con una

mantenida tendencia a incrementarse al ir creciendo de modo sostenido el número de vehículos con un cierto envejecimiento de las unidades y un aumento en el uso que se hace del vehículo privado.

En el año 1980 se elaboró el primer plan nacional de Seguridad Vial y a partir de esa fecha se produjo una disminución en el número de accidentes de tráfico hasta el año 1983 en que se quebró esa tendencia.

En la siguiente tabla, se observa que la puesta en marcha del Primer Plan Nacional de Seguridad Vial así como la obligatoriedad del casco en motocicletas además de la luz de cruce obligatoria para motocicletas, lleva paralelo un descenso del número de accidentes. En el eje de ordenadas, se observa como disminuye el número de accidentados, mientras que en el eje de abscisas coincide con la puesta en marcha de las nuevas normativas.



Posteriormente, a partir de 1989 se evidencian sucesivos descensos. Sin embargo, el número de víctimas por accidente no se ha modificado, situándose en un valor próximo a 1.5 víctimas por accidente. Observando los datos, se manifiesta un ligero incremento del número de accidentes, víctimas, incapacidades, invalideces y un mayor coste sanitario y económico en general que constituye un gran problema de Salud Pública.

Más recientemente, durante el periodo 1990-1994 se registra un descenso firme y continuado del número de accidentes en carretera hasta el año 1995 en que nuevamente se rompe esta tendencia descendente.

Estos datos se muestran en la siguiente tabla. Si se observa el número de heridos que en 1990 ascendió a 139.224 en relación al año anterior, se produce un descenso y que continua hasta 1994. Posiblemente, la explicación pueda deberse a la puesta en marcha de una serie de medidas como la Ley de Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial así como su Reglamento junto con el de Circulación.

AÑOS	Bicicletas	Ciclo- motores	Moto- cicletas	Turismos	Camiones -3.501 Kg.	Camiones +3.500 Kg.	Autobu- ses	Otros	Total
1970	1.719	4.943	9.322	43.355	2.667	2.404	2.851	1.022	68.283
1975	1.124	7.272	5.707	52.070	3.862	1.990	2.667	656	75.348
1980	1.100	8.188	7.082	66.911	4.858	2.017	1.861	577	92.594
1985	2.217	12.100	10.873	75.628	5.452	1.668	1.482	859	110.279
1988	2.171	18.694	15.559	97.879	7.604	2.062	1.599	783	146.351
1989	2.302	20.223	17.460	99.580	7.894	2.231	1.525	458	151.673
1990	2.089	19.619	17.642	88.308	7.576	2.077	1.510	403	139.224
1991	1.903	19.502	18.159	82.119	7.332	1.974	1.347	422	132.758
1992	2.319	17.580	16.304	69.894	6.454	1.611	1.575	342	116.079
1993	2.666	14.442	13.501	64.409	5.966	1.615	1.350	348	104.297
1994	2.846	14.550	12.275	61.906	5.897	1.641	1.254	374	100.743
1995	2.828	16.813	12.234	66.670	6.499	1.773	1.280	410	108.507
1996	2.550	18.032	11.840	68.575	6.582	1.760	1.386	443	111.168
1997	2.527	20.425	11.779	67.286	6.564	1.841	1.555	493	112.470
1998	2.308	25.957	11.531	76.788	7.325	2.074	1.809	677	128.469
1999	2.134	28.139	10.830	77.578	7.551	2.190	1.577	679	130.678
2000	1.968	29.241	10.852	82.490	7.772	2.116	1.911	831	137.181
2001	2.037	26.404	10.747	85.923	7.455	2.141	1.947	733	137.387

Desde 1998 hasta 2001 la cifra de accidentes con víctimas ha presentado ligerísimas variaciones que en ningún caso han superado el 2%. En el año 2001 destacan la disminución en casi un 5% del número de accidentes mortales y el 3,5% de descenso que se observa en las cifras de muertos.

1.1.4 Clasificación.

Se han identificado tres tipos de factores que interaccionan en la situación del tráfico y que pueden provocar el accidente. Se trata de:

- Factores relativos al vehículo.
- Factores relativos al entorno.
- Factores relativos al propio conductor.

En el intento de reducir los accidentes se han empleado grandes cantidades de dinero por ejemplo, en mejorar el diseño de las vías, su estado de conservación, o los sistemas de tráfico, así como en mejorar los estándares de seguridad de los vehículos (cinturones de seguridad, air bag,...). Sin embargo ha habido una relativa desatención al factor humano.

A partir de los años setenta se empieza a tomar conciencia de este problema como una “epidemia”. Numerosos trabajos (Ross,1940; Clayron y Mckay, 1972; Treat, 1974; Fell, 1976; Joscelyn y Jones, 1977; Shinar, 1978) han enfatizado la importancia de lo que podría llamarse “factor humano” y lo identifican como la causa definitiva o probable en un 93% de los casos de accidente de tráfico como responsable del mismo.

Vamos a seguir el criterio de diversos autores de Medicina Legal y considerar los accidentes de tráfico en un sentido amplio, aunque prestando un mayor interés a los debidos por la utilización de los vehículos a motor:

- A. Clasificación de Bonnet.
- B. Clasificación Internacional de Enfermedades.
- C. Clasificación de Gisbert Calabuig.

A. Clasificación de Bonnet ³.

Los clasifica, de forma didáctica, en:

1. Medios de transporte con tracción a sangre:
 - Vehículos de paseo.
 - Vehículos de carga.
2. Medios de transporte a propulsión humana:
 - Bicicletas.
 - Triciclos.
3. Medios de transporte a propulsión motriz:
 - A. Terrestres.
 - 1) Livianos.
 - Bicicletas con motor.
 - Motoretas.
 - Motocicletas.
 - 2) Pesados.
 - Automóviles de pasajeros.
 - Camiones.
 - Autobuses.
 - Subterráneos.
 - Tranvías.
 - Ferrocarriles.
 - B. Aéreos.
 - Helicópteros.
 - Aviones a reacción.

–Dirigibles, globos libres o cautivos.

C. Acuáticos.

–Lanchas.

–Yates.

–Buques.

B Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y problemas relacionados con la Salud. CIE-10 ⁴ .

La O.M.S. dedica la sección XVII de la CIE-9 ⁵ a “Los envenenamientos, accidentes y violencia”.

Comprende una doble clasificación: conforme a la causa externa, simbolizada por la letra “E”, y a la naturaleza de la lesión, simbolizada por la letra “N”. Las dos clasificaciones son independientes y puede utilizarse una de las dos, o ambas. Cuando se las utilice simultáneamente para las tabulaciones por causas primarias, cada caso debe ser incluido en ambas listas, o sea, en los números E-800 a E-999 y N-800 a N-999.

Por ejemplo, una fractura de la base del cráneo en un motociclista, causada por colisión con otro vehículo de motor, se codificaría como E-812.2 y N-801

En la CIE los accidentes de tráfico se estructuran de la siguiente forma:

- I. Accidentes de ferrocarril (E-800 a E-807).
- II. Accidentes de vehículos a motor (E-810 a E-819).
- III. Accidentes de otros vehículos de carretera (E-826 a E-829).
- IV. Accidentes de transporte por agua (E-830 a E-838).
- V. Accidentes de transporte aéreo y espacial (E-840 a E-845).

VI. Accidentes de vehículos no clasificables en otra parte (E-846 a E-848).

Lo que nos interesa es la letra “E”, o referente a la causa externa y en ella incluimos tanto las lesiones recientes como, en categorías separadas, los efectos tardíos de los accidentes.

La clasificación comienza con una serie de definiciones y ejemplos relativos a lo que podríamos llamar accidentes de tráfico en sentido amplio y que vienen denominados como “accidentes de transporte” considerando como tales a cualquier accidente ocasionado por un mecanismo diseñado fundamentalmente, o usado primordialmente en el momento del accidente, para el traslado de personas o de mercancías de un lugar a otro y, por tanto, incluye los accidentes que involucren:

- Transporte por agua (E-830 a E-838).
- Vehículos de motor (E-810 a E-825).
- Ferrocarril (E-800 a E-807).
- Otros vehículos de carretera (E-826 a E-829).
- Naves espaciales y aeronaves (E-840 a E-848).

Esta definición excluye accidentes:

- En los deportes que precisan de transporte o remolque pero en donde el vehículo de transporte está involucrado en el accidente.
- Que puedan sufrir las personas de mantenimiento de un transporte que no esté en movimiento, a menos que hayan sido lesionadas por otro vehículo en movimiento.

- Ocurridos durante el transporte, pero no relacionados con los riesgos asociados a los medios de transporte (ejemplo, las lesiones sufridas durante una lucha a bordo de un barco).

Accidente de ferrocarril.

Es un accidente de transporte ocasionado por un tren u otro vehículo que funcione sobre carriles de vías férreas, esté o no esté en movimiento.

Excluye accidentes en:

- Casa de máquinas o plataforma giratoria.
- Talleres de reparación.
- Predios del ferrocarril, pero que no involucren un tren o vehículo de ferrocarril.

Un ferrocarril o tren es un mecanismo, con o sin coches empalmados a él, dedicado al tráfico sobre vías férreas.

Incluye: ferrocarril con cualquier tipo de energía, coche eléctrico, tranvía, tren eléctrico y otros vehículos destinados a circular sobre vías férreas.

Excluye, coches eléctricos interurbanos con especificación de hallarse operando sobre rieles que forman parte de una vía pública o de una carretera.

Vía férrea es una vía destinada al tráfico sobre rieles, usada por coches o vagones que transportan pasajeros o carga y por otro material rodante, que no está abierta a otra clase de tráfico público de vehículos.

Accidente de vehículo de motor.

Es cualquier accidente de vehículo de motor que ocurre en una vía pública. Se supone siempre que el accidente ha ocurrido en la vía pública a menos que se especifique otro lugar, excepto en los casos de accidentes de vehículos de motor de campo traviesa solamente, que son clasificados como accidentes no de tráfico a menos que se especifique lo contrario.

- Accidente de vehículo de motor no de tráfico, es cualquier accidente de vehículo de motor que ocurre en su totalidad en cualquier lugar que no sea una vía pública.

- Vía pública, de tráfico, calle o carretera: es la anchura completa entre líneas de propiedad (u otros límites semejantes) de todo lugar o camino, de la cual cualquier parte está abierta para uso público de vehículos como hecho de costumbre o derecho.

- Calzada: es aquella parte de la vía pública planeada, mejorada y corrientemente usada para el tráfico de vehículos.

Incluye: entradas a edificios públicos, estaciones y muelles.

Excluye: solares de estacionamiento y caminos en aeropuertos, canteras, rampas, granjas, minas, predios industriales, terrenos privados.

- Vehículo de motor: es cualquier transporte movido mecánica o electrónicamente, que no circula sobre rieles, y en el que cualquier persona o propiedad puede ser transportada o movida por una carretera. Cualesquiera objetos tales como remolques, deslizadores, trineos o vagones que sean remolcados por un vehículo de motor, son considerados parte del mismo.

Incluye: autobús, automóvil, bicicleta o patín motorizado, bomba de apagar incendios, camión, maquinaria agrícola movida por su propia fuerza, coche o tranvía que no opere sobre las vías férreas, motocicleta, trolebús.

Excluye: transportes usados solamente para mover personas o materiales dentro de un edificio o sus locales, tales como ascensores y montacargas, camiones eléctricos que se mueven dentro de una planta, equipajes o correo usados solamente en una estación de ferrocarril, grúas movidas sobre plataforma y vagón o carro para transporte del mineral en mina de carbón.

- Motocicleta: es un vehículo de motor de dos ruedas, que tiene uno o dos sillines para los pasajeros y a veces una tercera rueda para mantener un cochecillo lateral, y éste es considerado parte integrante de la motocicleta.

Incluye: bicicleta, patines y triciclos motorizados.

-Vehículos de motor de campo traviesa: es un vehículo de motor de diseño especial, capaz de rodar en terrenos escabrosos o planos.

Incluye: tanque de guerra, trineo a motor, vehículo anfibio en tierra o pantano.

-Conductor de vehículo de motor es el ocupante que lo hace funcionar o el que se propone hacerlo.

-Motociclista, es el conductor de una motocicleta.

-Pasajeros, los otros ocupantes autorizados de un vehículo de motor.

-Vehículo de pedal, es un vehículo de transporte por carretera movido solamente por medio de pedales.

Incluye: bicicleta, triciclo, velocípedo.

Excluye: bicicleta motorizada (motocicleta).

-Vehículo pedestre es un mecanismo movido por personas, en el cual un peatón puede desplazarse de una manera distinta a la marcha, o mediante el cual una persona que camina puede transportar un peatón.

Incluye: carretilla de mano, coche andador, coche cuna, coche deslizador para niños, esquí, patín sobre ruedas o hielo, silla de ruedas, etc.

-Peatón, es cualquier persona afectada por un accidente, que al tiempo de ocurrir el mismo no viaja dentro de, o en un vehículo de motor, un tren, un tranvía, un transporte de tracción animal u otro vehículo, o en una bicicleta o en un animal.

Incluye: persona a pie, cambiando las llantas a su coche, etc.

-Embarcación o transporte acuático, es cualquier mecanismo para el transporte de pasajeros o de mercancías por el agua.

-Embarcación pequeña, es cualquier embarcación que sea impulsada por remos, canaletes o un motor pequeño con capacidad de menos de diez pasajeros.

Incluye: balsa, barca de pesca, barquichuela, bote de SAI, bote de pequeño motor, lancha pequeña, etc.

Excluye, balsa anclada usada como plataforma de salto, gabarra, lancha salvavidas en uso después de abandonar el barco, lanchón, yate.

-Aeronave, es cualquier mecanismo para el transporte de pasajeros o de mercancías por el aire.

Incluye, aeroplano o avión, avión militar, bombardero, paracaídas dirigible, globo, planeador.

-Avión comercial o de transporte es un mecanismo destinado al transporte colectivo de pasajeros o de carga por aire, ya opere para líneas comerciales con fines lucrativos o para las autoridades gubernamentales.

Clasificación.

Vistas estas definiciones pasamos a enumerar los tipos de accidentes de tráfico recogidos en la CIE.

I. Accidente de ferrocarril:

- E800. Accidente de ferrocarril por colisión con material rodante.
- E801. Accidente de ferrocarril por colisión con otro objeto.
- E802. Accidente de ferrocarril por descarrilamiento sin colisión previa.
- E803. Accidente de ferrocarril por explosión, incendio o fuego.
- E804. Caída dentro de, sobre o desde un tren ferroviario.
- E805. Accidente por golpe causado por material rodante de ferrocarril.
- E806. Otro accidente especificado de ferrocarril.
- E807. Accidente de ferrocarril de naturaleza no especificada.

II. Accidentes de vehículos a motor.

- E810. Accidente de tráfico por colisión entre un vehículo de motor y un tren.
- E811. Accidente de tráfico por colisión entre un vehículo de motor que reingresa a la carretera y otro vehículo de motor.
- E812. Otro accidente de tráfico por colisión entre vehículos de motor.
- E813. Accidente de tráfico por colisión entre un vehículo de motor y otro tipo de vehículo.
- E814. Accidente de tráfico por colisión entre un vehículo de motor y un peatón.
- E815. Otro accidente de tráfico por colisión de vehículo de motor en carretera.

E816. Accidente de tráfico por pérdida de gobierno sobre un vehículo de motor, sin colisión en carretera.

E817. Accidente de tráfico sin colisión ocurrido al subir o al descender de un vehículo de motor.

E818. Otro accidente de tráfico de vehículo de motor, sin colisión.

E819. Accidente de tráfico de vehículo de motor, de naturaleza no especificada.

III. Accidentes de otros vehículos de carretera.

E826. Accidente de vehículo de pedal.

E827. Accidente de vehículo de tracción animal.

E828. Accidente causado por cabalgadura.

E829. Accidente de otro vehículo de carretera.

IV. Accidentes de transporte por agua.

E830. Accidente de embarcación que causa sumersión.

E831. Accidente de embarcación que causa otro tipo de lesión.

E832. Otra forma de sumersión o ahogamiento casuales en accidentes de transporte por agua.

E833. Caída desde escalera o escala en un transporte por agua.

E834. Otra caída desde un nivel a otro ocurrida en un transporte por agua.

E835. Otra caída y la no especificada ocurrida en un transporte por agua.

E836. Accidente de maquinaria ocurrido en un transporte por agua.

E837. Accidente por explosión, fuego o incendio, ocurrido en una embarcación.

E838. Otros accidentes y los no especificados ocurridos en el transporte de agua.

V. Accidentes de transporte aéreo y espacial.

E840. Accidente de aeronave motorizada durante el despegue o el aterrizaje.

E841. Otro accidente y el no especificado de aeronave motorizada.

E842. Accidente de aeronave no motorizada.

E843. Caída en, sobre o desde aeronave.

E844. Otros accidentes especificados del transporte aéreo.

E845. Accidente de nave espacial.

VI. Accidentes de vehículos no clasificables en otra parte.

E846. Accidente de vehículo motorizado que se usa únicamente dentro del edificio y terreno de un establecimiento industrial o comercial.

E847. Accidente de teleférico.

E848. Accidente de otros vehículos no clasificados en otra parte.

C Clasificación en función del tipo de vehículos ⁶ (Gisbert Calabuig).

- a. Terrestre.
- b. Aéreos
- c. Acuáticos

a. Terrestre

Los accidentes de tráfico terrestre se pueden clasificar desde dos puntos de vista: el etiológico (tipo de vehículo) y el fisiopatológico (tipo de accidente).

Según el tipo de vehículos:

1. De trayecto obligado.

Pertenecen a este grupo aquéllos que al deslizarse por raíles tienen ruedas metálicas con superficie de apoyo plana y provistas de una pestaña lateral. Como característica principal hay que señalar su gran masa y velocidad, así como el número elevado de ocupantes. Entre ellos se encuentran ferrocarriles y tranvías, cuya diferencia viene dada porque los primeros constituyen convoyes de varias unidades.

- Tranvías. Generalmente constan de una sola unidad, aunque a veces pueden llevar remolque o jardinera, que son de plataforma abierta. Están constituidos por una caja metálica que en su mitad superior se halla dividida por numerosas ventanillas. Los motores de tracción se localizan en la plataforma delantera y trasera, aunque sólo funciona el de la cabeza.
- Trenes y automotores. El descarrilamiento de éstos supone una notable gravedad, puesto que poseen mayor número de unidades, mayor velocidad (90-120 km./h) y masa (miles de toneladas) y mayor número de pasajeros.

La tracción depende de máquinas eléctricas, a gasoil o de vapor. El hecho de que las ventanillas tengan cristales inastillables de mayor margen de seguridad.

Los accidentes por estos vehículos son poco frecuentes, pero cuando se registra alguno, el número de víctimas es muy elevado. Las lesiones y la muerte se puede producir por un mecanismo traumático directo (los cuerpos chocan contra las paredes, salen despedidos, quedan aprisionados, etc.) o bien indirecto, por asfixia y carbonización, al originarse un incendio tras el impacto.

Aparte de las lesiones por descarrilamiento, puede darse el caso de lesiones individuales más o menos graves por imprudencias de los viajeros.

Los atropellos pueden revestir un carácter accidental, suicida u homicida. Este último es el menos frecuente y cuando se da suele ser un intento de simulación de suicidio, al colocar el cadáver sobre la vía.

2. De trayecto no obligado.

Se incluye en este grupo: bicicletas, ciclomotores y motocicletas, automóviles y vehículos de gran mole; también los vehículos de tracción animal.

- Bicicletas. Se caracterizan por su poca estabilidad, peso reducido y escasa velocidad.
- Motocicletas y ciclomotores. Son vehículos de poco peso, pero algunas motocicletas desarrollan velocidades considerables. Las víctimas suelen ser los ocupantes y las lesiones se producen principalmente por caídas, aunque también se registran casos de atropello a peatones y de atropello del motorista por otro vehículo.

La estabilidad de estos vehículos es pequeña, dado el poco peso y la estrecha superficie de apoyo, constituida por dos neumáticos, uno anterior y otro posterior. Se puede decir que, por orden, los mayores enemigos de los conductores de motocicletas y ciclomotores son: manchas de aceite en la calzada, el agua helada o

la nieve, los baches y las irregularidades del terreno, sobre todo cuando la zona por donde se circula tiene mala iluminación. Pero por encima de estas circunstancias, debe reinar la prudencia y el sentido común de los conductores, que determinan el respeto a las señales y medidas preventivas (empleo obligatorio del casco protector). Estos vehículos deben ir bien iluminados con el fin de que los conductores vean y sean vistos.

Las caídas pueden ser consecuencia de fallos en la máquina, como por ejemplo que se rompa la cadena que transmite la fuerza a la rueda posterior (donde se halla la tracción), que se pinche o reviente una rueda, etc. También se registran caídas y colisiones por deslumbramiento.

- Automóviles. Sus características pueden resumirse en: gran peso, gran velocidad de marcha y fácil maniobrabilidad.

El número de víctimas en los automóviles está en función del número de sus ocupantes, que generalmente son 4 ó 5 plazas. Es importante tener presente el lugar que ocupa la víctima en el automóvil, puesto que la peligrosidad varía en función del mismo. Así, el más peligroso es el asiento delantero a la derecha del conductor. Los situados en la parte trasera suelen salir mejor parados ante un choque frontal.

- Autovehículos de gran mole. El aumento del transporte de pasajeros y mercancías por carretera determina un número cada vez mayor de estos vehículos. Autocares, camiones y trailers añaden a las características de los automóviles un considerable aumento de masa y peso, además de una pérdida de capacidad de maniobra, por lo que son mucho más lesivos.

Según el tipo de accidente:

La naturaleza de los accidentes de tráfico terrestre es muy variada. Los principales, siguiendo la terminología del Instituto Nacional de Estadística, son los siguientes:

1. Choque con obstáculos.

Suelen darse cuando el conductor se duerme, se despista, cambia la cinta magnetofónica o compact disc, enciende un cigarrillo... o al intentar una maniobra brusca para evitar otro accidente, etc. Los obstáculos pueden ser barreras de contención, muros, casas, árboles, farolas, ganado, etc. El choque lo recibe el propio vehículo o sus ocupantes, al salir despedidos o apearse en marcha.

2. Colisión con otros vehículos.

Es frecuente por las causas descritas más arriba, por las imprudencias del conductor (adelantamientos en curvas sin visibilidad o en rasantes), por fallos mecánicos, etc. Los resultados lesivos dependen de los vehículos implicados, así, en una colisión frontal se suma la fuerza de inercia de ambos vehículos. La colisión también puede ser por detrás, o bien tangencial.

3. Vuelco.

El vuelco puede ser inmediato, en la misma vía pública, o tras caída por un desnivel al salirse el vehículo de la carretera, en cuyo caso las vueltas son numerosas y, de su número depende la cantidad y gravedad de lesiones producidas.

4. Precipitación.

La caída desde altura origina lesiones por choque y vuelco y, a veces, se sigue de incendio y, en ocasiones de inmersión.

5. Atropello.

Además del conductor y los pasajeros del vehículo, los peatones también pueden ser víctimas de accidente de tráfico. El mecanismo de producción de las lesiones puede ser el choque, la caída, el aplastamiento, o el arrastre.

6. Incendio.

Cualquiera de los mecanismos anteriores puede originar el incendio de la mezcla combustible del vehículo.

7. Sumersión.

Si un vehículo se sale de la carretera no es infrecuente que vaya a parar a un río, al mar, a un embalse, lago o una acequia. Todo conductor debería estar adiestrado para poner en práctica las maniobras adecuadas para salir con éxito de un vehículo sumergido, siempre y cuando otras lesiones no se lo impidan.

Los más frecuentes por orden numérico son: colisiones entre vehículos, atropellos y choques contra obstáculos.

b. Aéreos.

De forma similar a lo dicho para los accidentes de tráfico terrestre, los aéreos se pueden clasificar en función del tipo de vehículo y en función del mecanismo.

Según el tipo de vehículo:

1. Vehículos sin motor: ala delta, globo aéreo,...
2. Vehículos con motor: ultraligeros, avionetas, helicópteros, aviones comerciales, aviones de carga, aviones de bombardeo, reactores.

Según el tipo de accidente:

Los más frecuentes son:

1. Precipitación contra el suelo. Puede suceder tanto al despegar como al aterrizar o en pleno vuelo por fallos técnicos o humanos.
2. Explosión a bordo y subsiguiente precipitación. Un tipo especial de explosión es la que se da en algunos reactores; se trata de la desintegración.
3. Colisiones de aeronaves en vuelo.
4. Accidentes de descompresión, con dos secuelas: hipoxia y barotraumatismo.
5. Accidentes por falsas maniobras y fallo de los mecanismos de seguridad individuales: cinturones de seguridad o arneses.
6. Accidentes al abandonar la aeronave en vuelo: fallos del descenso en paracaídas o de la eyección automática.
7. Sumersión por caída al mar.
8. Incendio, con sus secuelas: intoxicación por monóxido de carbono, quemaduras y carbonización.

A los anteriores pueden añadirse los accidentes con el aparato en funcionamiento pero aún en el suelo, que pueden afectar al personal de servicio de tierra o a pasajeros imprudentes o a animales. Los más graves son debidos a las hélices de los aviones convencionales o a los rotores de helicópteros (decapitación, mutilaciones corporales más o menos extensas, amputaciones de extremidades). Con los turborreactores se ha descrito un grave accidente que consiste en la aspiración por el orificio de succión que arrastra brutalmente a la víctima y la proyecta contra las paredes de la cámara del reactor.

c. Acuáticos.

Siguiendo el mismo esquema aplicado con anterioridad, los accidentes en el medio acuático pueden clasificarse:

Según el vehículo:

1. Embarcaciones sin motor: veleros, barcos de remo, patines acuáticos, etc.
2. Embarcaciones con motor: lanchas, yates, motos acuáticas, etc.

Un caso especial son los esquís acuáticos que, aunque no llevan motor, necesitan una embarcación como sistema de tracción.

Según el tipo de accidente:

1. Atropello.
2. Explosión.
3. Colisión.
4. Incendio.
5. Vuelco.
6. Sumersión.

1.1.5 Causas.

Definido el concepto de tráfico y su frecuencia, debemos referirnos a las causas por las que se produce, ya que en todo siniestro concurren una o varias de ellas.

Baker dice que la causa de un accidente es cualquier comportamiento, condición, acto o negligencia sin el cual el accidente no se hubiera producido.

Las causas pueden dividirse en mediatas que dan lugar a una predisposición y las inmediatas que están directamente relacionadas con la producción del accidente.

Las causas mediatas de estos accidentes pueden ser atribuibles al vehículo, a la carretera, a los agentes atmosféricos, al conductor y a la víctima.

En relación al vehículo, se encuentran las averías mecánicas, originadas por el desgaste propio, como por fallos mecánicos debidos a escasas revisiones.

Respecto a las causas relacionadas con la carretera, se consideran los elementos pasivos como el estado del asfalto y los elementos activos (obras que entorpecen la circulación). No hay que olvidar que un trazado defectuoso o una mala visibilidad, pueden contribuir a la producción del accidente.

También deben considerarse los fenómenos atmosféricos que son causas mediatas ya que la lluvia, niebla o el hielo dificultan la visibilidad y alteran la adherencia del vehículo al asfalto facilitando la producción de accidentes.

Los factores mediatos que afectan al conductor son las alteraciones o estados de carácter somático o psíquico que afectan a la capacidad para conducir.

Montoro ⁷ diferencia varios grupos de fallos humanos causantes de accidentes:

1. Los errores que preceden al accidente: como los errores de reconocimiento e identificación; los errores de procesamiento y toma de decisiones o los relativos a la realización de la maniobra.
2. Los agentes directos diversos, destacando las causas físicas como la fatiga, cansancio; las causas psíquicas como la distracción, agresividad; estados psíquico físicos transitorios debido a depresión, estrés, ingesta de alcohol o fármacos, o por conductas como encender la radio, fumar o hablar por teléfono móvil, hecho a destacar causante de gran número de accidentes.
3. Los agentes inhibidores de la prudencia como la adaptación sensorial a la velocidad, subestimación de la velocidad, la sobreestimación de la propia habilidad del conductor, pensar que es una actividad poco peligrosa y la observación de modelos poco prudentes y temerarios en el cine y televisión.

Las causas que afectan a la víctima son en términos generales las mismas que al conductor denominándose, “factores humanos”.

En un cierto número de accidentes suelen coincidir causas de diverso origen. No obstante, de acuerdo con la mayoría de autores, que los factores humanos son responsables en un 80 a 95% de todos los accidentes de tráfico, unas veces en forma aislada y otras concurriendo con causas de diverso origen. Este porcentaje de participación del elemento humano en el desencadenamiento del accidente, puede verse incrementado si se considera al hombre responsable de fallos que presente el vehículo como un mal estado del sistema de frenado o el

desgaste de las ruedas o conducir a excesiva velocidad en situaciones de presencia de niebla o lluvia.

Los factores inmediatos del accidente son los mismos que los mediatos pero matizados la mayoría de ellas por el factor humano que como establece López Muñoz⁸ se define en una sola palabra : imprudencia.

La responsabilidad de la existencia de cada uno de los factores en la producción del accidente hay que buscarla en los diversos elementos que intervienen. Así, los habrá imputables al propio conductor, a la víctima, o a la Administración.

El estudio de las causas del accidente, la biomecánica en producción de las lesiones y la determinación de las responsabilidades forman la línea de investigación del presente trabajo.

1.2 Aspectos médico-legales de los accidentes de tráfico

1.2.1 Importancia médico-legal de los accidentes de tráfico

Según el Prof.Gisbert el estudio médico legal de los accidentes de tráfico terrestre, tiene un gran interés debido al:

1. Aumento de la circulación que conlleva un incremento paralelo del número de accidentes.
2. Amplia variedad de vehículos en uso que originan modalidades distintas de accidentes.
3. La modificación del cuadro lesivo del accidentado, tanto en lo relativo al tipo de lesiones como al modo de producirse éstas.
4. Las tendencias legislativas actuales en orden a la prevención y represión de tales accidentes, que han llevado a la mayor parte de los países a la creación del “delito de circulación” como nueva figura jurídica.

En España, el Código Penal español de 1.995⁹ dedica el Capítulo IV de su Título XVII a los Delitos contra la Seguridad del Tráfico en siete artículos (del 379 al 385) contempla distintas situaciones como la conducción bajo los efectos de diversas sustancias, la conducción temeraria o la utilización del vehículo de motor o del ciclomotor como un posible instrumento delictual. Es importante conocer que el código punitivo considera un delito de desobediencia grave la negativa de un conductor a someterse a controles con el fin de comprobar la existencia en su organismo de drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o bebidas alcohólicas.

1.2.2. Valoración de los daños personales

1.2.2.1 La reparación del daño.

Por medio de la reparación de los daños, la infracción jurídica originada recibe la sanción adecuada y se restablece el orden jurídico.

El Código Civil no contempla disposición alguna sobre la reparación de daños, a excepción de la genérica del artículo 1.902. La dificultad estriba en la restitución total al estado previo sobre todo en las lesiones corporales con secuelas.

En estos casos la reparación sólo se puede hacer con dinero, cuyo importe lo fija el Tribunal.

El Tribunal tanto civil como penal, goza de independencia para fijar las cantidades aunque debe fundamentar sus criterios al fijar las indemnizaciones. Hay que determinar los hechos de los que se deduce la existencia de menoscabo patrimonial, ya sea daño emergente, lucro cesante o disminución de la capacidad económica.

De entre los elementos a valorar destacan: cálculo del rendimiento económico del fallecido o del incapacitado durante el periodo de vida presumible (lucro cesante), gastos de curación y tratamiento, gastos de sepelio y funeral; cálculo del daño moral entre otros.

Del mismo modo pueden reclamarse los intereses de la indemnización desde la producción de los hechos hasta su satisfacción.

En relación al derecho de los herederos tras el fallecimiento del accidentado, se establece que tienen derecho a una indemnización por la muerte del familiar y de los gastos originados como entierro, funeral, daños morales, etc.

1.2.2.2 Responsabilidad

La adecuación de los textos legales se realiza con el fin de regular y solucionar los problemas planteados ante nuevas situaciones que se plantean en la actividad cotidiana.

Los accidentes de tráfico van más allá del problema médico planteado, originando problemas económicos y sociales que deben estar regulados por textos legales, adaptándose a nuevas situaciones.

De este modo, el mundo del derecho ha requerido múltiples modificaciones, en relación con los accidentes por tráfico rodado, adaptándose a las nuevas situaciones.

En relación a la responsabilidad jurídica, el mantener a los aseguradores voluntarios sujetos a la responsabilidad civil imposibilitándolos para actuar en el proceso penal, ha ido cambiando al considerar que la responsabilidad de los aseguradores va más allá de la originada por el contrato, ya que el hecho de conducir vehículos a motor implica la intervención de fuerzas no controlables, entrando por tanto de lleno en las conductas de riesgo. Por tanto, el asegurador entra a formar parte tanto de la vía civil como de la penal. Se ha pasado de una responsabilidad subjetiva a otra de riesgo.

El particular asegurado responde a la obligación de reparar las conductas culposas y será el asegurador el obligado a cubrir los riesgos que se generen por la obligación del asegurado de indemnizar a un tercero por daños y perjuicios causados por un hecho previsto en el contrato de cuyas consecuencias sea civilmente responsable el asegurado según derecho.

El origen del derecho del tercero frente al asegurador radica en el hecho ilícito del que deriva responsabilidad civil del causante del daño. El asegurador se

hace cargo de la deuda, que implica la liberación del asegurado frente al perjudicado.

El seguro obligatorio solo es aplicable en el supuesto de daños personales con exclusión de determinados perjudicados que a su vez es limitada cuantitativamente. Con objeto de cubrir en su totalidad los perjuicios ocasionados por el siniestro, surge el seguro voluntario.

1.2.2.3 Responsabilidad civil.

El derecho público regula la organización de la sociedad, las actividades del Estado y las relaciones entre el Estado y las personas.

El derecho privado es el conjunto de normas que regulan las relaciones de las personas entre sí con el fin de proteger los intereses particulares.

Dentro de él, el Derecho Civil es el que regula las relaciones privadas de los ciudadanos entre sí.

Uno de los derechos fundamentales es el de la integridad corporal que lleva la obligación de no hacer daño a los demás, si se incumple este derecho, surge la obligación de reparar el daño por la persona responsable.

Del deber de reparar se deriva el concepto de responsabilidad civil, cuyo fin es la compensación por el daño ocasionado y la restitución al estado anterior, quedando recogido en el Código Civil en el art.1.902 : “ el que por acción u omisión causa daño a otro, interviniendo culpa o negligencia, está obligado a reparar el daño causado”¹⁰.

En el art.1.089, establece los tipos de obligaciones de cuyo incumplimiento nace la responsabilidad civil.

El art.1.090 especifica las obligaciones que nacen de la Ley.

El art.1.091 establece que las obligaciones que nacen de los contratos y cuasi contratos dan lugar a la responsabilidad civil contractual.

El art.1.092 señala los actos u omisiones ilícitos que dan lugar a la responsabilidad civil delictual.

Y el art.1.093 recoge la culpa o negligencia como causa de responsabilidad civil extracontractual.

Responsabilidad Civil Contractual, derivada del incumplimiento de una obligación, de medios o resultados que se había contraído previamente, que da lugar a un daño. Además, se observa la Responsabilidad Civil Extracontractual, deriva del incumplimiento de obligaciones o deberes generales por ser persona, realizando una conducta causante de daño, interviniendo culpa o negligencia. Por tanto, se establece la obligación de reparar, no sólo por actos u omisiones propios sino también por los de las personas de las que somos responsables exceptuando si se comprueba la realización de una buena diligencia para prevenir el posible daño derivado de la acción.

Responsabilidad Civil Delictual: el art. 116 del Código Penal ¹¹ establece “que toda persona responsable criminalmente de un delito o falta, lo es también civilmente”. De ello se deduce que cuando se comete un delito o falta, derivan dos tipos de responsabilidades: una penal que es la sanción o multa, y otra civil, que es la obligación de reparar el daño causado.

Es importante destacar que este tipo de responsabilidad civil delictual se caracteriza porque no se extingue en los casos de eximente de responsabilidad criminal y puede originar una responsabilidad civil subsidiaria al no hacerse efectiva por el responsable directo si se declara insolvente. Hay casos en los que existen dos o más responsables pudiéndose establecer cuotas de participación;

además la obligación de reparar se transmite a los herederos del perjudicado, hecho que no sucede en el Derecho Civil.

En determinadas situaciones el Tribunal puede determinar que no hay responsabilidad penal y por esta vía no se puede solicitar la responsabilidad civil, debiendo solicitar por vía civil la reparación de los daños.

Elementos constitutivos de responsabilidad.

La jurisprudencia ha establecido los elementos que constituyen la Responsabilidad ¹²:

- a. El hecho dañoso.
- b. La existencia de un perjuicio o daño.
- c. Nexo de causalidad entre los anteriores.

El Tribunal Supremo, en una sentencia de 1987, establece 5 requisitos:

1. Una acción u omisión voluntaria, no intencional.
2. Una actuación negligente o reprochable, una falta de previsión que constituye el factor psicológico.
3. Una infracción del deber objetivo de cuidado, factor externo.
4. La realización de un daño.
5. Una relación de causalidad entre el proceder descuidado y negligente y el daño causado.

La Falta (culpa) o comportamiento dañoso se define como “la torpeza, la imprudencia, la falta de atención, la negligencia o la inobservancia en el comportamiento de nuestras obligaciones”.

Dependiendo del grado, se establecen 3 tipos:

- Falta leve, al realizar la acción no expresa la diligencia suficiente.
- Falta grave, cuando la acción se realiza con inatención, imprevisión e inobservancia de las normas exigibles y que se traducen en negligencia (es la falta por omisión, al no realizar las acciones que hubieran evitado el daño), la imprudencia (es la forma activa, al actuar sin adoptar la precaución adecuada para evitar el daño); e impericia (falta de conocimiento, experiencia o habilidad para ejercer una determinada acción).
- Falta gravísima, determinada por la ausencia de conocimientos fundamentales para desempeñar el hecho causante de la falta.

En relación con lo anterior, la culpa se define como la omisión de la diligencia debida, de la que se derivan efectos antijurídicos previsibles y evitables, se excluyen los previsibles e inevitables y los imprevisibles e inevitables.

El determinar la Responsabilidad Civil requerirá demostrar el hecho culposo, el daño producido y el nexo de causalidad, es decir, se aplicaba la “teoría de la culpa”, en base a la cual solo responde de los daños causados quien tiene la culpa, quien ha obrado mal o imprudentemente.

Este concepto de culpa ha ido evolucionando con el objeto de garantizar el resarcimiento al perjudicado aunque no exista culpa, sustituyendo este requisito por el de actividad arriesgada demostrando que adoptó todas las precauciones necesarias para evitar el daño. Considera el riesgo como el motivo que desencadena el daño sobre el que se centra el deber de responder, con independencia de la culpa, solo por haberlo ocasionado.

Una de las actividades más frecuentes que realizamos como generadora de riesgos es la conducción de vehículos de motor y por tanto, donde mayormente se ha desarrollado esta responsabilidad.

Con esta teoría del riesgo se obliga a reparar el daño ocasionado. Con el objeto de cubrir esta responsabilidad se han impuesto unas condiciones:

- el establecimiento del Seguro Obligatorio de Responsabilidad Civil para las actividades de riesgo con objeto de pagar la indemnización obligatoria por el asegurador y sin que tenga que responder con su patrimonio y que es sufragado por todos los que participan de la actividad mediante primas.
- la determinación de unos topes máximos de indemnización en los que se ha producido daño sin culpa.

El daño o perjuicio exige una serie de requisitos:

- Directo, debe derivarse del hecho causante.
- Cierto y acreditado, debe existir una relación directa entre el hecho responsable y el daño.
- Actual, en relación con el hecho responsable o con las secuelas provocadas.

Puede también estimarse el “daño futuro” que no ha aparecido pero se tiene la certeza de su aparición y por tanto, se puede evaluar y el “daño potencial o eventual” que solo se produce si se dan ciertas circunstancias y que no se indemniza pero si sucediera podría reclamarse.

- Propio, debe reclamarlo la propia víctima, pero en determinadas circunstancias lo pueden realizar familiares o terceras personas afectadas.

Cuando el daño se causa al ser humano entramos en el “Daño Corporal”. El daño o lesión no suponen lo mismo, se pueden analizar desde diversos puntos de vista:

1. Desde el punto de vista médico, el daño es un concepto que se corresponde con el de lesión o enfermedad. La O.M.S. lo define como “la pérdida o anormalidad en una estructura o función fisiológica, anatómica o psicológica”.
2. Desde el punto de vista jurídico, el derecho romano definía el *damnum* (daño) como cualquier pérdida o disminución de la persona.

Se establecen 2 tipos de daños:

- los relacionados con la destrucción o deterioro de cosas, son los materiales, de carácter patrimonial.
- los que se causan sobre la propia persona.

En seguridad vial, son coincidentes ambos tipos de daños, encuadrándose en el mismo tanto los patrimoniales como extrapatrimoniales.

Así, se clasifican los daños a la persona en ¹³:

- daños materiales, patrimoniales, que comprende los gastos ocasionados y la disminución de ganancia (art.1106 del Código Civil).
- daños morales, extrapatrimoniales y que se dividen en:
 - daños morales puros: que no tienen repercusión económica.
 - daños morales impropios (indirectamente económicos según el Tribunal Supremo) que al disminuir la actividad personal debilitan la capacidad de obtener riqueza.

La lesión desde el punto de vista jurídico, viene contemplada como tal en el Código Penal, en relación al delito de lesiones, que ha ido derivando hacia el criterio médico, considerando la gravedad de la lesión desde un criterio cronológico de curación hacia un concepto de menoscabo de la integridad corporal o la salud física o psíquica.

El Ministerio Fiscal, en su Circular número 2/1.990 de 5 de diciembre, define a la lesión como toda alteración del bienestar físico y mental.

Desde el punto de vista médico legal, los conceptos de daño y lesión quedan aunados en una nueva perspectiva fruto de la conjunción de las doctrinas jurídica y médica.

Así, ha sido definido de diversas maneras por destacados profesionales del campo médico legal:

Por lesión entendemos toda alteración anatómica o funcional del organismo, de carácter físico o psíquico, o bien, toda alteración de la integridad corporal, física o psíquica, como se puede deducir de las definiciones aportadas por la O.M.S., Gisbert (1991), Rodríguez Jouvencel (1991), García Andrade (1992), Pérez Pineda y García Blázquez (1996) y Gisbert- Murcia (1998).

El Profesor Gisbert, la define como “toda alteración anatómica o funcional del organismo de carácter físico o psíquico, o bien, toda alteración de la integridad corporal, física o psíquica”.

El Dr. Rodríguez Jouvencel como “cualquier alteración somática o psíquica que, de una forma u otra, perturbe, amenace o inquiete la salud de quien la sufre, o menoscabe la integridad personal del afectado ya en lo orgánico, ya en lo funcional”. Según este autor es suficiente cualquier merma en la integridad individual con independencia de sus repercusiones prácticas en uno o más campos de la actividad humana.

En su libro, la Profesora Criado del Río¹⁴, define el daño como “toda modificación peyorativa del bienestar de la persona, que puede producirse tanto con o sin alteración psicofísica o anatomofuncional” y como “toda disminución, deterioro o destrucción que sufre la persona con respecto a su estado anterior, tanto en sus bienes patrimoniales como extrapatrimoniales”.

Es importante distinguir el Daño del Perjuicio, pues aunque el Código Civil los define indistintamente (perjudicar es causar daño o menoscabo material o moral”), debe diferenciarse en el sentido de que el perjuicio es la consecuencia económica del daño, es decir, según García Barreiro es la ganancia lícita que deja de obtenerse o gastos que se ocasionan y que debe indemnizar.

Así, el daño a la persona debe ser valorado por el perito médico y el perjuicio económico del afectado debe ser evaluado por el Tribunal o la compañía de seguros.

La relación causa-efecto debe establecerse entre el hecho lesivo y el resultado dañoso es lo que se denomina Relación de Causalidad.

En la valoración de los daños corporales es el perito médico quien establece esta relación de causalidad médica, para que el Juez establezca el nexo jurídico.

En ocasiones existe una determinada causa responsable del daño pero en la mayoría no es la única y hay múltiples tipos de concausas:

1. Concausas preexistentes, anteriores al hecho dañoso (estado anterior), aquellas causas patológicas previas de la víctima que influyen en el resultado dañoso.
2. Concausas simultáneas, aquellas que coinciden en el tiempo con los hechos dañosos que influyen en el resultado.

3. Concausas posteriores, aquellas que influyen en el hecho lesivo una vez producido y antes de su estabilización.

Teóricamente se diferencia la causa (aquella necesaria y suficiente para producir el daño) de la concausa (necesaria pero no suficiente por sí sola).

En la práctica, se entiende por causa aquella relacionada directamente con el hecho lesivo y por concausas todas las demás circunscritas que pueden influir en el resultado dañoso. Según la Real Academia de la Lengua concausa se define, como “cosa que juntamente con otra, es causa de algún efecto”.

López Gómez y Gisbert Calabuig¹⁵, en 1962, las definían como “aquellos factores extraños al comportamiento del agente que se insertan en el proceso dinámico que es su consecuencia, de modo tal que el resultado último que se obtiene resulta diferente al que era de esperar dada la naturaleza y la entidad de dicho comportamiento”.

Criado del Río (1994), las define como “la concatenación de hechos y circunstancias ajenas a la conducta dañosa que pueden llegar a darse antes, durante y después de producirse el resultado dañoso, y que se encuentran interrelacionados con él modificándolo”.

Para que exista responsabilidad tiene que haber una relación de causalidad entre la falta cometida y el daño ocasionado. Esta causalidad es el proceso que conduce desde el hecho inicial a la situación actual que en el campo médico equivale al puente entre el acto médico y la situación patológica. Solo cuando se demuestre ese nexo se aceptará que la falta médica ha sido el origen del daño.

Es una relación que en muchas ocasiones ofrece dificultades para establecerla lo que ocasiona peritaciones médico legales delicadas y complejas aunque inexcusable debido a su trascendencia. Dificultades que tienen su origen en una circunstancia habitual y es el hecho de la pluralidad de las causas. Es

excepcional que en la producción del daño solo exista una causa. Lo frecuente es que concurran un conjunto de concausas.

Los criterios más utilizados para la valoración de las concausas son :

- El criterio de la causa próxima.
- El criterio de la equivalencia de las causas.
- El criterio de la causa adecuada.

Los dos primeros criterios son simples e inexactos, por el contrario, el criterio de la causa adecuada es el único aceptable en Medicina Legal.

La peritación médico legal acerca de la relación de causalidad ofrece dificultades para determinar entre las causas posibles, la causa adecuada. El perito debe alcanzar:

- Un conocimiento del objeto de la peritación.
- Un análisis de los hechos y sus consecuencias.
- Plantear el problema.
- Un razonamiento y un método médico legal riguroso.

El objeto es establecer un nexo de causalidad entre el hecho lesivo y los resultados. Toda peritación médica se divide al menos, en :

1. Estudio de los antecedentes del caso: personales, familiares, y tratamientos efectuados.
2. Naturaleza de los actos u omisiones a los que se atribuyen las lesiones.
3. Se plantea el problema tanto si el daño ha sido causado por la acción u omisión.
4. Valoración según las hipótesis.

5. Conclusiones que traten de establecer la relación de causalidad.

Una vez reunidos estos elementos de prueba, el perito establecerá las correlaciones existentes entre lesiones y sus constataciones. De ello deducirá la existencia o no de relación de causalidad alegada y que resuelva el problema médico legal.

Pero junto a las causas productoras del daño existen otras circunstancias modificadoras de la relación de causalidad y por tanto, con influencia en la Responsabilidad que son:

- el caso fortuito o la fuerza mayor es decir, la interferencia de una causa extraña no imputable al autor.
- la concurrencia de culpa de la víctima y/o de un tercero, que obligará a distribuir la parte que corresponde a cada uno de los intervinientes.
- El principio de participación de la víctima para disminuir el daño, por lo que su inadopción actúa como atenuante de la responsabilidad del autor.

1.2.2.4 Valoración del daño corporal en el derecho civil.

El Profesor Gisbert¹⁶ define el peritaje médico legal en valoración del daño corporal como “el conjunto de actuaciones periciales médicas para asesorar a la Justicia en materia de la valoración del daño siempre que haya una implicación médico-biológica”.

El concepto de daño a la persona ha ido evolucionando hacia la concepción de toda alteración en sentido peyorativo de la persona respecto a su estado anterior o que afecte a cualquier ámbito de su vida.

Pero la doctrina médico legal de la valoración del daño ha evolucionado, pudiendo ser dividida en varias etapas:

Primera etapa: encuadrada la valoración en la concepción del artículo 1.106 del Código Civil asimilándolo al daño patrimonial:

- Valor de la pérdida sufrida: daño emergente que comprende los gastos médicos y paramédicos ya sean actuales y futuros atendiendo a las secuelas.
- Valor de la ganancia dejada de obtener: lucro cesante, que comprende la disminución o anulación de la capacidad productiva y social que en conjunto, constituye el valor económico de la persona.

Toda persona normal por definición, es un sujeto válido y, como tal, pone una capacidad intrínseca para realizar cualquier actividad sea lucrativa o no. Esa capacidad tiene un valor jurídico y, en la medida que se vea afectada debe ser reparada, independientemente de que la realización de esa actividad se perciba o no una renta.

El perito médico mediante el estudio lesional y sus repercusiones, valorará la disminución de la capacidad para la realización de cualquier actividad. De esta manera, también se permite la reparación económica para aquellas personas que sufren una lesión y no realizan en ese momento ninguna actividad remunerada.

En una segunda etapa, conforme ha ido cambiando el concepto de daño a la persona, la valoración del mismo se amplía tanto a los aspectos patrimoniales como a los extrapatrimoniales. Un daño extrapatrimonial o moral se caracteriza por:

- no es económico.
- es subjetivo y por tanto, de difícil medida.
- y afecta a los derechos personalísimos de la persona.

Esta segunda etapa tiene dos fases, una que contempla los daños morales clásicos y otra que contempla el daño a la integridad psicofísica, funcional. Se basa en considerar el daño fisiológico como independiente, no patrimonial y base de todos los demás daños.

Se puede confeccionar el siguiente cuadro siguiendo a la Dra. Criado¹⁷ que comprende todos los daños indemnizables:

- a. Daño funcional: no económico y base de todos los demás.
- b. Daños económicos:
 - daño emergente: - gastos actuales.
 - gastos futuros.
 - lucro cesante: - incapacidad laboral temporal.
 - incapacidad laboral permanente (actual y futura).
 - incapacidad de otras actividades lucrativas (actual y futura).
- c. Daños no económicos:
 - daños morales clásicos: - quantum doloris.
 - daño estético.
 - daño sexual.
 - otros daños no económicos:
 - vida cotidiana (autonomía).
 - vida afectiva familiar.

- vida de relación (ocio, placer).
- vida escolar y de formación.

1.2.2.5 El Informe Pericial.

El derecho nació como una forma de ordenación de la convivencia humana y paralelamente la necesidad de designar personas que aplicasen la ley al problema surgido con el fin de restablecer la paz social.

Por otra parte, los jueces tienen como objetivo administrar justicia.

En el proceso, la fase de prueba es la que viene integrada por la actividad encaminada a convencer al juez de la veracidad de unos hechos.

La forma como se afronta esta etapa es distinta según el orden jurisdiccional en el que se desenvuelve el proceso; en el civil, las partes aportan las pruebas; y en el penal, es el Juez el que las ordena, bien directamente, o tras la petición de las partes y del Ministerio Fiscal.

La complejidad de algunos procesos y el deber inexcusable del Juez de resolver los asuntos que conozca son la base de la prueba de los peritos cuando para conocer algún hecho son necesarios conocimientos científicos, artísticos o prácticos.

En Varela Agrelo J.A., Devis Echandía¹⁸ define la peritación como una actividad procesal desarrollada en virtud de encargo judicial, por personas distintas de las partes del juicio, especialmente cualificadas por sus conocimientos técnicos, artísticos o científicos, mediante el cual se proporcionan al juez argumentos para llegar al conocimiento de determinados hechos y de ese modo dictar sentencia de forma justa.

Montero Aroca, define la prueba pericial como un medio de prueba en virtud del cual una persona con conocimientos técnicos, que el juez no tiene, pero ajena al proceso, los aporta al mismo para que el juez pueda valorar mejor la naturaleza de los hechos objeto de prueba.

En el proceso civil, la designación del perito es una cuestión de partes, que se encargan de aportar las pruebas y designar a los peritos, a excepción hecha de la diligencia para mejor proveer.

En el proceso penal, el juez como instructor de la causa, designa al profesional que le parezca más conveniente no pudiendo rechazar éste el encargo judicial.

Las condiciones para ser perito incluyen el de la capacidad, que viene dada por la posesión de los conocimientos técnicos de interés en el proceso, que en la pericia médica supone, al menos, ser licenciado en Medicina y Cirugía y poseer la licencia fiscal, la legitimación que deriva del nombramiento en forma legal sin que concurran causas de recusación y la aceptación del nombramiento ante el juez.

El perito es un experto en una rama del saber pero debe asesorar al juez con sus conocimientos en la reconstrucción de los hechos que se precisan. Como dice Piero Calamandrei, el perito integra las gafas del juez.

Marco Rossetti¹⁹, diferencia 2 tipos de peritos médico legales, el “perito perceptor”, al cual se le pide que describa un hecho o una situación patológica, la examine y luego informe; y el “perito deductor”, al cual se le pide que establezca si un determinado suceso se ha verificado de una determinada forma o momento, es decir, que establezca el nexo causal entre dos acontecimientos.

Cualquier intervención de un médico en el campo de evaluación del daño debe finalizar con la emisión de un informe escrito para valorar las consecuencias de un hecho lesivo sobre el individuo.

La peritación en el campo del daño corporal tiene lugar en diversos campos de la práctica judicial, y siguiendo al Prof. Gisbert²⁰, en:

- a. Peritaciones extrajudiciales: referidas a los seguros individuales (de accidentes, de vida), los seguros de responsabilidad civil derivados de accidentes de vehículos a motor o aquellos referidos a minusvalías que dan derecho a prestaciones y subsidios.
- b. Peritaciones judiciales, en los casos de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, delitos de lesiones y en la responsabilidad civil derivada de las lesiones.

Para que el perito médico pueda realizar correctamente el asesoramiento encomendado, debe poseer una suficiente base teórica en el aspecto encomendado. No es suficiente una formación médica; debe además tener conocimientos específicos en valoración del daño corporal, lo que significa una formación médica legal aplicada a esta materia.

El informe pericial debe reunir tanto cualidades de fondo como de forma. Debe proporcionar un informe válido para el juez, ya que como decía Ambrosio Paré, los jueces deciden según se les informe, pero también es necesaria una correcta presentación, un orden, un método, teniendo en cuenta que es lo que el Tribunal está interesado en conocer, y se debe redactar con estilo claro y conciso, utilizando un lenguaje sin excesivos tecnicismos médicos o aclarándolos ya que va dirigido a personas legas en estas materias.

En la elaboración del informe pericial se deben evitar tanto los “ruidos” como los “silencios”.

Por “silencios” entiende Rosetti:

- omitir en el informe circunstancias significativas en relación al objeto de estudio, como por ejemplo llegar a conclusiones sin establecer el sentido lógico.
- llegar a conclusiones no probadas, como fiarse de lo relatado por la víctima sin comprobar los hechos, o fiarse sólo del parte médico de cabecera, cuya realización no puede ser esmerada.

El silencio en el informe lleva a una insuficiencia de pruebas en orden al nexo causal.

Debe establecerse la relación de causalidad tras la comprobación de los criterios de causalidad médico legal, con los datos con los que cuente.

En ocasiones, el perito puede llegar a conclusiones por el juicio deductivo, tras analizar los elementos presuntivos, pero esos elementos deben ser concordantes.

Según Rosetti, los ruidos se refieren:

- al informe que desborda las cuestiones sometidas a la pericia afrontando cuestiones no necesarias.
- la emisión de afirmaciones jurídicas que invaden el campo judicial.

El juez es el único que plantea las preguntas al perito, debiendo evitar los formularios rígidos y las preguntas preestablecidas como las cuestiones que excedan de la materia médica.

El informe pericial, debe ser realizado con imparcialidad y honradez, atendiendo a la obligación adquirida al prestar juramento o promesa de desempeñar bien y fielmente el cargo. Quien como perito acude a asesorar a la Administración de Justicia debe hacerlo con plenitud de conocimientos y experiencias bajo el principio de lealtad, que es algo más que la simple obligación de decir la verdad, lo que, sin duda, es ya mucho (Ruiz Vadillo)²¹.

De forma esquemática, la estructura formal del informe pericial en valoración del daño corporal puede seguir el siguiente modelo:

- 1- Preámbulo. Contendrá los datos del perito, persona o autoridad que solicita el informe, el objeto del informe, las fechas y lugares de los exámenes realizados.
- 2- Antecedentes.
- 3- Con los antecedentes personales y familiares del lesionado, estado anterior, análisis de las lesiones y su evolución así como documentos de los datos anteriores e información del lesionado.
- 4- Estado actual. Tras su exploración, se acreditará el estado general de la persona explorada, mencionando signos y síntomas así como exploraciones complementarias realizadas tanto por el perito médico como otros especialistas.
- 5- Discusión o consideraciones médico legales. Constituye la síntesis de todos los datos recogidos, requieren claridad, simplicidad de estilo y razonamiento lógico, deductivo, capaz de atribuir a un

traumatismo los resultados obtenidos (relación de causalidad). Reflejará la influencia del estado anterior y expresará los resultados obtenidos.

6- Conclusiones. Estarán numeradas, serán claras, concisas y objetivas. Deben manifestar los siguientes puntos:

- duración de la incapacidad temporal fisiológica, que abarca actividades laborales y de la vida diaria.

- Duración de la incapacidad temporal laboral.

- Alta lesional que determina plazo de consolidación de las lesiones, marcado por la finalización de la terapéutica médica activa.

- Incapacidad permanente, diferenciando los tipos de daños residuales:

- Fijación objetiva de las secuelas anatómicas y funcionales.
- Daño estético.
- Daño moral o quantum doloris.
- Daño del bienestar o del ocio.
- Daño juvenil.
- Daño obstétrico.
- Daño de la vida afectiva y familiar.
- Daño de longevidad.

7- Fórmula final. La apreciación de la prueba por jueces y tribunales se hará según las reglas de la sana crítica, sin estar obligados a sujetarse al dictamen de los peritos.

El éxito del perito es transmitir la peritación que se solicita siendo consciente de que el juez desconoce la materia de la que solicita el informe, pero sí tiene sentido común.

Esta realidad del proceso puede no ser bien entendida por algún perito que presta su dictamen con la convicción de actuar correctamente y comprueba que el juez no ha considerado los términos que se consideraban en el mismo.

Esta libertad del juez es indispensable para solucionar situaciones si se presentan informes contradictorios, que llevarían a una imposibilidad de resolución del caso que se juzga.

Por esto, es conveniente que el perito conozca el resultado del juicio, para saber si se ha tenido en cuenta y mejorar su formación.

La importancia de las pericias médicas en las actuaciones judiciales y al nacimiento de una nueva categoría profesional en la Ley de Enjuiciamiento Criminal y se plasmó en la creación del Cuerpo Nacional de Médico Forenses.

Entre las funciones se encuentran el control periódico de lesionados y la valoración de los daños corporales y la investigación en el campo de la patología forense requeridos por juzgados, tribunales y fiscalías.

Del mismo modo, en la Ley de Enjuiciamiento Criminal, se establece que las partes, tanto el querellante como el procesado, tienen derecho a nombrar a su costa un perito.

En relación a la Ley de Responsabilidad y Seguro en la Circulación de Vehículos a Motor, está obligando a la realización de informes periciales de valoración del daño corporal como consecuencia de accidentes de tráfico, con un nuevo fin, determinar la cuantía a pagar por las Compañías Aseguradoras²². Según se establece en la Disposición Adicional de la Ley, en los daños causados a las personas con duración superior a tres meses o cuya cuantía no puede ser

determinada, el juez decidirá si es suficiente o debe ampliarse la cantidad determinada por el asegurador, previo informe del médico forense si fuera necesario, atendiendo a la cuantía aproximada que correspondiera con arreglo a los criterios y límites indemnizatorios fijados en el Anexo de la ley.

De este modo, se realizan informes periciales estimativos sobre el daño corporal antes de ser estable, debiendo asesorar al juez sobre la duración aproximada de consolidación de las lesiones en una fase inicial así como la posible presencia de secuelas.

1.2.3 Lesiones en los accidentes de tráfico.

1.2.3.1 Usuarios de los vehículos

1.2.3.1.1 En general

Del trabajo de Sánchez Serrano²³ sobre las lesiones que aparecen en los accidentes de tráfico según la región anatómica afectada se extraen los siguientes datos:

- Lesiones en la región cefálica.
 1. Lesiones craneoencefálicas.
 - fractura de cráneo.
 - conmoción cerebral.
 - contusiones y dislaceraciones cerebrales.
 2. Lesiones maxilofaciales.

En nuestro ambiente, y dejando al margen los accidentes en masa de tipo catastrófico, las dos circunstancias más frecuentes causantes de lesiones craneoencefálicas son, por orden de frecuencia, los accidentes de tráfico y los de trabajo.

Hasta el año 1995 se había producido un descenso de los accidentes con heridos y fallecidos, pero desde esa fecha hasta la actualidad esa tendencia ha cambiado ligeramente para dar paso a un aumento de la siniestralidad por accidentes de tráfico, el cual no ha sido demasiado acusado pero sí digno de tenerse en cuenta a fin de seguir alarmando a la sociedad. Estas lesiones van acompañadas de un aumento de la gravedad y más concretamente de las lesiones craneoencefálicas, que siguen siendo de una gran importancia.

Origen de las lesiones y secuelas.

La excesiva velocidad de los vehículos puede ser causa del gran número de T.C.E. que se producen, pero debido a los excelentes medios de transporte, la calidad de la asistencia de urgencia en la mayoría de los hospitales de nuestro país, así como los medios técnicos y humanos que disponen, se ha producido un gran avance en cuanto a los resultados del tratamiento y a la supervivencia del lesionado que antes fallecía.

Debido a estos factores, este tipo de enfermos, a pesar del buen tratamiento realizado suelen emplear mucho tiempo en curar y pueden sufrir secuelas neuropsicológicas que pueden suponer una discapacidad y/o invalidez; no sólo desde el punto de vista laboral, con la consiguiente repercusión económica y familiar, sino también en lo referente a las actividades de la vida de relación.

Estas situaciones se convierten en problemáticas en todos los casos, aunque con especial importancia en los casos de jóvenes menores de 25 años, que son los más expuestos, según las estadísticas debido a diversos factores que podemos resumir en:

- poca antigüedad desde la obtención del permiso de la licencia de conducción.
- conducción nocturna (fines de semana) bajo los efectos del alcohol.
- conducción temeraria (sobre todo en adolescentes).
- uso frecuente de los vehículos de dos ruedas.

A estas cuatro circunstancias que también se pueden dar en conductores de cualquier edad, hay que añadir otra serie de factores que contribuyen a la producción de accidentes de tráfico:

- Descuidos o despistes en la conducción.

- Somnolencia (atención a los fármacos y drogas de abuso).
- Falta de respeto a las señales de circulación.
- Imprudencias.

Lesiones craneoencefálicas²⁴.

A pesar de los avances en el diagnóstico, monitorización y tratamiento, el T.C.E. permanece como la primera causa de mortalidad e incapacidad en pacientes traumatizados y en especial entre la población menor de 40 años con el consiguiente coste sanitario, social y económico. En al menos el 42% de los politraumatismos, el T.C.E. contribuye al fallecimiento²⁵.

La incidencia de TCE presenta importantes diferencias entre los diferentes países (en España la incidencia es de 200 casos por 100.000 habitantes siendo la causa más frecuente de hospitalización entre los procesos neurológicos).

Paralelamente a las lesiones anteriores, no hay que olvidar las lesiones que se pueden producir en la vista, de este modo, Ingraham, refiere un caso de queratitis debida a quemadura por álcalis producida por air-bag, en este caso el ph lagrimal era 8,5 a 9,0 en ambos ojos; además, existían cicatrices corneales residuales pequeñas al mes del accidente²⁶. Este dispositivo se hincha al entrar en ignición por una chispa de nitrato sódico, desprendiéndose gas nitrógeno, cenizas y una pequeña cantidad de hidróxido sódico. Esos productos, probablemente fueron los responsables de las lesiones oculares descritas y de quemaduras faciales que sufrió el paciente.

La gravedad de una quemadura alcalina en el ojo depende de la duración de la exposición y de la concentración y ph del alcali. Estas sustancias penetran en los ojos más fácilmente que los ácidos y producen una lesión más extensa.

Rimmer y cols.²⁷ describen un caso de equimosis y edemas en párpado superior e inferior que produjo ptosis mecánica.

Por otra parte, los air-bag, reducirían la posibilidad de lesión cerebral en los accidentes de automóvil en un 25% ²⁸.

Estudios realizados por Roseblack y cols.²⁹, refieren que las muertes en accidente de tráfico se reduciría en un 6,5% si los coches llevasen air-bag, siempre que también lleven el cinturón de seguridad puesto. Por el contrario, los conductores que sólo llevan el air-bag, se incrementaría su riesgo de muerte en un 41% ³⁰.

En otro caso describe una ruptura coroidal tras el hinchado de este dispositivo de seguridad.

Para comprender lesiones en T.C.E. y faciales se dividen con fines didácticos las lesiones, aunque en el T.C.E. grave se asocian varios tipos de ellas.

Así se puede dividir:

1. Fracturas de cráneo.
 - 1.1. Linear sin hundimiento.
 - 1.2. Con hundimiento.
 - 1.3. De base de cráneo.
2. Fracturas de huesos faciales.
3. Lesión intracraneal:
 - 3.1. Focal:
 - Extraaxial: . Hematoma epidural.
 - . Hematoma subdural.

- Hemorragia intracerebral y contusiones.

3.2. Difusa:

- Conmoción.
- Lesión axonal difusa.

Fractura de cráneo.

El cráneo está formado por 22 huesos, 8 de los cuales son huesos propiamente craneales y 14 faciales.

La presencia de fracturas de la bóveda craneal aumenta la posibilidad de que se produzca un hematoma epidural o subdural. Las fracturas lineares se originan con más frecuencia en las zonas donde el cráneo es más fino y por tanto, donde hay menor resistencia y se supera la tolerancia elástica del hueso. Si el impacto es lo suficientemente intenso u ocurre en un área limitada se puede producir una fractura con hundimiento que conlleva mayor incidencia de lesión en cerebro y los senos duros. La extensión de una fractura de la bóveda craneal o la transmisión de las fuerzas de un impacto pueden dar lugar a una fractura basilar que se suelen producir en zonas paralelas al peñasco o al esfenoides en dirección hacia la silla turca y al surco etmoidal, que son zonas de mayor grosor óseo; así son más frecuentes en la porción petrosa del hueso temporal y en el ala menor del esfenoides; estas fracturas conllevan riesgo de lesión de los vasos y nervios que atraviesan el foramen de la base del cráneo y si atraviesan los senos paranasales o las celdas mastoideas puede resultar una fístula de líquido cefalorraquídeo.

Gennarelli empleando modelos de primates observó que la presencia de fractura craneal depende de las propiedades físicas del cráneo, del área de contacto del agente que impacta sobre el mismo y de la velocidad del impacto³¹. De este modo, pequeños objetos que golpean el cráneo con suficiente velocidad

tienden a producir fracturas con hundimiento mientras que impactos romos se asocian con fracturas lineares, con el riesgo de producirse un hematoma extradural y de base de cráneo. Por otra parte, la pérdida de conciencia no depende tanto de fenómenos de contacto sino de la aceleración a la que la cabeza se ve sometida; así las fracturas de cráneo sin pérdida de conciencia ocurren cuando la carga mecánica se realiza sobre un área pequeña del cráneo y la aceleración es mínima. No obstante, la presencia de amnesia postraumática prologada se asocia con mayor incidencia de fractura craneal. Estos factores biomecánicos explicarían cómo muchos T.C.E. severos ocurren sin fractura de cráneo asociada y cómo muchas fracturas de cráneo no se asocian con daño cerebral severo.

Nee y colaboradores³², estudian la relación entre la naturaleza de la fuerza aplicada al cráneo, la amnesia postraumática y la incidencia de fractura de cráneo en una larga serie de pacientes con T.C.E. leve y proponen basarse en estos parámetros biomecánicos, y no exclusivamente en signos clínicos. Así sugieren la realización de radiografía de cráneo en los siguientes casos: pérdida de conciencia, amnesia postraumática de más de 5 minutos de duración; contacto del cráneo con una superficie roma o un objeto pequeño contundente a una velocidad media o alta, así como en el caso de dificultad en obtener la historia en pacientes que han tomado drogas o alcohol.

Fractura de huesos faciales.

El esqueleto óseo facial se divide en tercios: superior, formado por el hueso frontal, medio formado por 14 huesos (maxilares, malares con el arco cigomático, nasales, lagrimales, palatinos, cornetes, vómer y etmoides que están unidos entre sí por las suturas faciales formando una auténtica unidad funcional y el tercio inferior formado por la mandíbula³³. Este conjunto óseo delimita una

serie de cavidades: órbitas, fosas nasales, senos paranasales y cavidad bucal asiento de importantes funciones (vista, olfacción, fonación, gusto, masticación y deglución) de ahí las potenciales alteraciones funcionales, además de estéticas de este tipo de fracturas.

Los cinturones de seguridad en vehículos fueron designados para mitigar las lesiones torácicas y de hecho su uso obligatorio ha reducido la incidencia de lesiones severas y fatales pero no ha reducido las lesiones craneofaciales, muchas en relación con impactos sobre el volante del conductor con cinturón de seguridad (algunos estudios sugieren que el volante en el sujeto con cinturón es responsable de la mitad de los traumas faciales en accidentes de tráfico. Tampoco la presencia de air bag en el volante supone la reducción en la incidencia de trauma facial pues el volante del vehículo puede producir un daño significativo a velocidades de impacto menores de las necesarias para desplegar el air bag.

Las investigaciones sobre la tolerancia de los huesos faciales al impacto comenzó en los años 60 por Huelke. Existen diferentes procedimientos para medir y cuantificar los efectos físicos de un impacto en la cara siendo algunos de ellos muy complejos, es el caso de cara construidas con sensores piezoeléctricos de presión. Las últimas investigaciones se refieren a modelos matemáticos que establezcan los mecanismos de lesión.

En los diferentes estudios revisados sobre la tolerancia de los huesos faciales al impacto se dan diferentes valores numéricos en términos de presión y fuerza máxima desarrollada en la región del impacto y en todos los estudios se ha llegado a la conclusión de que existe gran variabilidad individual. Se ha observado que la edad tiene relativamente poca repercusión en la resistencia de los huesos faciales al impacto, hay una resistencia un 20% menor en edades entre 70 y 80 años respecto a la tercera década, pero el sexo sí tiene significación, los

huesos faciales de la mujer tienen significativamente menor resistencia. La duración del impacto tiene un efecto directo sobre la fuerza requerida para fracturar el hueso; así se pueden tolerar fuerzas grandes si se aplican durante un corto periodo pero según se va incrementando la duración del impacto, la fuerza necesaria para romper el hueso es menor³⁴. La severidad de la fractura aumenta cuanto mayor es la velocidad de impacto pues supone una mayor fuerza pico desarrollada en el área del impacto. Así, con el aumento de la velocidad las fracturas iniciadas en la región zigomática se propagan a otras regiones tanto unilaterales como contralaterales (mandíbula y órbita). La fuerza aplicada a una estructura tiende a propagarse por la zona más compacta, que no es necesariamente el segmento con mayor resistencia o por el área que proporciona la mayor resistencia al desvío de esa fuerza. En un estudio llevado a cabo por Yoganandan observa menor trauma facial en volantes con absorción de energía respecto a los volantes convencionales a similares velocidades de impacto³⁵.

Las fracturas de los huesos faciales se dividen didácticamente en fracturas de tercio superior (principalmente fracturas frontales y etmoidales), inferior (mandíbula) y tercio medio que suponen siempre fractura del hueso maxilar.

En cuanto a las fracturas mandibulares es frecuente que ocurran en ambas ramas debido a la particular forma de este hueso (al ser simétrico la fuerza ejercida en uno de los lados se transmite al otro).

Otra zona frecuente son los cóndilos que es la parte más débil de la mandíbula justo debajo de la articulación temporomandibular. En el caso de los niños, las fracturas de cóndilo tienen peor pronóstico, pues el cóndilo es uno de los centros de crecimiento más importantes mandibulares pudiéndose producir micrognatias, laterodesviaciones o incluso anquilosis de dicha articulación³⁶.

La articulación temporomandibular consta de un menisco cartilaginoso entre sus superficies de contacto y por tanto, preparado para soportar una carga importante en actividades como masticar, etc., la lesión del menisco en fracturas mandibulares puede conllevar importantes alteraciones funcionales que han aumentado los casos de reclamaciones por disfunción de la articulación temporomandibular postraumática tras accidentes de tráfico.

Las fracturas del tercio medio de la cara fueron estudiadas por Rene Le Fort al comienzo del siglo XX y todavía se conserva la clasificación que realizó. Hay tres tipos, asociados a la fractura del maxilar indicando mayor fuerza del impacto y mayor repercusión funcional según se avance en la clasificación. En la fractura Le Fort I se separa el paladar del resto del cráneo, en la II el paladar superior y la nariz y en Le Fort III se separa el tercio medio de la cara del resto del cráneo (disyunción craneofacial) fracturándose también el hueso orbitario y el zigoma y el arco zigomático.

La mayoría de fracturas complejas y severas de la zona media de la cara son el resultado de accidentes de tráfico.

Aunque no tienen un coste social si se comparan con las fracturas pélvicas (discapacidad funcional) sí conllevan importantes discapacidades funcionales y cosméticas. En pocas áreas de cirugía plástica y maxilofacial han cambiado tan rápidamente como el tratamiento de fracturas faciales complejas^{37,38}.

Lesiones intracraneales.

- Focal
 - Extraaxiales.

La duramadre es una membrana fibrosa firmemente adherida a la cara interna del cráneo y la más externa y más gruesa de las meninges. En algunas zonas la duramadre se desdobra formando cuatro pliegues hacia el interior que contienen senos venosos que drenan en la vena yugular interna. Así, por fuerzas de aceleración, sin necesidad de golpe directo, se pueden romper estas venas dando lugar al hematoma subdural.

Los hematomas epidurales se originan a partir del desgarramiento de los vasos de la duramadre principalmente de la arteria meníngea media. En un 80% de los casos se relaciona con una fractura de cráneo lineal temporal o parietal que lacera la arteria meníngea como puede suceder en los accidentes de tráfico.

- Hemorragia intracerebral y contusiones.

Las contusiones son el tipo de lesión más frecuente en T.C.E., se encuentran en aproximadamente el 50% de los T.C.E. graves. Son lesiones primarias originadas en el momento del impacto a partir de fenómenos de:

- a. Contacto directo: la lesión se produce por golpe directo bajo el punto del impacto o por contragolpe en el lado opuesto al del impacto. El que se produzca una u otra depende de la dirección de la fuerza: impactos en la zona frontal generalmente dan lugar a lesiones en esa zona mientras que impactos en zona posterior y lateral pueden provocar lesiones por contragolpe³⁹. Las lesiones directas son consecuencia de fuerzas bien dinámicas o translacionales.
- b. Mecanismo indirecto: fenómenos de aceleración-desaceleración que provocan una fricción del córtex sobre la tabla interna (el contenido intracraneal es puesto en movimiento sin contacto físico directo de la cabeza con otro objeto).

c. Secundarias a una herniación cerebral.

Las contusiones cerebrales se sitúan a nivel de la corteza cerebral y suelen acompañarse de un componente de hemorragia subaracnoidea, se da en un 15-50% de los T.C.E. graves y es indicador de gravedad en el T.C.E. grave, con peor pronóstico vital y funcional respecto a la no presencia de hemorragia subaracnoidea.

La hemorragia intracerebral puede ocurrir en cualquier localización también por mecanismos directos e indirectos ya descritos anteriormente. La intraventricular e intracerebelosa se asocian a alta mortalidad.

- Difusa.

La conmoción cerebral y la lesional axonal difusa son lesiones difusas a diferencia de las lesiones focales anteriormente descritas donde había daño macroscópico en un área relativamente focal.

La conmoción se refiere a una pérdida transitoria de conciencia generalmente asociado a un corto período de amnesia, sin signos clínicos localizadores y sin alteraciones macro ni microscópicas cerebrales (algunos autores describen alteraciones bioquímicas y ultraestructurales como deplección mitocondrial de ATP e interrupción local de la barrera hematoencefálica. En las formas más leves de conmoción ni siquiera hay pérdida de conciencia, solo amnesia y confusión temporal.

Las lesiones difusas se producen típicamente por mecanismos de aceleración-desaceleración en que todo el contenido encefálico roto en el interior de la bóveda craneal⁴⁰. El mecanismo de pérdida de conciencia en la conmoción parece ser una disfunción electrofisiológica transitoria del sistema reticular

activador en la parte superior del mesencéfalo debido a la rotación de los hemisferios cerebrales sobre un tronco encefálico relativamente fijo. La mayoría de estas lesiones se producen por accidentes de tráfico que es cuando se producen fuerzas de aceleración duraderas a diferencia del T.C.E. por precipitación que se asocian con más frecuencia a hematoma extraaxial o intracerebral.

La aceleración que sufre el tejido cerebral puede ser lineal o rotacional siendo mayor el daño producido con esta última; también tienen mayor significación lesional los movimientos laterales de la cabeza respecto a los anteroposteriores.

Lesiones en la columna vertebral.

La lesión aguda de la médula espinal es una patología invalidante por definición de gran repercusión social y económica, que afectará a individuos jóvenes, en edades comprendidas entre 16 y 35 años⁴¹.

Socialmente representa un gran problema de tipo moral en las personas afectadas y sus familias, debido a los enormes y definitivos cambios en su entorno social, familiar y en la forma y estilo de vida, condicionados por el grado de incapacidad residual de la lesión.

Económicamente, además del enorme gasto sanitario y de recursos, representa una gran cantidad de dinero en indemnizaciones, pensiones y otros gastos más difíciles de cuantificar.

En nuestro medio, las lesiones son más frecuentes en jóvenes de 16 a 35 años con predominio del sexo masculino. La tasa de incidencia es de 20 nuevos casos cada año por cada millón de habitantes, más alta que en otros países como el Reino Unido que tienen una tasa de 10-15 por millón de habitantes al año.

Entre las causas más frecuentes se encuentran los accidentes de tráfico que ascienden al 50%, seguida del accidente laboral, el doméstico y los deportivos, y dentro de estos últimos, destacan los lanzamientos de cabeza en las piscinas.

Lesiones en la columna cervical.

- Lesiones por impacto directo sobre la cabeza (con fuerza transmitida directamente a la región cervical).
- Lesiones debidas a movimientos de flexión o extensión forzada sin impacto directo sobre la cabeza.

Una de las lesiones características de los accidentes de tráfico es el esguince cervical⁴², debido a su frecuencia y a la repercusión social y económica que conlleva este tipo de lesión. Un estudio realizado en un grupo de 29 pacientes con seguimiento a los seis meses en el que no existió asociación significativa estadísticamente entre la gravedad del choque y el cuadro lesivo a los seis meses. Las personas que no se percataron del choque inminente tuvieron una probabilidad mayor de sufrir síntomas persistentes y/o signos de esguince cervical en comparación con los que lo percibieron.

A los 6 meses, 10 pacientes (34%) se habían recuperado completa mente sin signos ni síntomas de esguince, mientras que 19 (66%) todavía tenían evidencia de lesión.

En el estudio, no hubo diferencia en la recuperación por sexo, ni por edad. Los pacientes que no se apercibieron del choque tuvieron 15 veces más probabilidad de tener una situación clínica alterada persistente que los que se dieron cuenta del peligro.

Otros autores, Parmart y Raynakers⁴³, refieren que en un grupo de 100 pacientes con esguince cervical tras colisión de automóviles por alcance, el 50% tenían dolor significativo a los 8 meses, que descendió al 22% a los 2 años y al 18% a los 3 años. A los 8 años, el 45% no referían dolor y el 14% tenían dolor significativo. Se observó que la posición en el asiento delantero, el desarrollo de dolor en las primeras 12 horas tras la lesión, así como un cuadro anterior de dolor cervical y alteraciones degenerativas en la radiología se asociaron con una duración más larga del dolor. Igualmente, el comienzo precoz del dolor también se asoció con una mayor intensidad y frecuencia de dolor a la revisión transcurridos 8 años desde el accidente.

La mayoría de estudios sobre lesiones por latigazo cervical, han demostrado una preponderancia en mujeres y se ha sugerido que los ocupantes del asiento delantero sufrirían más efectos que los conductores⁴⁴.

El estudio de esta patología tiene su origen en 1928, cuando el Dr. Harold E. Crow informó a la Asociación Ortopédica del Oeste en los E.E.U.U. de 8 casos de lesiones cervicales, resultantes de choques de automóvil, y utilizó el término “latigazo” por primera vez. Más tarde, del mismo autor (1963) escribía la utilización del término como “desafortunado” ya que pretendía que el término fuese una descripción del movimiento y no el nombre de una entidad patológica.

Para otros, el nombre es inaceptable si se aplica, tanto a una lesión como a un mecanismo lesivo, ya que la columna por su estructura no debe ser comparada a un látigo.

Estas lesiones por aceleración, en los tejidos blandos cervicales producen una patología a menudo persistente. En tres estudios separados, revisados por Macnab (1982), un 12% de pacientes que sufrieron “lesiones por extensión tras aceleración de columna cervical” tuvieron una afectación significativa que alteró su trabajo y calidad de vida durante años.

Partika (1983) refiere que la cifra esperada de lesión cervical producida por una fuerza de inercia tras algún tipo de choque es de más de 700.000 ocupantes de automóvil anualmente, según su análisis del sistema de muestra nacional de accidentes. Si el 12% de estos lesionados van a sufrir una afectación residual significativa durante años, significa que más de 80.000 ciudadanos estadounidenses resultarían afectados anualmente con secuelas de lesiones cervicales, denominadas incorrectamente “latigazos”.

En lo que se refiere a la patología específica que caracteriza “las lesiones por extensión-aceleración de la columna cervical”, Macnab refiere estudios de animales anestesiados, que incluyen primates en los que se encontraron desgarros musculares, fracturas de carillas articulares, separación parcial del disco intervertebral y otras lesiones más importantes. Hay que tener en cuenta que al igual que los cadáveres, los animales anestesiados apenas tienen tono muscular y se esperaría, que sufran lesiones peores de las que se producen sin anestesia.

Las lesiones por extensión-aceleración cervical, se suelen producir en ocupantes de automóvil en ausencia de mucho daño al vehículo en el cual viajan, y cerca del 10% de esas lesiones van a convertirse en un estado crónico derivado de lesiones con base patofisiológica, y que afecta a la columna cervical más baja a nivel C4-C7.

Lesiones en la columna dorsolumbar.

- Lesiones producidas en colisión. En caso de violenta hiperflexión del tronco hacia delante, se puede producir aplastamiento vertebral anterior y rotura de los ligamentos posteriores.
- Lesiones por el atropello. Lesiones variadas: fractura-luxación de la columna toraco-lumbar, contusiones variadas de la región sacra o bajolumbar, retrolistesis de las vértebras; además, la parte superior del tronco sufre secundariamente una hiperextensión por inercia.

Lesiones torácicas.

El traumatismo torácico incluye todo traumatismo sobre pulmones y caja torácica; así como sobre corazón, grandes vasos intratorácicos, y resto de

estructuras mediastínicas. Constituye la causa fundamental de muerte en un 25% de los traumatismos, y contribuye a la misma en otro 25-50%. La mortalidad oscila entre el 25-30% en la mayoría de las series. Muchas de estas muertes se producen tras la llegada del paciente al hospital, y podrían evitarse con un manejo rápido y adecuado de las lesiones que conllevan un compromiso vital potencial⁴⁵.

El traumatismo torácico está presente en un número importante de traumatizados, y constituye la causa fundamental de muerte en un 25% de los mismos.

En nuestro país, la causa fundamental de este trauma son los accidentes de tráfico, a mucha distancia del resto de etiologías como son las caídas, los accidentes deportivos o las agresiones. Esta distribución etiológica hace que la gran mayoría de los traumas torácicos atendidos en nuestro medio son cerrados, a diferencia de otros países como Estados Unidos, en que más del 40% de los mismos son penetrantes.

En los accidentes de tráfico, el mecanismo lesional suelen ser los choques frontales y laterales, existiendo mayor o menor probabilidad de un tipo de lesión u otra en función del mecanismo lesional y los sistemas de protección activa y pasiva de los automóviles afectados.

En la valoración inicial del paciente traumatizado hay que considerar la frecuente asociación de lesiones. Por otro lado, la ausencia de lesiones torácicas externas y/o fracturas costales, no excluye la existencia de lesiones intratorácicas que pueden comprometer la vida, hay que recordar que frecuentemente el primer signo de trauma torácico es la hipoxemia.

Las lesiones que podemos encontrar son:

- Contusión torácica.
- Compresión torácica.
- Fractura de costillas.
- Fractura de esternón.

Aparte de estas lesiones podemos encontrar otras que supongan un compromiso vital agudo. Entre ellas, se pueden señalar:

- Taponamiento cardiaco.
- Neumotórax simple.
- Neumotórax a tensión.
- Neumotórax abierto.
- Hemotórax.
- Hemotórax masivo.
- Volet costal/Contusión pulmonar.
- Rotura de vía aérea.
- Traumatismo esofágico.
- Traumatismo cardíaco.
- Traumatismo de grandes vasos.
- Lesiones diafragmáticas.

Lesiones abdominales.

- Lesiones de vísceras huecas, vasculares y de los mesos.
- Lesiones de vísceras macizas.

El traumatismo abdominal ocurre en aproximadamente el 20% de las lesiones que llegan a necesitar intervención quirúrgica. Los accidentes de automóvil son responsables del 60% de los traumas abdominales. En los últimos años el cinturón de seguridad ha sido efectivo en la prevención de lesiones mortales por impactos frontales⁴⁶.

Independientemente de la distinción realizada líneas atrás, podemos realizar otra clasificación, distinguiendo:

- Trauma abdominal cerrado:
 - Deceleración de alta energía.
 - Deceleración de baja energía.
- Trauma abdominal penetrante: arma de fuego, arma blanca, asta de toro o elementos del vehículo en los casos de accidentes de tráfico.

Los traumas cerrados en vehículos son debidos a deceleración que producen disrupción visceral por estallido o desgarros, impacto directo, o aumentos de presión bruscos con estallido de órganos huecos. Los órganos que con mayor facilidad se lesionan en los traumatismos cerrados son el hígado, el bazo y los riñones, aunque cada vez se detectan mayor número de perforaciones de víscera hueca.

Las lesiones por traumatismos abdominales penetrantes, son secundarias a la trayectoria del objeto penetrante o del proyectil. El tipo de lesión viene determinado por el tamaño de la víscera afectada y por la distancia de la puerta de entrada del traumatismo. El hígado, intestino delgado, colon y estómago son los involucrados habitualmente.

Lesiones en los miembros superiores.

- Fracturas en cadena. Dos tipos:

Fractura baby-car (por cizallamiento del codo del conductor de automóvil pequeño, asomado por la ventanilla, por falta de espacio y que recibe un golpe exterior). Se combinan las siguientes lesiones: fracturas de la parte media de la diáfisis humeral, fractura conminuta del olécranon, luxación del codo).

Fractura del húmero-olécranon.

Lesiones en los miembros inferiores.

- Lesiones en pelvis.

Otro cuadro que no hay que olvidar por su frecuencia e importancia son las hemorragias por fracturas pélvicas que es grave por su dificultad en el manejo. Los huesos de la pelvis como los músculos que les rodean están muy vascularizados. Las hemorragias arteriales y en ocasiones venosas por trauma pélvico pueden llegar a exanguinar al paciente.

Cuando la fractura pélvica es abierta la mortalidad puede pasar del 50%. La existencia de lesiones rectales y genitourinarias deben sospecharse en paciente con fractura de pelvis.

- Lesiones de la articulación coxofemoral.

Fractura luxación posterior.

Fractura luxación central.

- Lesiones en el fémur.

Fractura de cuello de fémur.

Fractura de la extremidad inferior del fémur.

- Lesiones en rodilla.

Fractura de rótula.

Fracturas en cadena (fractura de rótula, fractura de cuello femoral, fractura de luxación de cadera).

- Lesiones en la pierna y pie.

Fractura de los huesos de la pierna.

Traumatismo tibio-tarsiano.

Fracturas bimaleolares.

Fractura luxación tibiotarsiana.

Lesiones complejas de aponeurosis y mortaja.

1.2.3.1.2 Casos especiales

Traumatismos por accidente de automóvil en la mujer embarazada⁴⁷

Los traumatismos no penetrantes son por lo común consecuencia de accidentes de vehículos. La pared abdominal en la paciente grávida se distiende debido a su laxitud, no ofreciendo protección en este tipo de traumatismos. Los órganos sólidos se lesionan con mayor frecuencia que las huecas que son deformables y pueden amortiguar las fuerzas actuantes.

En las embarazadas y en las no grávidas, los órganos que se lesionan más frecuentemente en traumatismos no penetrantes, excluyendo el útero; son el bazo, riñón, intestino e hígado. A medida que el útero grávido se agranda, se torna más vulnerable. Es el órgano que con mayor frecuencia se lesiona por traumatismos severos del abdomen grávido sean penetrantes o no.

En la embarazada, la laxitud y distensión abdominal pueden enmascarar signos típicos de irritación peritoneal. Además, el útero agrandado al desplazar intestino y otros órganos puede dar signos variables.

Por otra parte, en un estudio realizado en Finlandia (entre los años 1990 y 1994), se ha podido apreciar que la principal causa de muerte materna y fetal no obstétrica son los traumatismos maternos; se calcula que su incidencia durante el embarazo complica el 6-7% de ellos; los accidentes contusos, incluidos los de tráfico, son los responsables de más de la mitad de los casos del estudio; que las colisiones frontales asociadas a menor velocidad presentan traumatismos menores y ausencia de efectos a corto o largo plazo, mientras que las colisiones a velocidad superior a 80 km/h determinan accidentes graves (incluyendo aquí dentro de las colisiones frontales recopiladas, un caso de fallecimiento de la mujer y su feto,

por rotura uterina y sección de la médula espinal a nivel cervical, y otros casos de fallecimiento del feto por desprendimiento placentario)⁴⁸.

Patrones lesionales.

Lesiones uterinas.

Los traumatismos no penetrantes pueden causar contusión, rotura o avulsión completa del útero grávido. En el primer trimestre, la pelvis ósea protege pero al aumentar de tamaño será más susceptible a las lesiones. En ocasiones, se produce rotura del útero donde actúan las fuerzas traumáticas directas o contragolpe.

Abruptio placentae.

La causa que conduce a la muerte del feto en los choques de automóviles es la muerte de la madre. Si ésta sobrevive a una lesión por desaceleración, la causa más frecuente de la muerte fetal es el desprendimiento de la placenta que suele suceder después del primer trimestre. Este mecanismo de “abruptio placentae” parece ser por rotura de vasos sanguíneos entre la placenta inelástica y el útero en expansión.

Fractura de pelvis.

Las lesiones laterales de pelvis pueden deformar el estrecho superior de la pelvis. Fuerzas que actúen en sentido anteroposterior pueden asociarse con deformidad del estrecho inferior de la pelvis por fracturas de las ramas isquiáticas y pubianas, pueden ocasionar lesiones rectales, vesicales y uretrales.

En el 10-25% de las fracturas de la pelvis hay lesión de las vías urinarias inferiores. Por lo común, la vejiga está en plenitud y comprimida entre el útero grávido, la pared abdominal y la sínfisis pubiana. Si no hay fractura de pelvis es

raro que estando vacía, se rompa. Las fracturas de las ramas pubianas son las que con mayor frecuencia ocasionan rotura vesical.

Lesiones fetales.

Las más comunes después de traumatismos maternos no penetrantes son fracturas de cráneo y hemorragia intracraneana con o sin fractura de cráneo. El cráneo fetal puede ser destrozado en lesiones que fracturan la pelvis materna en accidentes en los que la madre usaba cinturón de seguridad. La flexión del cuerpo de la madre sobre el cinturón o su hebilla y el promontorio sacro puede aplastar el cráneo que también puede provocar fracturas deprimidas del cráneo afectando a huesos parietales principalmente.

Lesiones por el cinturón de seguridad.

Se ha imputado a los cinturones de seguridad, el corte transversal del músculo recto, laceraciones mesentéricas, heridas y sección transversal del intestino, lesiones pancreáticas, esplénicas y desprendimiento placentario. Si el cinturón no se usa con una banda que afirme el hombro, la flexión anterior de la madre y la compresión uterina pueden dañar el útero. Sin embargo, los riesgos de estas lesiones no sobrepasan los riesgos de lesión materno-fetal cuando no se emplea el cinturón de seguridad.

Las consecuencias de la eyección de una madre o de su impacto sobre el volante, tablero o parabrisas origina lesiones cefálicas, torácicas y abdominales.

Los accidentes de circulación en la infancia⁴⁹.

La enfermedad accidental, el trauma pediátrico, es responsable del 52% de las muertes en la infancia y de secuelas físicas en un porcentaje elevado de los supervivientes así como de secuelas psíquicas de gravedad variable en todos los niños que han padecido un accidente⁵⁰.

La incidencia de los accidentes de tráfico en niños está determinada por la conducta de los adultos que no se preocupan, es más, niegan la fijación de sus hijos a los asientos o no atienden a la indicación de no llevarlos en los asientos delanteros.

El 52% de las muertes en la infancia se deben a accidentes y sus consecuencias. Le sigue en orden de frecuencia el cáncer infantil que representa el 10%.

En general, la muerte en los niños se produce de manera instantánea o a los pocos minutos por lesiones severas, o a los pocos días por deterioro progresivo del sistema nervioso central, siendo menor la incidencia de infecciones hospitalarias en la infancia. Esto se refleja en los datos del registro de trauma pediátrico que indican que un 65% de las muertes se producen en las primeras 48 horas y en general, por lesiones masivas y graves del S.N.C., así como alteraciones del contenido torácico e hígado.

Junto a la mayor vulnerabilidad de la población infantil (muy especialmente en los primeros meses de vida), hay que tener en cuenta lo que se ha denominado “punto de partida”, o lugar que ocupaba la víctima en el vehículo a raíz del accidente, así como su posición, y determinados errores de conducta, ligados a la forma en que algunos adultos suelen transportar a los niños,

permitiéndoles situaciones de riesgo, o que viajen sin disponer de adecuados medios de seguridad.

Especialmente dramática resulta la colisión del niño que viaja atrás, de rodillas sobre el asiento, mirando por la ventanilla trasera: su cuerpo es lanzado de espaldas contra el asiento delantero, donde se arquea con fuerte sacudida de la cabeza, vuelve a rebotar contra el asiento trasero y cae de espaldas al piso del vehículo; un niño viajando de pie sobre el asiento trasero es lanzado, en el momento de la colisión, por encima del asiento delantero, para estrellarse contra el tablero⁵¹.

En una encuesta de observación realizada en Francia (sobre una muestra de 3.448 niños), se obtuvieron las siguientes conclusiones⁵²:

Se constata, que la mayoría de los niños son instalados en los asientos traseros y que la postura de sentado es la más frecuente. No obstante, en los trayectos cortos, cerca de un 5 % de los niños van sentados en la parte delantera. En los largos trayectos más de un 25 % de los niños viajan acostados.

Un estudio más detallado de las combinaciones emplazamiento/postura muestra que en torno a un 25 % ocupa una posición inestable o potencialmente peligrosa en caso de choque⁵³.

La situación más desfavorable es la de los niños de 1 a 4 años. Se constata que los niños están más expuestos en los trayectos de corta duración que en los largos.

Uso de dispositivos de retención.

El principal resultado es el siguiente: entre los niños pasajeros de automóviles, menos de 1 sobre 10 es instalado con un dispositivo susceptible de asegurar su retención en caso de choque. La tasa global de retención indica que el uso de dispositivo de retención se limita a los niños de menos de 1 año (48 % van

retenidos) y que es extremadamente raro por encima de dicha edad. Además, los niños de 1 a 4 años están particularmente expuestos, ya que cerca de 1 sobre 3 viaja en una posición peligrosa o inestable. Los sistemas de retención más utilizados son las sillas especiales seguidas de dispositivos permitiendo el transporte del niño acostado, los cuales en la mitad de los casos no pueden desempeñar un verdadero papel de retención. No se ha observado ningún dispositivo tipo C (arnés) y los cinturones estándar son raramente empleados (salvo cuando el niño viaja en la parte delantera). Hay que señalar que las sillas están homologadas para niños menores de 4 años, y son esencialmente utilizadas por los más pequeños. De esta forma, no sólo los dispositivos de retención son muy poco utilizados, sino que además su empleo disminuye con la edad, y de hecho suelen reservarse para los menores de 1 año.

Los resultados de esta encuesta son:

- Menos de un niño sobre diez lleva instalados dispositivos de retención.
- Una cuarta parte de los niños viaja en posición peligrosa o inestable en caso de choque.
- Viajan en posición particularmente desfavorable (un tercio en posición peligrosa o inestable): los niños de uno a cuatro años; los niños en trayectos cortos.

Los autores de este mismo trabajo han constatado el porcentaje de sujetos teniendo la lesión citada, debidas a los accidentes de circulación en la infancia (con edades inferiores a los 10 años); se distribuían de la siguiente forma:

Cuadros lesivos.

De Haller y Buck⁵⁴ anotan las siguientes consideraciones: “en vasta mayoría las lesiones de la niñez, aproximadamente el 90%, se deben a traumas no

penetrantes. Operan en ellas las transferencias de energía debidas a las fuerzas compresivas, o bien, deceleraciones rápidas. En este tipo de traumas, el organismo del niño, por su constitución complaciente, puede absorber gran cantidad de energía, no obstante mostrar pocos signos externos de serio daño interno”.

“Los mecanismos traumáticos en el niño varían. Puede caerse sin sufrir mayores daños o sufrir lesiones múltiples en los accidentes automovilísticos, en calidad de pasajero. Se convierte en un proyectil y con frecuencia es lanzado del vehículo si no se encuentra amarrado”.

“En la época escolar dominan los traumas multisistémicos, por los accidentes peatonales-automovilísticos; al llegar a mediados de la adolescencia, la causa de los traumas no penetrantes se aproximan más al espectro del adulto”.

“La configuración corporal del niño y la elevada frecuencia de accidentes peatonales-automovilísticos arrojan un espectro lesional que difiere del que se observa en adultos. Las lesiones cefálicas de importancia ocurren cerca del 50% de estos niños”.

Lesiones cerebro-espinales.

En alrededor de un 50% de los niños que han sufrido traumatismos no penetrantes se encuentran lesiones cefálicas de importancia. En los niños ocurren las hemorragias epidurales y subdurales, pero la mayoría de las lesiones obedecen a contusiones, laceraciones y hematomas parenquimatosos multifocales. Estas lesiones pueden ser de la variedad “golpe” y “contragolpe” por la vulnerabilidad del cerebro del niño a las fuerzas de aceleración y desaceleración que comprimen el cerebro contra prominencias óseas y las paredes craneanas. Fuerzas de cizallamiento por rápidos cambios rotatorios pueden producir hemorragias parenquimatosas dentro del cerebro. Los niños pueden desarrollar apnea en el

período postraumático inmediato y sufrir daño hipóxico con poco testimonio de la lesión cerebral parenquimatosa.

En los traumas no penetrantes ocurren lesiones de columna. Los signos radiográficos de la lesión pueden estar apenas esbozados, dada la incompleta osificación del cuerpo vertebral, o bien, faltar del todo por la elasticidad de la columna y sus ligamentos de sostén, comparable con la médula. Además de las clásicas lesiones flexión y extensión vistas en el adulto, las fracturas pueden abarcar en los niños otras regiones de la columna.

Lesiones torácicas.

Los traumas torácicos no penetrantes son habituales en los niños. La pared torácica del niño es muy complaciente y permite que las estructuras intratorácicas reciban la fuerza impactante sin que exista lesión torácica externa. Se producen con frecuencia neumotórax a tensión o hemo-neumotórax. La pared torácica distensible facilita la contusión pulmonar y la hemorragia directa intrapulmonar. Con frecuencia se observan lesiones bronquiales y roturas diafragmáticas.

Lesiones abdominales.

Siguen siendo la causa más frecuente de muerte en el niño traumatizado. El diagnóstico de lesiones intraabdominales es de ordinario difícil debido a una historia inadecuada, pobreza de signos clínicos y tendencia a la aparición tardía de los signos. La lesión abdominal suele acompañarse de otras lesiones múltiples que interesan a la cabeza, el esqueleto y el tórax. Los órganos que resultan lesionados más comúnmente por traumas no penetrantes son el hígado y el bazo. En los traumatismos no penetrantes peatonales ocurren frecuentemente en el niño fracturas de la pelvis y lesiones del periné. Las contusiones renales o las extravasaciones urinarias leves a moderadas merecen una actitud expectante en

los niños. El tratamiento del niño con lesiones abdominales difiere mucho del adulto.

Traumatismos de las extremidades.

Las prioridades iniciales del tratamiento de los traumatismos en el niño son similares a las del adulto, pero en aquél se agrega una preocupación, que es la del continuo crecimiento óseo, que exige integridad en el cartílago de crecimiento. En el caso de fracturas cerradas o lesiones de los tejidos blandos, la sangre que se vierte alrededor del sitio de fractura en un hueso largo puede amenazar seriamente la vida del niño. Las lesiones neurovasculares y síndromes de compartimentos ocurren con cierta frecuencia en los niños, y han de ser evaluados con cuidado.

Las fracturas cercanas a la placa de crecimiento son de ordinario difíciles de diagnosticar, las fracturas de la placa de crecimiento exigen una mínima manipulación. En el esqueleto inmaduro del niño es común encontrar fracturas incompletas. La observación en las fracturas de los niños debe extenderse como mínimo durante 2-3 años, para evaluar la posibilidad de trastornos del crecimiento.

Lesiones por accidente de circulación en ancianos⁵⁵.

La edad supone, en cualquier caso, un factor a tener en cuenta en cualquier tipo de traumatismo, y en este caso concreto de los accidentes de tráfico. Así, el proceso decalcificante y de desmineralización ósea que suele presentar en sujetos a partir de los 60-65 años prácticamente en todo el esqueleto explica cómo un leve traumatismo es capaz de actuar como elemento determinante en la producción de fracturas óseas, incidiendo más en las mujeres. En general, las acciones traumáticas sobre personas de edad avanzada se revelan con especial gravedad.

Además, hay que tener en cuenta que en esta época de la vida son frecuentes la presencia de procesos artrósicos degenerativos, que pueden no manifestarse y es a raíz de un hecho traumático cuando esta situación patológica se pone de manifiesto⁵⁶.

Por otra parte, ya se trate de conductores u ocupantes, hay que tener en cuenta que la capacidad de reacción (“segundo de percepción”) en estos casos se encuentra disminuida, manifestandose de forma negativa ante una posible puesta en marcha de un mecanismo de reacción (“posición de defensa”) en la fase de preimpacto, y que se agudiza si está sometida a polimedicación que disminuya sus reflejos. Si se trata de conductores, junto a las consideraciones referidas, el deterioro de las capacidades cognitivas y conductuales que sufren las personas mayores, puede aumentar el riesgo de sufrir un accidente de tráfico⁵⁷.

A. Pauzie⁵⁸, en un trabajo sobre el envejecimiento y su repercusión en las capacidades funcionales perceptivo-motrices, dentro del marco referido llega a las siguientes conclusiones:

- los procesos perceptivos presentan, en general, una gran vulnerabilidad en el curso del envejecimiento, ya se trate de la visión, de la audición o incluso de la propiocepción.
- los déficits cognitivos se traducen, entre otros, en una disminución de la atención selectiva y una menor eficacia en la distribución de la capacidad para distribuir la atención en diversas fuentes informativas.
- las pérdidas de memoria sobrevienen en mayor importancia para la fijación de impresiones sensoriales.

- en el ralentizamiento de la capacidad psicomotriz, su origen es fundamentalmente por un aumento del tiempo necesario para tomar una decisión.
- para paliar las dificultades funcionales encontradas, las personas mayores se adaptan poniendo en marcha procesos de compensación que se traducen en una utilización mayor de los potenciales disponibles que se acompaña de un aumento del esfuerzo.
- los efectos del envejecimiento en las funciones psicofisiológicas pueden ser vistos como un cúmulo de los cambios negativos cognitivos, que inducen a cambios positivos en la realización de la tarea.
- las perturbaciones funcionales a nivel sensorial, cognitivo y motor, entrañan una heterogeneidad de la expresión del envejecimiento, lo que dificulta la aplicación de una normativa a esta población.

A raíz de un accidente se puede instaurar un síndrome postraumático (Golstein), con incapacidad de reaccionar ante nuevas exigencias (manteniendo las habituales). Igualmente, algunos autores, como Lippens, han descrito el síndrome “senilidad prematura postraumática”: se trata generalmente de personas de más de cincuenta años que se han desenvuelto satisfactoriamente hasta ese momento en una actividad laboral, pero a raíz de un accidente, incluso banal, decaen rápidamente. Una situación postraumática de tal naturaleza guarda relación causal con el accidente debe ser valorado⁵⁹.

1.2.3.2. Caso especial del atropello⁶⁰.

El atropello se puede definir como la toma de contacto más o menos violenta de un vehículo con un peatón, entendiendo como tal toda persona que no sea conductor ni pasajero de un vehículo.

Dentro del concepto de peatón se incluye también: coche de niño, silla de inválido con ruedas y sin motor, carro de mano, ciclista que acompaña su bicicleta a su lado, persona reparando un vehículo. Por su importancia, es evidente que además de las víctimas que se desplazan en vehículos motorizados, también hay que considerar las que lo son por atropello, mereciendo un estudio singular.

Los peatones más afectados por los atropellos son los niños y los ancianos, pero, junto a esto, hay que decir que las cifras demuestran que el peatón, en general, es responsable de muchísimos atropellos. Hay que tener en cuenta, que estas víctimas muchas veces no son arrolladas por el vehículo, sino que son lanzadas por el aire, por el efecto del impacto, y cuando el automóvil lo golpea, la cabeza del lesionado choca primero contra la carrocería del automóvil y luego contra la carretera.

Los peatones víctimas de lesiones por atropello merecen una consideración especial, teniendo en cuenta⁶¹:

- gravedad de las lesiones.
- edad / sexo.
- peso / talla.
- obesidad.
- distribución anatómica de las lesiones.
- estudio del vehículo.
- circunstancias del accidente.
- estado de la calzada.

- lugar del accidente.
- movimientos del peatón.
- relación vehículo-peatón (alcance frontal, lateral, etc.).
- fisiopatología de la lesión (mecanismo del accidente).

Atropello completo: sus fases.

Cuando se trata de un atropello de un peatón, ciclista, etc. clásicamente el accidente se descompone en tres o cuatro tiempos, si es completo⁶²:

- El choque, cuya intensidad depende, sobre todo, de la velocidad del vehículo.
- La caída o proyección del cuerpo sobre una superficie contundente, que es generalmente el suelo (fractura de cráneo) o el capó del automóvil.
- El aplastamiento del cuerpo comprimido entre dos superficies contundentes, la rueda o el suelo.
- El arrastre sobre un trayecto más o menos largo; esta última fase del accidente, así como la anterior, a menudo faltan.

De forma similar, López-Muñiz se refiere a las fases del accidente, pero variando en algunos aspectos⁶³:

Encontronazo o empujón. Es el momento en que el automóvil alcanza al peatón. Zanaldi lo define como el instante en el cual viene aplicada la primera acción traumática del vehículo sobre la persona.

- Caída. La consecuencia del empujón es la pérdida del equilibrio, y con ella, la caída de la persona sobre el pavimento. Según sea el empujón, se

producirá la caída. En general, la caída implica un desplazamiento debido a la fuerza del empujón por la velocidad del automóvil.

- Acercamiento. Según descripción de Cazzaniga, es cuando el vehículo, alcanzando el cuerpo caído, entra en íntimo contacto con él, para decidir, por así decirlo, si apartarlo o sobrepasarlo.
- Compresión. Es el hecho de pasar por lo menos una rueda por encima del cuerpo caído; si se trata de un vehículo ligero, se realiza un sobrepaso, pues la rueda o ruedas pasan por encima; si se trata de un vehículo pesado, el sobrepaso queda sustituido por un aplastamiento; en ocasiones el aplastamiento se produce por acción de un elemento distinto de la rueda.
- “Arrastramiento”. Antes o después del sobrepaso, la víctima puede ser arrastrada durante un trayecto más o menos largo, al engancharse ropa en cualquier parte saliente de la zona baja del vehículo.

Según las fases referidas, se pueden producir las siguientes lesiones⁶⁴:

- Choque. Son las lesiones que se ocasionan al peatón al chocar directamente el vehículo contra su cuerpo. Dependerán sobre todo de la velocidad del móvil, y el choque puede ser único o múltiple, tanto que en un brevísimo espacio de tiempo el cuerpo puede chocar contra diversas partes del vehículo. Las lesiones más frecuentes producidas en esta fase del atropello consisten en contusiones, heridas contusas o punzantes, ocasionadas por partes puntiagudas del vehículo, así como fracturas directas y abiertas. Por lo general estas lesiones radican casi siempre en las extremidades inferiores, aunque en esto influye la altura del vehículo.
- Caída o proyección. La víctima es lanzada a mayor o menor distancia. Las lesiones más frecuentes son las erosiones y escoriaciones producidas por la

grava. Hay placas apergaminadas equimóticas en las manos y en las partes salientes del cuerpo, y diversas contusiones y heridas con fracturas e incluso lesiones viscerales graves. Estas lesiones, al contrario de las del choque, predominan en la cabeza, parte superior del tronco, brazos, antebrazos y manos.

Un caso particular es el “caricamento” de los autores italianos, que se produce cuando la víctima es proyectada hacia arriba y lateralmente, viniendo a caer sobre la cubierta del capó y sobre el parabrisas. Las lesiones que se producen difieren de las caídas ordinarias por su localización, y porque la rotura del cristal del parabrisas origina heridas múltiples típicas, aunque en la actualidad el empleo de parabrisas laminados ha cambiado este cuadro.

- Aplastamiento. Cuando el vehículo pasa por encima de la víctima se originan lesiones de compresión al quedar el cuerpo cogido entre el suelo y el neumático. Las lesiones que se originan son las más típicas y demostrativas del atropello. Pueden ser:
 - Superficiales. La placa apergaminada estriada que originan los neumáticos sobre el cuerpo, y que a veces reproduce el dibujo de las cubiertas; los desprendimientos subcutáneos de la piel, con formación de grandes hematomas y arrancamiento de fibras musculares, en sitios por donde pasó la rueda; el salto traumático (Piga), que muestra lesiones superficiales separadas por zonas indemnes, por lo que se debería a la pérdida de contacto entre el cuerpo y la rueda por efecto de la velocidad.

- Profundas. Se dan en los huesos, con fracturas conminutas en el lugar del paso de la rueda, y destrozos viscerales, con desgarramiento de hígado, bazo, riñones, pulmones, etc.
- Arrastre. El cuerpo puede ser enganchado por las ropas, e incluso por una parte del cuerpo, y ser arrastrado a cierta distancia. Si en el arrastre se origina el choque del cuerpo contra piedras u otros obstáculos se pueden producir heridas contusas, amputaciones, o decapitaciones completas.

Por su parte, Alonso Santos⁶⁵, refiere tres fases en el accidente por atropello, distinguiendo:

Primera fase. Lesiones que afectan a la mitad inferior del cuerpo, a raíz del primer impacto, destacando:

- a. Fractura de huesos largos en extremidades inferiores.
- b. Fracturas-luxaciones articulares de cadera y rodillas.
- c. Fractura de pelvis.

También hay que considerar para el primer tiempo, choque, y primera fase, si el peatón está de pie, y es alcanzado lateralmente a la altura de su pierna derecha, por ejemplo, por el impacto de la parte delantera de un vehículo, es posible que sufra fractura de fémur y tibia y, además, rotura de los ligamentos laterales de la rodilla en la extremidad contralateral⁶⁶. Las lesiones de los miembros inferiores en los peatones suponen un capítulo importante.

En la determinación de las lesiones tiene gran importancia el perfil del vehículo, es decir, la influencia de la geometría del mismo, que determina el ángulo de ataque que impacta sobre la región anatómica que sufre la agresión. Cuanto más anguloso sea la parte anterior del vehículo mayor posibilidad existe de que se produzcan fracturas. Por otra parte, hace años, se propuso bajar la altura

de los parachoques de los automóviles, habiendo propuesto el profesor sueco B.Aldman (1977) que tales parachoques se montasen a 30-35 cm. del suelo. Estudios en esa dirección fueron realizados en Francia por el profesor Got, y todo ello con el fin de que disminuyan los impactos que provocan lesiones articulares en las extremidades inferiores, que se acompañan de desgarros de ligamentos en la rodilla, cuyo tratamiento es largo y delicado. Esta propuesta choca con problemas técnicos y normas legislativas de homologación de los vehículos.

- Segunda fase. El impacto alcanza la segunda mitad del cuerpo, cuando éste se golpea contra el capó y el parabrisas. Las regiones anatómicas que se pueden afectar son las siguientes:
 - a. Cabeza, con la posibilidad de que se produzca traumatismo craneal, con o sin afectación de masa encefálica (lo que a su vez se puede asociar a conmoción cerebral, contusión cerebral, hematoma extradural, hematoma subdural, hemorragia intraparenquimatosa, etc.).
 - b. Traumatismos torácicos, dando lugar a fracturas de parrilla costal, esternón y lesiones broncopulmonares.
 - c. Fracturas de huesos largos de extremidad superior.
 - d. Traumatismos vertebrales, a nivel cervical, dorsal y lumbar, con o sin afectación medular.
- Tercera fase. Proyección del cuerpo de la persona atropellada con fuerza fuera del vehículo, o con la posibilidad de que la víctima sea aplastada por el mismo vehículo, pudiéndose producir lesiones viscerales a tres niveles:
 - a. Órganos y vísceras torácicas. Pulmón, corazón y grandes vasos.

- b. Órganos y vísceras abdominales. Rotura del bazo, siendo frecuente, seguido de desgarros hepáticos y rotura de grandes vasos.
- c. Órganos y vísceras pélvicas. Rotura de vejiga y uretra, por fractura de las ramas pélvicas y órganos de reproducción.

Atropello incompleto.

Si falta alguna de las fases del atropello, se habla de atropello incompleto, puede suceder:

- Cuando el sujeto yace en tierra (por motivos suicidas o por accidente), en el cual falta el choque y la proyección.
- El sujeto, estando de pie, es alcanzado y proyectado con fuerza; en este caso sólo hay lesiones por choque y proyección.

Las lesiones que se producen en los atropellos son muy variadas, según su mecanismo, cuya variedad se encuentra en relación con diversas circunstancias, como velocidad, peso, forma del vehículo, posición de la víctima en el momento del choque, durante el choque y después de éste, así como las características del suelo. En esquema, las lesiones por atropello se pueden clasificar, de acuerdo con Cazzaniga⁶⁷, según la parte del cuerpo en que se dan las lesiones, o donde predominen las mismas:

- Tipo craneal. Es debido al choque directo de una parte del vehículo sobre la cabeza, o más frecuentemente por el choque de la cabeza contra el suelo u otro obstáculo; es casi constante la presencia de fracturas de cráneo, y en la mayoría de ellos son mortales.

- Tipo torácico. Predominan las lesiones torácicas, el mecanismo de producción puede ser el choque del vehículo contra el tórax, el golpe del tórax contra el suelo, o entre el vehículo y un obstáculo.
- Tipo abdominal. Se afectan los órganos abdominales y el esqueleto pelviano por los mismos mecanismos que en el caso anterior.
- Tipo toracoabdominal. Representa la combinación de los dos tipos precedentes, las lesiones tienen una especial gravedad y suelen ser el resultado de aplastamientos.
- Tipo aplastamiento de las extremidades. Este tipo se produce aislado o combinado con los anteriores; las lesiones típicas son fracturas únicas o múltiples, simples o conminutas, cerradas o abiertas, que van acompañadas de lesiones de las partes blandas, constituidas por despegamientos de la piel, magullamiento, e incluso amputaciones.
- Tipo magullamiento de todo el cuerpo. Es una de las consecuencias más graves de los atropellos; consiste en el despedazamiento de todo el cuerpo, situación típica de los accidentes ferroviarios, también puede observarse en el atropello por grandes camiones.

De Vicentiis⁶⁸ ha tratado de resumir el tipo de lesión característica según el vehículo causante de la misma:

- Bicicletas. Causa lesiones cráneo-encefálicas, suelen ser leves.
- Motocicletas. Lesiones cráneo-encefálicas, fracturas múltiples en extremidades y raras lesiones viscerales, se aprecian lesiones por empujón.
- Automóviles. Originan graves lesiones esqueléticas del tronco, fracturas de extremidades y pocas lesiones viscerales.

- Camiones y grandes vehículos. Pueden ocasionar graves fracturas de cabeza, tronco y extremidades, además de graves lesiones viscerales.

Calavazzi⁶⁹, tras realizar un estudio en esta materia, llega a las siguientes conclusiones:

- La gran cantidad de ciertas lesiones no pueden considerarse siempre como producidas por el golpe de un gran vehículo, como tampoco puede decirse que las menos extensas y numerosas sean indicación de un medio ligero.
- La identificación del vehículo causante del atropello es fácil de conseguir tras observar el cuadro traumatológico.
- Con frecuencia, los automóviles veloces no producen más fases que las de empujón y caída, y por eso son más traumatizantes que los otros.
- Un gran cuadro traumatológico producido por aplastamiento indica, dentro de ciertos límites que se ha producido un atropello por vehículo de gran mole.
- Sólo en el caso de completo destrozo del cuerpo, puede afirmarse la presencia de un vehículo pesado.

Análisis del atropello por regiones anatómicas.

M. Ramet y G. Vallet⁷⁰, realizando un análisis del atropello según los diferentes segmentos corporales afectados, describen las siguientes lesiones:

Lesiones en la cabeza.

Esta región anatómica con frecuencia se afecta de forma grave en los peatones, produciendo lesiones similares a los usuarios de vehículos ligeros,

aunque suelen ser más severas. Las lesiones en la cara son más severas y graves en los ocupantes de vehículos ligeros.

Los peatones, en la mayoría de los casos son alcanzados por vehículos ligeros, aproximadamente en el 76 % de los casos y en menor medida por los de dos ruedas, en el 16%.

En el caso de un choque contra un vehículo ligero, un primer impacto tiene lugar a nivel de los miembros inferiores, y en función de la velocidad del vehículo ligero, de su tamaño y talla del peatón, la cabeza sufre una contusión contra el capó o parabrisas y su marco. La caída al suelo sobreviene, casi siempre de forma secundaria y puede agravar o crear lesiones craneofaciales.

Se observa en cráneo un importante número de heridas, debidas al golpe contra el laminado, el marco de parabrisas y sobre éste o lesiones por arrastre por el suelo, caída secundaria después de un golpe contra el automóvil. Las fracturas del cráneo son de todos los tipos, al contrario a lo que sucede con los usuarios de los vehículos de dos ruedas que presentan lesiones en la parte anterior del cráneo ; en este caso las fracturas están repartidas. Hay situaciones en las que se han producido fracturas múltiples de cráneo con importantes lesiones cerebrales que explican la alta tasa de mortalidad de los accidentados.

Las lesiones de la cara son heridas, rasguños o lesiones debidas a la proyección en el parabrisas del vehículo, también se observan lesiones en el globo ocular. En cambio, las fracturas de la cara, al margen de las fracturas nasales, no se encuentran en gran número, las fracturas del macizo facial se asocian con frecuencia a lesiones masivas del cráneo.

Lesiones del cuello y de la columna vertebral.

Los movimientos aleatorios e incluso “acrobáticos” en el curso de la trayectoria del peatón hacen pensar que el eje vertebral se ve con frecuencia castigado. A nivel cervical se aprecian movimientos de hiperextensión por la contusión que sufre la cabeza contra las estructuras que golpean o hiperflexión debido a la caída dorsal al suelo, asociándose a alteraciones neurológicas.

A nivel dorsal, el número de lesiones es bajo; casi siempre por el mecanismo de protección de la caja torácica, mientras que el raquis lumbar se ve comprometido con frecuencia pero con lesiones de escasa repercusión neurológica. También se observan lesiones tipo luxación sin gravedad.

Lesiones del tórax y de las vísceras endotorácicas.

Aparecen con ocasión de impactos con vehículos ligeros, pero el peatón es uno de los menos afectados por este tipo de lesiones. Los daños endotorácicos no son frecuentes, pero sí graves, cuando están presentes. Pueden ser debidos al aplastamiento del tórax contra el capó o por choque directo con la parte delantera de un vehículo pesado. Es mucho más extraño, la observación de lesiones óseas del tórax por simple caída al suelo.

Se dan un número elevado de lesiones de la cintura escapular (como en los usuarios de dos ruedas), en caídas violentas al suelo después de un choque con un vehículo ligero. La cinemática del peatón es aleatoria, pero un número elevado se golpea contra el suelo, con la parte anterior del hombro. Paralelamente, los choques con los vehículos de dos ruedas determinan en pocas ocasiones impactos directos, pero provocan violentas caídas al suelo.

Lesiones de la cadera y de las vísceras abdominales.

Son lesiones por compresión, ya por la parte delantera de los vehículos pesados (camiones) o utilitarios ligeros, ya por ángulo del capó de los vehículos ligeros, cuando este capó es alto. Corresponden lo más frecuentemente a una situación en que el peatón es golpeado en choque lateral y se observa un número elevado de casos de fracturas de las ramas ilio e isquiopubianas. Las lesiones del cotilo asociadas a fracturas de ramas revelan un choque directo.

Los daños internos asociados a estas lesiones de cadera son raros, en el caso de una lesión de vejiga hace pensar en un accidente severo, al ser un órgano muy protegido por su posición. Las lesiones de diafragma, del bazo e hígado están asociadas a lesiones torácicas bajas, o, en el caso del hígado a un traumatismo directo.

Lesiones de las extremidades inferiores.

Son características del atropello, siendo muy numerosas y variadas. El caso más frecuente, es el choque sobre un peatón con la parte delantera de un vehículo ligero, el miembro inferior sufre contusión con el parachoques, con alturas situadas entre 50-60 cm., lo que provoca que la tibia y el peroné reciban el impacto directo contra un objeto rígido, lo que explica la frecuencia de estas fracturas. El peatón golpeado por el parachoques se va a inclinar bruscamente hacia el capó del vehículo comprometiendo fuertemente la articulación de la rodilla, quedando los pies sin apoyo.

El capó entonces impacta contra el fémur y, como el parachoques se trata de un golpe directo sobre una zona rígida que es la unión del capó-motor y faros dando lugar a lesiones por choque directo. Además, las fracturas de la extremidad

inferior del fémur tienen repercusión sobre la articulación de la rodilla provocando consolidaciones tardías y determinados handicaps.

Las heridas de la rodilla se deben a la caída al suelo, pero también por choque directo contra las estructuras del vehículo que golpea, son lesiones articulares con riesgo sobre la integridad de los movimientos articulares. Lesiones típicas de los peatones son las lesiones de ligamentos de la rodilla, debidas al movimiento envolvente hacia delante de los vehículos ligeros.

Se deduce que los peatones son con frecuencia víctimas de un politraumatismo causado tras ser alcanzados a nivel de los miembros inferiores y de la cabeza, lo que explica la gravedad de estas lesiones.

1.2.4 Reconstrucción de los accidentes de tráfico

Mediante maniqués, de acuerdo con lo que publica la revista española Tráfico, nº 132, septiembre/octubre 1998, y según la fuente procedente de Renault y Volvo, son siete las partes del cuerpo humano en las que se concentran los puntos de medición, ya que representan el mayor número y más graves lesiones que se sufren en los accidentes. Gracias a las informaciones conseguidas a través de los ensayos se han desarrollado elementos de seguridad que reducen considerablemente los efectos de las colisiones. Los principales puntos de medición, así como el porcentaje de daños que sufren los ocupantes del vehículo en esas zonas, junto con los elementos de protección desarrollados (a partir de los ensayos con los “dummies”) son los siguientes:

1. Cabeza.

Se mide la aceleración lineal (en línea recta) en un impacto frontal y que puede hacer que la cabeza se golpee contra el volante.

- Lesiones: fractura de hueso frontal, así como el choque del cerebro contra la cavidad craneal. Las más graves pueden ir del coma a la lesión cerebral mortal.
- Frecuencia: 0,5 y 5,7%, respectivamente.
- Protección: airbag frontal y lateral, cinturón de seguridad y columna de dirección deformables.

2. Cara.

Se miden los puntos de contacto con elementos duros como el parabrisas, volante, etc.

- Lesiones: lo más frecuente es la fractura maxilofacial. Hay que añadir las importantes secuelas psicológicas que pueden quedar en los afectados.
- Frecuencia: 6,4%.
- Protección: airbag frontal y lateral, cinturón de seguridad y columna de dirección deformable.

3. Cuello.

Se mide la fuerza y el momento de flexión en el punto donde la cabeza se encuentra con el cuello. Aún no se pueden medir los efectos del “movimiento de látigo” (que se produce cuando un vehículo es alcanzado por otro por detrás) y que causa severas lesiones neurológicas.

- Lesiones: fracturas cervicales. En los niños menores de 2 años se incrementa la gravedad.
- Frecuencia: 6,4%.
- Protección: apoyacabezas regulable. Para menores de 2 años, sillas colocadas en sentido contrario a la marcha.

4. Pecho.

Se mide la aceleración que se produce en el pecho. En el Hibrid III, la desviación del pecho; es decir, hasta qué punto es aplastado y cuánto tiempo). También se cuantifica la aceleración media en las costillas y en la vértebra doce dorsal, que indica el índice de traumatismo torácico. Se está intentando medir el “criterio de viscosidad”, que indica si se han producido fracturas en las costillas y lesiones en órganos internos, como pulmones o hígado.

- Lesiones: fractura de costillas con hemorragia interna.
- Frecuencia: 19% para el conductor, 28,8% para el pasajero.
- Protección: cinturones de seguridad con pretensores, airbags, columna de dirección deformable, sistemas antisubmarino de los asientos.

5. Abdomen.

Las mediciones en este campo acusan todavía un importante vacío. En las colisiones laterales se valoran las fuerzas máximas que soportan en tres puntos.

- Lesiones: hemorragias internas. Más graves en niños de 3 a 10 años.
- Frecuencia: 24,1%.
- Protección: cinturones de seguridad con pretensores, asientos con protección antisubmarinismo, asientos de seguridad para los niños.

6. Cadera.

Se miden las fuerzas de aceleración en el centro de la cadera y el EUROSID permite conocer la fuerza creada entre dos puntos de las caderas.

- Frecuencia: 8,6%.
- Protección: cinturones de seguridad con pretensores, airbag lateral y sistemas de protección para el habitáculo (barras laterales).

7. Piernas y pies.

Se mide la fuerza en sentido longitudinal de la pierna. En colisiones frontales graves, la rodilla se empotra en el salpicadero, produciendo fracturas de fémur. Su fiabilidad es bastante buena. No así los puntos de medición de la rodilla y tobillo.

- Lesiones: fracturas de diversos tipos.
- Frecuencia: 32,2%.
- Protección: cinturón de seguridad con pretensores, sistemas de protección de las rodillas.

1.2.4.1 Aspectos Periciales.

Es útil aludir a las leyes que rigen en la “mecánica de la destrucción”, estudiada entre otros por los investigadores soviéticos, como Parton⁷¹. Quiere esto decir, grosso modo, en forma simplificada, que ha de plantear el interrogante de “cómo se rompen las cosas”.

En primer lugar habrá que acercarse a las siguientes cuestiones:

- Desarrollo de la “destrucción”.
- Elementos responsables.
- Intensidad del proceso.

La correcta elaboración del atestado en el lugar del siniestro es muy importante, pues sirve para proporcionar elementos valiosos de información para la reconstrucción del accidente, que en gran número de ocasiones pueden ayudar al clínico. Del mismo modo, la información que pudieran facilitar las propias partes implicadas en el siniestro tiene su interés; no obstante debe ser tamizada, pues en ocasiones no es muy fidedigna, ya que la situación estresante puede distorsionar en un primer momento la realidad.

En el informe pericial, se debe incidir en aspectos básicos, proponiéndose un esquema de trabajo, que puede conducirse de la siguiente forma:

- Recogida de datos.
- Estimación de los desplazamientos y contactos.
- Reconstrucción de la patogénesis de las lesiones: orientación razonada.

Recogida de datos.

Se tendrá en cuenta, con especial interés:

- a. Identificación del lesionado: edad, complexión, características antropométricas, etc.
- b. Tipo de vehículo en el que viajaba.
- c. Punto de partida: datos referidos a la ubicación del lesionado así como su posición inicial en el pre-impacto⁷².
- d. Condiciones del habitáculo; interesa conocer determinadas medidas, en especial en aquello que pudiera impactar con las extremidades inferiores.

Es importante conocer el interior del vehículo, ya que algunas lesiones, se producen por impacto directo con las partes duras del interior del mismo, lo que sigue siendo preocupante para diseñadores y constructores, teniendo la ergonomía de diseño un considerable papel que cumplir; de este modo nuevas concepciones del volante y su eje, han sido capaces de evitar graves lesiones en tórax y cabeza. Como elementos potencialmente lesivos conviene recordar, en especial, el salpicadero, el volante, espejo retrovisor, parabrisas (en muchos casos causa el 50% de las lesiones a los ocupantes del asiento delantero), los asientos delanteros en los ocupantes de los posteriores. El pasajero del asiento delantero, que va junto al conductor, tiene el doble de posibilidades de resultar lesionado que éste, y los pasajeros de atrás son quienes las tienen menores.

- Elementos de seguridad: cinturón y su tipo, reposacabezas, airbag.
- Naturaleza del impacto, ya sea posterior, lateral, frontal, etc.
- Croquis, reportaje fotográfico, puntos de referencia.
- Fecha y hora del accidente.

- Duración del desplazamiento: tiempo que llevaba viajando la víctima del accidente, y tiempo de permanencia ininterrumpida en el vehículo, en especial el conductor, por la posible incidencia de la fatiga de la conducción.
- Descripción de la vía, condiciones climatológicas, luminosas, etc.
- Daños apreciados en el vehículo o vehículos que han intervenido en el accidente, estimando las principales deformaciones sufridas en éstos.
- Huellas biológicas en el vehículo (sangre, restos de tejidos, entre otros).
- Lesiones apreciadas en la víctima: número e intensidad de las mismas, ordenados de mayor a menor gravedad. En general, los accidentes causan lesiones múltiples en un 60% de los casos, y en un 30% de ellos presentan tres o más lesiones, entre las que con frecuencia figura la cabeza.

Dentro de esta recogida de datos, interesa indagar los “factores accidentógenos” , según T. Brenac⁷³, que son aquellos que permiten comprender las disfunciones que han llevado al accidente dentro del sistema hombre/ vehículo/ infraestructura-entorno.

El autor distingue:

- Elementos explicativos, que contribuyen a la producción de la colisión, interesando, entre ellos, los factores accidentógenos.
- Factores de gravedad, que contribuyen a agravar los daños, especialmente los corporales, resultantes de la colisión.

En concreto, para definir el factor accidentógeno se han dado diferentes nociones, pero hay que recordar que es:

- un estado de un componente del sistema hombre/vehículo/infraestructura-entorno.

- Que ha sido necesario (pero no suficiente por sí solo) para que el accidente se haya producido.
- Y sobre el cual sería posible una acción.

Además, para el análisis del accidente, el citado Brenac alude a un punto de ruptura o acontecimiento constitutivo de la situación del accidente, aspecto sobre el que se puede considerar:

- la ruptura se define desde un punto de vista exterior, y caracteriza el accidente en su globalidad.
- El elemento constitutivo de esta ruptura es una evolución espacio-temporal observable exteriormente.

No hay que olvidar que el análisis de todo accidente de automóvil permite distinguir dos acontecimientos sucesivos muy próximos en el tiempo: el choque del vehículo contra el obstáculo y el del ocupante contra el vehículo. Se analizan los siguientes aspectos:

- a. Vehículo contra el obstáculo.
 - apertura contra el obstáculo.
 - penetración del cuerpo extraño en el habitáculo: motor y obstáculo.
 - deformación peligrosa de las estructuras: choque frontal. Vuelcos.
- b. Choque del hombre contra el vehículo: fijación del hombre, volante y accesorios, columna de dirección, forma y estructura del volante, retrovisores, palanca del cambio, freno de mano, botones diversos del

interior del vehículo, paredes del habitáculo, materiales con capacidad amortiguadora, cristales.

Por su parte C.Perrin y cols.⁷⁴, consideran importantes los siguientes aspectos:

- recogida de información sobre el escenario del accidente en tiempo real.
- datos médicos (ficha del lesionado):
 - datos de carácter general (edad, peso, talla, utilización de gafas, etc.)
 - informaciones medias a la admisión (con el fin de poder conocer un primer balance lesional).
 - Informaciones médicas hospitalarias (seguimiento del lesionado, hasta su curación o fallecimiento).
- Control de los vehículos:
 - Vehículos implicados.
 - Deformaciones del habitáculo y las zonas de intrusión.
 - Interior del vehículo.
 - Control del funcionamiento de los sistemas de seguridad.

Estos mismos autores (Perrin y cols.), para la elaboración de una base de datos, tiene en cuenta:

- Las informaciones generales (datos a recoger sobre el lugar del accidente, momento del accidente):
 - identificación del accidente.
 - descripciones globales del accidente.
 - gravedad global del accidente.
 - choques principales o colisiones.
 - características de la superficie.
 - choque sobre el vehículo estudiado.
 - ocupación del vehículo estudiado.

- La infraestructura.
 - señalamiento del lugar del accidente.
 - intersección.
 - maniobras.
 - características geométricas.
 - equipamiento de la carretera.
- Vehículos, estructura y carrocería.
 - identificación del vehículo.
 - deformación exterior del vehículo (índice de deformación o VDI “Vehicle Deformation Index”).
 - Obstáculo principal en el choque.
- Vehículo, habitáculo y equipamientos.
 - deformación del habitáculo (VIDI “Vehicle Interior Deformation Index”).
 - índice de Deformación-Disfunción-Impacto (IDD, que permite caracterizar el comportamiento de los componentes del habitáculo, y se codifica de acuerdo con los mismos principios de la escala de lesiones AIS90).
- Informaciones Médicas de los ocupantes.
 - informaciones generales.
 - informaciones médicas a la admisión (severidad de las lesiones).
 - informaciones médicas a la hospitalización: Imágenes (fotografías, diapositivas; ciertos documentos médicos, como radiografías, etc.).

Desplazamientos y contactos.

- Posición en la que se encontraba la víctima, rescatada, en su caso después del impacto.
- Trayectoria del vehículo y obstáculos encontrados.
- Desplazamiento del conductor y posibles resistencias internas (estudio de huellas y vestigios en el habitáculo), y externas (cuando es lanzado fuera del vehículo); descripción de los posibles contactos de la víctima contra determinadas superficies (teniendo en cuenta la dureza y la rigidez de las mismas).
- Hacer las mismas consideraciones anteriores en los otros ocupantes del vehículo y su proyección posible sobre un determinado lesionado (así, desplazamiento del ocupante del asiento posterior impactando sobre la cabeza del que viaja en la parte delantera).
- Forma de absorción de la energía cinética a raíz del impacto y su repercusión sobre la víctima, pudiendo considerar, entre otros datos: movilización o arrancamiento, de los asientos; desplazamiento del salpicadero hacia el interior del habitáculo; estimación de los fenómenos de aceleración y deceleración y estudios de las cadenas cinéticas.

La relación entre la velocidad y la gravedad del accidente es importante, y se da la siguiente relación: a 80 km/hora, el 2-8% de accidentes son mortales; y a 80-120 Km/hora, el 12-39% de accidentes son mortales.

Se calcula que el aplastamiento de un vehículo en un choque es 1 cm. por cada km/hora de velocidad y dura siete centésimas de segundo. Durante el choque los ocupantes tienden a continuar su trayectoria ignorando que el vehículo sufre una deceleración brutal, y salen proyectados hacia delante, y, en general, un poco hacia arriba. Las rodillas tocan la parte inferior del tablero, el tórax del conductor

toca el volante, el cuerpo pivota sobre las caderas, la cabeza golpea el parabrisas o el marco superior del mismo, a veces rompe el cristal y cae luego sobre el marco inferior del parabrisas o capó. Pero si se retiene al individuo por medio de cinturones de seguridad, la situación cambia notablemente; en primer lugar se diseña al automóvil para que la parte delantera se deforme y se absorba la mayor cantidad de energía posible, con lo cual la deceleración de los anclajes del cinturón es más débil; en segundo lugar, la resistencia del cinturón mismo debe ser tal que al deformarse se absorba otra parte de energía. Un cinturón de tres ramas tenderá a repartir el esfuerzo resultante sobre una superficie mayor; además la colocación de un reposacabezas evitará el movimiento de retroceso de ésta, después de la oscilación hacia delante, frenada por el cinturón. Hay que tener en cuenta que las fuerzas en este tiempo llegan a ser de 3.000 kg sobre los anclajes, si el automóvil va a 50 km/hora esta fuerza no sería menor de 4 toneladas.

- Condiciones de la evacuación.
- Consideraciones que pudieran influir en el accidente: limitaciones físicas de la víctima, medicación que pudiera tener interacciones con el alcohol o en algunos casos grado de alcoholemia.

Se puede realizar una aproximación de los movimientos que experimenta el conductor en el interior del vehículo, tras el impacto, se conoce por lo ensayos experimentales de la cinemática del conductor en los choques frontales y se extraen conclusiones para situaciones concretas.

De este modo, Estep y Lund⁷⁵ tras un estudio realizado con 16 automóviles, durante los años 1995-96, con un maniquí equipado con acelerómetros triaxiales en la cabeza y en el pecho; células de carga en cuello, fémur y en las tibias, así como un transductor del desplazamiento del pecho. Los test fueron filmados con cámaras de alta velocidad desde distintos ángulos, y el desplazamiento horizontal

filmado desde arriba. Esta experiencia permite comprender mejor la variedad de lesiones que se pueden provocar, y en especial cabe resaltar los siguientes aspectos:

- ❖ **Movimientos del maniquí:** el sistema de protección debe controlar la cinemática del ocupante después del momento del impacto, y durante el rebote; un problema que se plantea es el movimiento lateral del ocupante, que se puede producir por el rebote. Los autores observaron:
 - buenos resultados;
 - casos en que el maniquí no volvió hacia atrás; es decir, a la posición original antes del choque, resultando que la parte superior del cuerpo tardó en irse hacia atrás, mientras el vehículo rebotaba, girando en sentido contrario a las agujas del reloj, y la cabeza se golpeó contra el pilar posterior de la puerta del conductor;
 - situaciones en que la demora en el rebote es mayor, y la cabeza gira hacia la derecha del vehículo, mientras se desconectó el airbag, acercándose la cabeza al borde de la ventanilla, golpeándose lateralmente o en la parte de atrás;
 - otras variaciones: el maniquí contacta con el airbag, sobrepasándolo por la izquierda, acercándose la cabeza al marco anterior de la ventanilla; la cabeza hizo contacto con el borde del techo y con el marco de la puerta durante el rebote.
- ❖ **Desplazamiento del vehículo.** La principal amenaza no es la severidad del movimiento del vehículo, sino la falta de integridad del comportamiento del ocupante. El giro alrededor del centro de gravedad mostró más variedad que el desplazamiento lateral, pero esto por sí solo no explica las diferencias de movimientos del maniquí. Se da una relación negativa entre

el giro y el grado de aplastamiento: a menor giro, mayor aplastamiento, mayor deformación.

- ❖ Estabilidad del asiento: en muchos vehículos, aun mostrando buena cinemática en general, se produjeron contactos de la cabeza con el pilar ubicado en la parte intermedia del vehículo,, siendo la causa la inclinación del respaldo del asiento y la deformación debajo del asiento; debido a que en la mayoría de los automóviles ensayados, el punto de anclaje del cinturón se mueve con el asiento. Si el asiento se inclina hacia delante o hacia un lado, la pelvis del maniquí tiene libertad de movimiento.
- ❖ Integridad de la puerta: en ocasiones la puerta, sin gran deformación, hace contacto con el hombro y retrasa el movimiento del torso; en algún caso la puerta se deformó mucho, pasando el maniquí entre la puerta y el airbag, acercándose la cabeza al pilar delantero.
- ❖ Movimiento lateral de la columna de dirección: en la mayoría de los casos la columna de dirección se desplazó hacia la izquierda, esto es, hacia la puerta del conductor.

Reconstrucción de la patogénesis lesional.

A partir de estos datos, se anotan las referencias preliminares como los datos que tienen un carácter dinámico se plantea un razonamiento que sirve para comprender el mecanismo lesional. Tras observar los hechos , y establecer un razonamiento que debe ser adaptado a cada situación particular. Planteamiento fundamentado en una orientación razonada, se debe buscar la explicación en el mecanismo lesional, en especial al no disponer de medios, aunque en su modestia son de utilidad para resolver gran número de casos. No obstante, cada caso es un problema y, ha de ser abordado con intuición, buscando la concordancia entre las

lesiones aparecidas y las circunstancias del accidente, con la idea de reconstruir el mecanismo que explique la patogénesis lesional.

No obstante, se debe advertir, de acuerdo con F.Camps⁷⁶, la dificultad para obtener testimonios oculares de los accidentes es difícil, aunque otras veces son preferibles los testimonios mudos, que faciliten la reconstrucción del accidente: observar huellas y señales de los vestidos, los cristales, las manchas de pintura, etc. según dicho autor, “la interpretación de las lesiones es principalmente una cuestión de sentido común, de ese sentido que, desgraciadamente, no se enseña en muchas facultades y universidades; hay que considerar las condiciones físicas normales y patológicas del conductor, y el papel de primer orden que ha de jugar el fotógrafo; por no tenerse en cuenta todos estos y muchos otros factores más, que tienen una importancia fundamental, resulta que los accidentes en cuestión son considerados las más de las veces demasiado a la ligera”.

El estudio de las lesiones halladas en las víctimas puede dar, según Kluin⁷⁷, una base para la reconstrucción, al mismo tiempo que estima que “ se trata de una investigación muy delicada, que sólo puede dar resultados positivos, conociendo los grupos generales de lesiones para cada tipo de accidente y el medio que los ha provocado”.

En todo caso, el facultativo ha de interesarse por los siguientes datos:

- Condiciones del accidente.
- Vehículos implicados.
- Características de los ocupantes.
- Gravedad de las lesiones.
- Discusión del nexo causal.

Criterios generales de causalidad.

Supone esto plantearse la imputabilidad de las lesiones y las secuelas de los hechos de la circulación que se estén examinando en cada caso. Por ello se ha de razonar atendiendo a los siguientes criterios:

- La realidad traumática.
- La suficiencia diagnóstica.
- La cronología sintomática.
- La topografía lesional.
- El estado anterior.
- El mecanismo causal.

La realidad traumática, determinada por el hecho del accidente.

En el caso de la suficiencia diagnóstica, debido a que las exploraciones clínicas practicadas sean suficientes para describir la lesión y su alcance. Es de una gran importancia, ya que la víctima del accidente presenta lesiones que no constan en el informe de sanidad del médico forense, sencillamente porque no se han realizado las pruebas diagnósticas imprescindibles para descartar la existencia de un determinado proceso.

Otro dato importante es la cronología sintomática, en tanto que las manifestaciones del lesionado guarden relación con el hecho traumático ya sea de forma inmediata o diferida.

La localización de la lesión justifica las consecuencias dañosas, tanto en su ubicación como en la función afectada.

Un punto importante es el estado anterior; y por último, el mecanismo causal, entendiéndose por el motivo y la forma de desarrollarse que conllevan a un determinado daño.

Y por causa, en sentido general, se entiende el motivo u origen de un determinado hecho, situación, etc., tanto que la causalidad pone en relación dos cosas, de forma que la primera explica la segunda; esta relación es el principio de causalidad. Junto a la causa, desde el punto de vista científico, hay que considerar la concausa, o factor que participa en la configuración del daño, aunque por sí solo carece de entidad para producirlo.

El estado anterior.

En la construcción del nexo causal habrá que examinar la trascendencia de los antecedentes clínicos y, una vez comprobados, se ha de indagar en su verdadero alcance en la configuración del estado residual que se estudia, observando los déficits anteriores que influyan en esa situación. Tras realizar el examen de los antecedentes, contrastados con la situación actual del lesionado, se concluirá sobre la presencia de un estado anterior o no anormal, que en concurrencia con el hecho dañoso, hubiese influido en las secuelas estudiadas.

La discusión en relación al estado anterior del lesionado y su influencia en las secuelas, habrá de estudiarse y tras la reconstrucción del accidente, se pueden establecer las siguientes posibilidades⁷⁸:

- Estado anterior patológico inexistente o no apreciado. No se han observado antecedentes clínicos de interés que se pudieran poner en relación con las secuelas derivadas del hecho dañoso, tanto que el lesionado fue una persona sana hasta el momento de producirse el accidente.
- Estado anterior patológico, existente, pero irrelevante en el estado residual derivado del accidente.

- Estado anterior patológico, existente, no agravado, pero relevante, ya que influye en las secuelas, dando lugar a una situación distinta y más grave a la que se hubiera producido sin este estado anterior.
- Estado patológico existente, agravado y de interés en el estado actual.

1.2.4.2. Reconstrucción técnica de los accidentes de tráfico.

La reconstrucción cinemática del accidente.

Reconstruir un accidente supone una investigación en la que hay que considerar un escenario (en el que se desarrolla el accidente), unos vehículos implicados (uno o más), el tipo de accidente producido y, los daños personales en relación a las lesiones. Las experiencias acumuladas de los accidentes de carretera, los conocimientos previos del estudio de las deformaciones de los vehículos, así como los resultados obtenidos tras estudios experimentales de diferentes tipos de choques, son de gran utilidad en la reconstrucción de los hechos. Esta reconstrucción por su naturaleza cae fuera de la esfera de actuación del médico aunque conviene tener en cuenta estos conocimientos para el estudio del accidente.

Para el estudio de esta parte se deben transcribir una serie de conceptos y definiciones que han sido tomadas del informe número 21 del INRETS (Institute Nationale de Recherche sur les Transports et leur Sécurité)⁷⁹:

- Reconstrucción cinemática del accidente. Consiste en establecer el escenario de los acontecimientos sucesivos para cada uno de los vehículos implicados, desde sus posiciones de conducción inicial hasta sus posiciones finales. Se trata, de observar la evolución en el tiempo de los parámetros cinemáticos de cada móvil como son la posición, velocidad y aceleración.

- Secuencia cinemática. Es un aspecto temporo-espacial que se distingue en los instantes anteriores y posteriores por la modificación al menos de un parámetro cinemático, lo más frecuente, la aceleración del vehículo implicado. Las secuencias más habituales por orden de complejidad cinemática son:
 - Un vehículo parado.
 - Un movimiento a velocidad constante.
 - Un movimiento acelerado (aceleración, arranque).
 - Un movimiento decelerado (frenada, ralentización, derrape).
 - Desplazamientos más complejos, invocando nociones dinámicas, tales como adelantamiento en curva, o la maniobra de desplazamiento lateral.

Una secuencia cinemática puede estar compuesta de varios acontecimientos, por ejemplo, en el caso de un vehículo aproximándose a un cruce, a una velocidad constante, se puede considerar la sucesión de los siguientes hechos:

- El conductor circula a velocidad establecida.
- El conductor toma información sobre la intersección.
- Se apercibe que un vehículo se sitúa delante de él.
- Decide reaccionar con una maniobra de frenada de urgencia.
- Pone en marcha tal maniobra.

Se denominan estados primarios a los extremos de una secuencia cinemática. Corresponde a un instante muy particular en la cronología del accidente. Los datos característicos de un estado primario son:

- Un instante preciso, apreciado en la cronología del accidente.
- Una posición correspondiente al vehículo.
- Un valor de su velocidad.

En los datos de entrada y salida de la secuencia cinemática puede ser interesante considerar el interior de la misma secuencia, son instantes particulares, que pueden corresponder a estados primarios. Cuando para las subdivisiones de una secuencia cinemática no cursan con la modificación de un parámetro cinemático se habla de estados secundarios.

Una secuencia cinemática se desarrolla en el tiempo, y se caracteriza por los datos transitorios: duración de la secuencia, la distancia recorrida por el vehículo, el valor de la aceleración y el de la velocidad que varía constantemente.

Procedimientos de reconstrucción.

Consiste en seguir una pauta de actuación con el fin de tratar de explicar como sucedió el accidente. Se deben considerar unos datos básicos para la reconstrucción:

1. Datos del conductor y testimonio de los implicados. No es más que el punto de vista de éstos, constituye una fuente de información que no es decisiva. Nos debemos fijar en la información que nos proporciona sobre el desplazamiento del implicado, como el trayecto que iba a recorrer, sentido del desplazamiento, velocidad declarada o trayectoria. Estos datos son ordenados cronológicamente siguiendo el sentido común y la información que nos proporcionan. No se debe olvidar la subjetividad de la persona responsable de la recogida de los datos así como la sinceridad y voluntad del implicado.

2. Otros datos del conductor o persona implicada.
 - Aspectos relativos a su personalidad.
 - Antigüedad del permiso de conducir.
 - Kilometraje anual.
 - Edad y estado físico del conductor.
 - Conocimiento de la duración del trayecto, la fatiga acumulada y otros datos que están en relación con el tiempo de reacción.
 - Medida de alcoholemia.
3. Datos de la infraestructura.
 - Distancias de visibilidad.
 - Condiciones atmosféricas.
 - Geometría del trazado.
 - Defectos del pavimento.
4. Datos del vehículo.
 - Determinación del componente dinámico del vehículo. Se refiere al reparto de las masas en el interior del vehículo que origina un comportamiento neutro del vehículo, así como si el reparto fuera desigual dando lugar a una mayor carga del tren delantero (sobrevirador) o trasero (subvirador).
 - Comportamiento sobre adherencias dismétricas.
 - Influencia de los defectos mecánicos: como son el defecto de los neumáticos, defecto de la frenada u otros.

Fases del procedimiento de reconstrucción según Institute Nationale de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS):

1. Fase preparatoria.

Consiste en hacerse una idea general del tipo de accidente sometido a estudio, y establecer el escenario del desarrollo del hecho. Como material de base se precisa el siguiente:

- Un plano a escala, figurando las posiciones de los vehículos conocidas a priori.
- Las fotografías efectuadas sobre los lugares, que constituyen un complemento indispensable del plano para encuadrar el contexto del accidente.
- Síntesis de los datos recogidos sobre el terreno.

La utilización de los datos es esencialmente cualitativa, pero se trata de encuadrar los siguientes puntos:

- Tipo del lugar y de la infraestructura de la ruta.
 - Número y naturaleza de los usuarios implicados.
 - Trayectorias respectivas, estableciendo la descripción del desplazamiento del implicado así como sentido, velocidad, y maniobras. No hay que olvidar la descripción de las tomas de información así como la lógica de los acontecimientos según el implicado, sus intenciones y reacciones.
 - Localización del punto de colisión y las posiciones relativas de los vehículos en choque.
 - Determinar la velocidad, según los valores declarados y la interpretación de ellos, como huella de frenado, deformación del coche y puntos de colisión.
2. Resumen escrito y determinación de las secuencias cinemáticas. Se trata de explicar la sucesión de hechos. Es necesario para ello ver los acontecimientos y reagruparlos. Conviene citar ciertas hipótesis que

intenten explicar los hechos acaecidos. En la fase de prechoque y postcolisión, se estudiará el tiempo, distancia, velocidad y aceleración. Se observará el arranque, el comportamiento en las curvas y en la trayectoria. Para completar el estudio, se debe realizar un análisis del choque. Toda esta información se traduce en un esquema estudiando el movimiento y la energía cinética.

3. Investigación del camino lógico. Se puede considerar que el problema está planteado correctamente, y pensar de la forma más lógica, para así obtener una reconstrucción completa de los hechos.
4. Establecimiento de escenarios individuales. En general, según la complejidad del accidente es necesario determinar las características de un caso determinado.
5. Confrontación de los escenarios individuales, buscando una coherencia global. La coherencia global de los resultados es la mejor garantía de fiabilidad de una reconstrucción. Conviene considerar el replanteamiento del análisis del choque, reposición de los vehículos, así como la fase de reacción que comprende diversas fases como el movimiento tras percibir la situación de peligro, diagnóstico del peligro, elección de la maniobra de urgencia y puesta en marcha fisiológica y mecánica.

Técnicas modernas de reconstrucción de accidentes.

Además de las técnicas tradicionales, se han de traer a colación otras más actuales. Así, la fotogrametría, que consiste, en efectuar mediciones exactas de un objeto a partir de fotografías del mismo, que en su variante fotogrametría terrestre ha demostrado su utilidad en la reconstrucción de los accidentes de tráfico, llevando al lugar del accidente vehículos especiales con incluso cámaras

estereométricas, aunque también, con las nuevas técnicas desarrolladas, se pueden utilizar cámaras convencionales, y a ello hay que añadir las prestaciones que aportan los dibujos asistidos por ordenador (AUTOCAD, etc.). De esta forma, “ la estimación de la velocidad a partir de las huellas de frenada está siendo sustituida por la medición de las deformidades sufridas por los vehículos como fuente de información. La fotogrametría permite medir las deformaciones sufridas por los vehículos a partir de fotografías estereoscópicas. La evaluación se realiza en un estereocomparador analítico, con salidas numéricas en un formato compatible con los programas de cálculo⁸⁰. Estos datos pueden ser de ayuda al médico para explicar la lesión, ya en sus características, gravedad o severidad, así por las características de la embestida y el conocimiento de la velocidad con que se produjo la misma, circunstancias que sin duda influyen decisivamente en el cuerpo de la víctima.

Recientemente, la reconstrucción del accidente de tráfico con medios informáticos ofrece múltiples posibilidades de cálculo y presentación visual⁸⁶. Tales medios, en general, se basan en elementos matemáticos y físicos de cálculo, realizando miles de operaciones por segundo con presentación en tiempo real en la pantalla, animación tridimensional, con posibilidad de elección de un modelo cinético o cinemático de cálculo, teniendo en cuenta múltiples variables sobre los vehículos y sus movimientos (geometría del vehículo, tipo de neumáticos, suspensión, carga del vehículo, distribución de la frenada, etc.). De cualquier modo, es necesario advertir y aclarar que la reconstrucción de los accidentes no es tarea sencilla, por lo general, teniendo que estar prevenido cuando se ofrezcan resultados demasiado optimistas, sin los requeridos fundamentos técnicos. Por tanto, cada movimiento que se estima obedece a una ecuación, cuyo resultado va

ligado a unas variables, cuya ausencia o alteración puede afectar de forma sustancial al resultado.

Tratándose de reconstrucción de accidentes con “humanos”, las dificultades suelen ser mayores que cuando los intervinientes son exclusivamente vehículos. Además, no se puede desconocer que con ocasión del accidente, de las circunstancias ligadas al accidente, se produce en gran número de casos un estado de desorden momentáneo en el que la biología humana, en una situación caótica, reacciona de forma impredecible, rompiendo todo esquema preconcebido. Es conveniente considerar una ficha protocolaria para uso médico, anotando los datos de la interacción sujeto-vehículo-entorno a raíz del accidente de tráfico. No obstante, hay que aclarar que tal estado de desorden se refiere al preimpacto, ya que a raíz del impacto, cuando éste es de suficiente intensidad, el sujeto es incapaz de generar movimientos que puedan influir en las consecuencias de la aceleración o desaceleración, o, en el mejor de los casos, tal influencia sería mínima. Hay que pensar en lo aleatorio que puede ser un accidente según la rigidez muscular previa, y, en general, depende de la posición de defensa que adopte la persona en los instantes antes del accidente, es decir, en el preimpacto. Aunque las simulaciones por ordenador cada vez se perfeccionan más⁸¹.

Hay que considerar dentro del preimpacto, que la postura de defensa toma especial importancia en el impacto frontal, mientras que, en condiciones reales, en el impacto lateral y posterior el cuerpo es más inerte, el ocupante es sorprendido de forma más desprevenida, con escasa o nula capacidad de reacción, siendo la presencia de la postura de defensa más atenuada o nula. De esta forma, hay que plantearse lo aleatorio que puede ser un accidente según la actitud y posición de defensa establecida por la víctima en el preimpacto. No ocurre así en el impacto propiamente dicho, pues dada la intensidad y violencia las fuerzas actuantes, el

sujeto es incapaz de generar movimientos que puedan influir en las acciones de las aceleraciones y desaceleraciones bruscas, o la influencia sería insignificante. Para proceder a la reconstrucción, en primer lugar, se han de acumular los suficientes elementos de información, con sus correspondientes cálculos, para que se pueda realizar un análisis de simulación aceptable, y posteriormente una interpretación rigurosa, tanto que si se desconocen estos aspectos, no es posible realizar un informe pericial.

Se puede distinguir entre “reconstrucción” y “simulación”. La reconstrucción trabaja con los datos desde el final al principio; la simulación, inicia el tratamiento desde el principio para llegar al final. En ambos casos, se parte de toda la información disponible, sometiéndola a un tratamiento científico. Para llegar a unas conclusiones fehacientes, se debe especificar si se ha realizado con una resolución tridimensional, o no, y también cabe la posibilidad que sea meramente estimativa.

Los modelos creados quieren explicar, y a veces reproducir conductas humanas complejas, en ocasiones existe la tentación de simplificar las situaciones sin tener en cuenta el gran número de parámetros adecuados a cada situación. Por tanto, los modelos creados junto con los resultados obtenidos, son siempre discutibles e incompletos. Esto hace pensar que en la reconstrucción del accidente de tráfico se deben considerar dos situaciones, aquellas que responden a casos en los que será posible llevarlo a término por tener datos suficientes; y como contrapunto, hechos que no es posible reconstruir; y entre ambos extremos cabe un abanico de posibilidades. Por lo que hay que distinguir entre una reconstrucción auténtica y fidedigna frente a una relación probable o posible.

Por otra parte, la reconstrucción de accidentes no se ha de convertir en una tarea obsesiva, o como medio para atenuar responsabilidades, cuando una

orientación razonada, se muestra de forma clara. Otras veces, la reconstrucción, más que confirmar el nexo causal lo que se pretende es investigar en los mecanismos lesionales y orientar sobre patrones cinemáticos que ayuden a comprender mejor esta patogénesis lesional. Hay que pensar en la posibilidad de que en un futuro no muy lejano, se incorporarán a los propios vehículos sistemas de video-filmación con capacidad para activarse a raíz de un impacto, que junto a otros sistemas de recogida de datos, actúen como auténticas “cajas negras” en caso de accidente automovilístico.

No obstante, existen en la actualidad programas de ordenador que intentan estudiar lo que ocurre en el vehículo y sus ocupantes a raíz del impacto. Los movimientos relacionados con la aceleración y otros aspectos, pueden ser estudiados con programas como el desarrollado por el ingeniero austriaco H. Steffan (PC-CRASH, referido a los vehículos).

Paralelamente, el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA), de la Universidad Politécnica de Madrid, ha desarrollado un sistema mediante el programa SINRAT (sistema informático de reconstrucción de accidentes de tráfico). Dicha herramienta informática incorpora un modelo de 14 grados de libertad para cada uno de los vehículos involucrados, mediante el cual se simula la dinámica vehicular durante la fase de precolisión, colisión y postcolisión. También está dotado de un modelo de colisión entre vehículos, con el cual se estima las deformaciones generadas durante el contacto entre los vehículos afectados. La reconstrucción con esta herramienta informática se fundamenta en una fase previa de recogida de información en el lugar del accidente, así como de análisis de las deformaciones presentes en los vehículos participantes en el accidente. La información procedente de esta fase, así como los resultados obtenidos de la reconstrucción se presentan de forma animada sobre la

pantalla del ordenador. No obstante, en relación a los ocupantes se precisa disponer de otro tipo de información, que se fundamenta, en estudios de aceleración y deceleración que sufre el ocupante, y de las fuerzas y compresiones, que se proyectan y actúan sobre distintas partes del organismo (raquis, tórax, extremidades inferiores, etc.). Esta información se puede estandarizar con el uso de maniqués, como es, el HYBRID III; y, aunque el comportamiento de tales maniqués no es exactamente igual que el de un ser humano ante la misma situación, el resultado que se logra es bastante bueno en lo que interesa a la reconstrucción del accidente.

En Insurance Institute for Highway Safety (IIHS, instituto de seguros para la seguridad en la carretera), de los EEUU, trabaja con dos programas para estimar la variación de velocidad en la que se ve implicado el vehículo; los programas, CRASH 3 y SMASH, consideran en el vehículo dañado la energía cinética disipada a raíz del impacto.

Durante los últimos años el INSIA ha realizado un importante esfuerzo para el desarrollo de herramientas informáticas en el terreno de la simulación de los accidentes de tráfico. Se ha podido desarrollar un paquete informático denominado SIVAT (o Simulador de Víctimas de Accidentes de Tráfico), cuyas características se exponen a continuación⁸².

El SIVAT es un programa informático que incluye todas las herramientas necesarias para la simulación dinámica de mecanismos tridimensionales, especialmente diseñado para modelizar personas, vehículos y elementos de seguridad pasiva en accidentes de tráfico. Incluye las herramientas necesarias para la generación de modelos tridimensionales, la obtención e integración automática de las ecuaciones diferenciales de la dinámica en 3D y el postproceso y análisis de

los resultados obtenidos. El programa SIVAT tiene la flexibilidad necesaria para adaptarse y simular las diferentes partes del organismo humano, y los maniqués de impacto dummies (maniqués para uso experimental) poseen segmentaciones diferentes. La segmentación mínima para conseguir una simulación lo más cercana posible a la realidad está compuesta por 15 sólidos y 14 articulaciones, con un total de 48 grados de libertad. Los 15 sólidos en que se divide el cuerpo humano son:

- Cabeza, cuello.
- Tórax, abdomen y pelvis.
- Brazo izquierdo, antebrazo izquierdo.
- Brazo derecho, antebrazo derecho.
- Muslo izquierdo, pierna izquierda, pie izquierdo.
- Muslo derecho, pierna derecha, pie derecho.

Dichos sólidos se unen mediante las siguientes 14 articulaciones, con diferentes grados de libertad:

- Occipitoatloidea, cervical inferior.
- Hombro izquierdo, codo izquierdo.
- Hombro derecho, codo derecho.
- Dorso-lumbar, lumbosacra.
- Cadera izquierda, rodilla izquierda, tobillo izquierdo.
- Cadera derecha, rodilla derecha, tobillo derecho.

En función del tipo de choque que se desea reproducir y de las necesidades de evaluación de las lesiones en los ocupantes, la segmentación puede variar sustancialmente. En la actualidad el INSIA está desarrollando la base de datos para un nuevo dummy de impacto frontal (dentro del proyecto europeo ADRIA, en el que colaboran seis países de la Comunidad Europea). La segmentación

elegida para crear el prototipo de nuevo dummy está formado por 39 sólidos unidos mediante 38 articulaciones y con un total de 120 grados de libertad. La estructura interna del modelo está formado por elementos rígidos unidos mediante articulaciones para formar su esqueleto. El número de articulaciones que pueden unirse a cada sólido es variable. Se utilizan sólidos con una única articulación como en el caso del tórax. Posteriormente, a cada sólido se le puede aplicar una geometría externa que permitirá calcular al programa los esfuerzos que aparecen durante los impactos.

El programa SIVAT está preparado para incluir diferentes tipos de esfuerzo y modelos de contacto. En los modelos de esfuerzo se engloban los siguientes cuatro grupos:

- Cambios de aceleraciones.
- Esfuerzo en articulaciones.
- Contacto entre sólidos.
- Elementos de restricción.

Para crear un modelo que permita observar el contacto entre sólidos se ha realizado un importante esfuerzo en el desarrollo de este sistema en el que se puedan estudiar los impactos más importantes que aparecen en los accidentes de tráfico. Para evaluar los esfuerzos de contacto el programa calcula automáticamente las interferencias que existen entre diferentes geometrías; el proceso de cálculo se realiza en tres etapas diferenciadas:

- Cálculo geométrico de interferencias entre sólidos.
- Cálculo cinemático de velocidades relativas al contacto.
- Cálculo dinámico de esfuerzos.

Se han desarrollado también modelos de simulación mediante análisis con computadora como ATB, actualmente GATB⁸³, para el estudio y previsión de las

lesiones de los viajeros del vehículo a raíz del impacto y predecir la dinámica del ocupante y lograr la aproximación al mecanismo de las lesiones. El modelo ATB es un programa de ordenador tridimensional, utilizado para la reconstrucción de los accidentes de tráfico, y prestando especial atención a las lesiones de los ocupantes del vehículo.

Los autores de este trabajo, indican que, en general los simulacros proporcionan resultados realistas, aunque no reconstruyan con exactitud sí ofrecen el comportamiento probable de los ocupantes. La fiabilidad del simulacro está en función de la información disponible en el informe del accidente.

Otro sistema utilizado en la investigación de las lesiones por accidentes de tráfico es el que se conoce como MADYMO, cuyas siglas responden a los términos MATematical DYNamic MOdels), de múltiples aplicaciones para el estudio de la seguridad en los accidentes de automóviles y motocicletas, seguridad en el interior del habitáculo y elementos que contribuyen a aumentarla y en la reconstrucción de accidentes entre otros estudios. De este modo, se ofrecen posibilidades para analizar la reacción del cuerpo humano bajo determinados impactos, se pueden obtener los parámetros lesionales a partir de la base de datos disponibles, de forma que se pueda predecir el tipo de lesiones que se puedan producir. Este sistema de investigación MADYMO tiene varias áreas de aplicación, siendo de gran valor sus aportaciones en los datos que sirven para el diseño de diversos medios de transporte, pretendiendo que su diseño se haga buscando la máxima seguridad. Actualmente, los principales centros de investigación en esta materia se llevan a cabo en Estados Unidos (TNO-MADYMO North-America, Northville-USA), Japón (CRC Research Institute, Tokyo) y en Europa (TNO Crash-Safety Research Centre, Delf-Holanda).

La reconstrucción del accidente de automóvil con MADYMO, se debe realizar siguiendo unos criterios de actuación considerando varios aspectos⁸⁴:

- Movimiento del vehículo y de los ocupantes.
- Estudio de las lesiones de los ocupantes, observando diversas cuestiones:
 1. Cómo se lesionan las víctimas.
 2. El contacto que provocó la lesión.
 3. Uso del cinturón de seguridad.
 4. Si es así, ¿qué efecto tenían los cinturones?
 5. Si los ocupantes fueron expulsados, ¿cuál fue su trayectoria?

Para conocer los complejos movimientos, es preciso considerar distintos parámetros, como las masas, los momentos de inercia, los movimientos de las articulaciones, etc., conocer como actúan los cinturones, el efecto del airbag o las sillas de retención de niños entre otros. Además, existen varios bancos de datos elaborados sobre modelos antropomórficos, en los maniqués. Se puede utilizar el GEBOD, si hace falta disponer de mediciones muy específicas, aunque exige una atención especial a los límites de movimiento de las articulaciones. Como resultado de ello, se obtiene un output animado, que permite al usuario que “vea” el accidente, permitiendo una investigación de la cinemática del ocupante. Para proceder a la reconstrucción mediante MADYMO se han de seguir estas fases:

- Determinar el movimiento del vehículo.
- Elegir el modelo de ocupante.
- Establecer el interior del vehículo.
- Modelar los movimientos.

1.2.4.3. “Crashworthiness” y seguridad pasiva.

Antecedentes.

Las consecuencias negativas del aumento del parque automovilístico, especialmente debido al aumento de los accidentes, ha obligado a los organismos estatales e internacionales a esforzarse para incrementar las condiciones de seguridad de los vehículos.

Es en los Estados Unidos donde han mostrado una especial preocupación en la seguridad de la conducción, estableciendo reglamentos y leyes que cada vez son más exigentes, y más a partir de 1966, y que después tienen repercusión en el resto del mundo. El organismo responsable de esta materia es la National Highway Traffic Safety Administration (NHTS- Administración Nacional para la Seguridad del Tráfico en la Carretera), que se apoya en la Traffic and Motor Vehicle Safety Act de 1966, desde cuya publicación se han promulgado múltiples normativas conocidas por Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVS).

Estas normativas son muy exigentes y han originado gran preocupación entre los diseñadores de vehículos. Por ejemplo, en uno de estos reglamentos, exige que los usuarios de un vehículo que marchan a 50 km/hora y colisiona frontalmente no sufran daños graves, aunque no hayan usado ninguna medida de seguridad activa, como los cinturones.

Al estudiar el problema de seguridad, se define como “seguridad activa” la que se preocupa de evitar o disminuir la gravedad de los accidentes, y como “seguridad pasiva” la que consigue limitar las consecuencias físicas para los usuarios de los vehículos y otras personas. El diseño de los vehículos queda influido por el fin de alcanzar la mayor seguridad, aunque este argumento no era muy comercial, en la actualidad está tomando más interés por parte de la

ciudadanía por lo que las distintas firmas comerciales han tomado interés y se han preocupado en esta campo.

El método que se sigue para orientar las normativas, se basa en la investigación del comportamiento del vehículo y de sus ocupantes, sea éste en un choque frontal, lateral, posterior o vuelco. Para ello se simulan accidentes con vehículos normales o con parte de ellos, procurando reproducir las condiciones reales. En estos experimentos se colocan, en algunos casos, elementos que reproducen el cuerpo de los ocupantes.

No obstante, la complejidad del cuerpo humano es enorme y no es suficiente con medir la aceleración que sufren las distintas partes del organismo y sus lesiones en caso de colisión, sino que hay que estudiar las modificaciones que se producen en los diversos sistemas orgánicos como el sistema nervioso. Para ésto se han colocado maniqués, pero otras veces los estudios experimentales se han realizado con cadáveres, con monos e incluso sujetos vivos que se ofrecen voluntarios para ello. En el caso del estudio con cadáveres, en Francia ha provocado indignación conocer que se han utilizado cadáveres de dos niños en pruebas de seguridad vial. Según el profesor C.Got, estos experimentos aportaron enseñanzas que es imposible conseguir de otra forma, ya que los maniqués antropomórficos son demasiado rígidos y no permiten conocer toda la realidad, según se publicó en un artículo en el periódico ABC, 21.4.1998.

En el caso de personas vivas, los experimentos realizados ofrecen muchos datos, pero quedan limitados a velocidades que no ofrecen peligro para ellas; generalmente limitadas a 50 km/hora.

Las heridas que reciben los ocupantes de un vehículo provienen, generalmente, de la intrusión del mismo, sea interiores del habitáculo como la columna de dirección o exteriores al vehículo como obstáculos externos o

proyección al exterior de los ocupantes del mismo. En el caso que se desee estudiar el efecto de un choque a velocidades importantes, en las que interviene la inercia y la resistencia de los distintos elementos del choque, no hay otra vía más que actuar sobre automóviles completos, aunque se desee estudiar elementos aislados, ya que debe reproducirse la ley de deceleración que ocurre en la realidad al chocar y deformarse el automóvil.

El aplastamiento de un automóvil en un choque es del orden de un centímetro por cada km/hora de velocidad y dura unas 7 centésimas de segundo; las fuerzas originadas llegan a ser de 3.000 kg sobre los anclajes si el automóvil va a 50 km/hora; a 100 km/hora esta fuerza no sería menos de los 4.500 kilos.

La nueva perspectiva para la construcción de automóviles más seguros ante un impacto se desarrolla bajo la idea de “deformación controlada”, llegando incluso a la destrucción periférica de la carrocería, tratando de que la energía cinética desencadenada por el choque se vea absorbida al máximo. Tiempo atrás, se fabricaban estructuras muy rígidas con el objeto de proporcionar resistencia al automóvil; hoy día los criterios han cambiado, y más concretamente en los últimos diez años, ya que se pretende que la estructura del vehículo amortigüe al máximo el golpe, protegiendo el interior del habitáculo, incorporando el concepto de “habitáculo de supervivencia”. De esta forma, los vehículos modernos absorben mejor la energía cinética que los basados en la rigidez de la carrocería, pensando que si aumentaba la resistencia, mejoraría la seguridad pasiva. Lo que nos interesa es la manera de absorberse la energía cinética, y su repercusión sobre los ocupantes, es decir, la respuesta de los vehículos ante la seguridad pasiva.

Concepto.

Crasworthiness indica hasta qué punto un vehículo protege al ocupante en un choque. Según la información facilitada por el Centro de Investigación del automóvil, del IIHS (Insurance Institute for Highway Safety, de los EEUU), hay que considerar los siguientes aspectos:

1. Test de choques frontales.

Los vehículos actuales, suelen estar diseñados para ser más resistentes que los de antes. A pesar de ello, el choque frontal sigue siendo una causa importante de muerte en las carreteras. El principal componente de la evaluación en cada vehículo es su rendimiento en un test de choque frontal “offset”, se trata de una colisión frontal excéntrica, a 40 millas por horas (unos 64 km/hora).

Desde los años setenta, el Federal New Car Assessment Program (programa federal de valoración de nuevos vehículos) viene utilizando en sus estudios de investigación el crashworthiness. Este programa intenta realizar pruebas a unas 35 millas por hora contra una barrera rígida de máxima anchura (o colisión central), y ha sido muy eficaz en proporcionar información para el usuario; contribuyendo a la introducción de mejoras en los nuevos vehículos.

Las pruebas de choque de máxima anchura y las pruebas offset se complementan. Al distribuir las fuerzas de un choque a lo largo de todo lo ancho de un vehículo, la absorción de la energía cinética se emplea al máximo, para que se pueda mantener intacto el interior del vehículo en todos los choques, salvo en aquellos que sean a muy alta velocidad. Las pruebas de máxima anchura producen deceleraciones rápidas en el comportamiento del ocupante, y son muy exigentes con los sistemas de restricción del impacto. En las pruebas offset sólo choca una parte del vehículo contra la barrera, de modo que una pequeña parte de la estructura debe de absorber toda la energía del choque. Esto significa que la zona

afectada es aplastada más que en los choques de máxima anchura y la intrusión es más probable.

De este modo, las pruebas de máxima anchura son más exigentes en relación a los elementos de restricción del impacto, pero no lo son tanto para comprobar la respuesta de la estructura del vehículo, que es lo que en realidad interesa en las pruebas offset. Hay que tener en cuenta que los resultados de los tests sólo son comparables entre vehículos de tamaños y pesos similares. Del mismo modo que en las pruebas de máxima anchura, en las pruebas offset no se puede comparar el rendimiento de vehículos de distintos pesos y tamaños.

En relación a la velocidad alcanzada en los tests, ésta se relaciona con la gravedad de las lesiones que se producen en la realidad según trabajos de O'Neill et al., en 1996.

La razón para considerar la elección de los 64 km/hora como velocidad de prueba es que el Comité Europeo Experimental de Vehículos, grupo de trabajo III, consideraba que el nivel mínimo recomendado para realizar estos test es el de 60 km/h para coches nuevos en la Unión Europea (Lowne, 1995)⁸⁵.

2. Elementos de evaluación de los vehículos.

- a. Estructura. La evaluación del rendimiento de la estructura incluye las mediciones que indican el grado y el tipo de intrusión en el test offset. Se muestran cómo la zona del impacto se comportó como consecuencia de la energía cinética desarrollada en el choque y cómo fue limitada la intrusión. Este cálculo es muy importante para la evaluación final del comportamiento del vehículo.
- b. Estimación de las lesiones. Se obtiene a partir de un dummy (maniquí) tipo Hibrid III (percentil 50 masculino), colocado en el asiento del conductor. El estudio de las lesiones se emplea para

- determinar la probabilidad de que el ocupante reciba lesiones significativas en distintas partes del cuerpo. Se obtienen medidas de la cabeza, cuello, pecho, ambas piernas y de los pies. Este cálculo es muy importante en la evaluación global del automóvil.
- c. Elementos de restricción del impacto y movimientos cinemáticos del “dummy”. El riesgo de lesionarse significativamente puede resultar de movimientos indeseables del dummy, como es la expulsión parcial del ocupante. En este apartado se trata de averiguar el rendimiento de los elementos de seguridad, como cinturones, airbags, el apoyacabezas, la columna de dirección y otros aspectos del sistema de restricción de los efectos del impacto y que se realiza mediante el control de los movimientos del dummy. La evaluación se fundamenta en algunas medidas de la intrusión y en el estudio de películas a cámara lenta de la prueba offset.
 - d. Apoyacabezas. Este elemento estudia si se puede colocar el apoyacabezas del asiento delantero detrás y suficientemente cerca de la cabeza de una persona para limitar los movimientos de la cabeza y del tronco en las colisiones posteriores, lo que es importante para limitar las lesiones cervicales. Las evaluaciones de los apoyacabezas, que deben ajustarse, dependen de si quedan fijos después de ajustarlo; los que no quedan fijos se evalúan en la posición no fija (abajo y atrás); los que quedan fijos se evalúan en las posiciones fijas y no fijas.
 - e. Parachoques. Se calcula el rendimiento empleado en el coste de reparar el vehículo en una serie de choques a 8 km/hora, en la parte delantera (contra una barrera plana) y parte trasera (contra un poste).

- f. Evaluación global. Los tres factores en el test frontal offset, rendimiento estructural, medidas de las lesiones y las restricciones a los movimientos cinemáticos del dummy, son los tres factores principales para la evaluación del crashworthiness de cada vehículo. El orden en el que aparecen los vehículos en la lista de evaluación global depende del rendimiento en el test de choque, con las evaluaciones del apoyacabezas y de los parachoques, influyendo en las evaluaciones de los vehículos.

1.2.5 Biomecánica de las lesiones por accidente de tráfico.

Son muchas las definiciones de la biomecánica que pueden encontrarse en los textos y en los estatutos de diferentes sociedades científicas y técnicas. Según el Instituto de Biomecánica de Valencia (1992): es el conjunto de conocimientos interdisciplinares generados a partir de utilizar, con el apoyo de otras ciencias biomédicas, los conocimientos de la mecánica y distintas tecnologías, en primer lugar, para el estudio del comportamiento de los sistemas biológicos y en particular, del cuerpo humano y en segundo, para resolver los problemas que le provocan las distintas condiciones a las que puede verse sometido⁸⁶.

- La epidemiología, que describe los fenómenos lesivos en cuanto a su número, gravedad, distribución por sexo y edad, etc., así como los tipos diferentes de situaciones (accidentes de tráfico, laborales, deportivos, heridas por arma blanca, etc.), y dentro de estas situaciones, a su vez, la subdivisión por tipos lesivos, por ejemplo, en los accidentes de tráfico, tipo de vehículo implicado y el tipo de accidente (colisión frontal, lateral, vuelco, atropello, etc.).
- La física, que mediante la reconstrucción del accidente, trata de reproducir las fuerzas que han causado determinadas deformaciones y de ello deducir las energías que han liberado en el accidente y que han producido las lesiones.
- La ingeniería, mediante el diseño, trata de construir vehículos cada vez más seguros, tanto para sus ocupantes como para los peatones.
- Mediante la seguridad activa trata de reducir la producción de accidentes (frenos, ABS, mejora de las luces, etc.) y mediante la seguridad pasiva trata de reducir las consecuencias lesivas del

accidente sobre las personas (cinturones de seguridad, casco para motoristas, air-bags, parachoques absorbentes, etc.).

La física, mediante el estudio de las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos y la energía cinética producida en ese movimiento, junto con la ingeniería, a través de la reconstrucción del accidente, cuál ha sido, la transferencia de energía sobre las personas, para intentar explicar la producción de un determinada lesión, en función de la energía transferida a ese cuerpo y de la resistencia orgánica por zonas anatómicas en función de la edad, sexo, raza, etc.

Otras disciplinas, como la sociología, psicología y ergonomía, etc., tratan de explicar el factor humano como causa productora o facilitadora de la producción del accidente., por la influencia de determinadas sustancias como sedantes, alcohol, antidepresivos o drogas de diversos tipos, sobre el comportamiento y el rendimiento humanos, mediante la explicación de las alteraciones en el tiempo de reacción o en la capacidad de reacción.

1.2.5.1. Aspectos históricos.

El conocimiento de las leyes de biomecánica es de carácter empírico. Hipócrates ya en el año 400 a.C., refería que la caída de un soldado desde una almena sobre terreno blando producía lesiones menos graves que cuando caía sobre terreno duro o piedra.

Hugh de Haven fue un piloto holandés que sufrió un accidente de aviación en la Primera Guerra Mundial. En ese accidente falleció un compañero de avioneta, que no utilizaba cinturón de seguridad. Hugh de Haven sufrió una rotura hepática por la hebilla del arnés que le sujetaba al aparato y sobrevivió tras ser intervenido quirúrgicamente. Continuó sus experimentos y estudios de

biomecánica en el período entre guerras y en el año 1.942, durante la Segunda Guerra Mundial, describió sus estudios de fenómenos de tolerancia humana al choque.

De este modo, en 1942 analizó las circunstancias de ocho personas que habían caído desde alturas considerables y de las cuales habían sobrevivido siete. Las velocidades de impacto variaron de unos 60 a unos 90 km/hora y los objetos golpeados consistían en vallas, un techo de madera, tierra blanda y en dos casos los capots de automóviles. Las deceleraciones en el momento del impacto se calcularon y se dedujo la tolerancia para la totalidad del cuerpo; seguidamente, Snyder y cols. Desarrollaron esta aproximación mediante una metodología más útil para obtener esos datos⁸⁷.

Sir Hugh Cairns describió al principio de la Segunda Guerra Mundial, que los motoristas del ejército británico que utilizaban casco, sufrían lesiones craneoencefálicas menos graves que los que no lo usaban. Esto determinó una normativa de utilización obligatoria del casco en los motoristas militares británicos.

También observó que la mayoría de golpes sobre el casco eran en la parte frontal y lateral más que en la parte superior. Las consecuencias de esa observación se han reflejado 30 años más tarde en la evolución de los cascos de estilo jet y cascos integrales actuales y en las modificaciones internas de la suspensión del casco.

En Australia en 1942, Lane observó que los aviones deberían ser certificados de dos maneras: deben tener características de adaptación a la navegación aérea y características de resistencia al choque y así nació el término “adaptación o resistencia al choque” (crashworthiness) pero su aplicación al diseño de automóviles no empezó hasta 20 años después.

El período experimental de la biomecánica se desarrolló después de la Segunda Guerra Mundial con estudios en cadáver, examinando las lesiones craneales y encefálicas y por estudios en voluntarios realizados por Stapp. La contribución de este investigador fue demostrar que las fuerzas principales que actúan en la mayoría de choques de automóviles son enteramente superables en cuanto a supervivencia si la envoltura de la estructura humana es satisfactoria. Demostró que aceleraciones de 30 g. durante 0,5 segundos eran tolerables, produciéndose lesiones reversibles en partes blandas. A mayor aceleración se demostraban signos de contusión y hemorragia retiniana.

En los años 50, Severy y Mathewson estaban desarrollando las técnicas de pruebas experimentales de choques con maniqués instrumentados y análisis de choques con películas a alta velocidad.

Aldman, en 1960, trabajando para la fábrica sueca de automóviles Volvo, describió la utilidad del cinturón de seguridad como mecanismo de seguridad pasiva en automóviles.

A mediados de los años 60 se había desarrollado un nivel de conocimiento que dio información sobre la frecuencia general de los choques y lesiones en accidentes de tráfico, alguna comprensión de los mecanismos que producen las lesiones y algunos medios por los que las fuerzas y aceleraciones aplicadas a los ocupantes de automóviles podían ser modificadas. Pero faltaba una información adecuada sobre la tolerancia real del cuerpo humano a los impactos, ideas de los probables beneficios debido a cambios prácticos en el diseño de automóviles.

Alrededor del año 1966, la NHTSA (Administración Nacional para la Seguridad del Tráfico en Carreteras) de E.E.U.U., dictó una serie de normas federales para aumentar la seguridad en los automóviles.

Hasta la actualidad se han realizado otros estudios de biomecánica por diferentes grupos (Evans, Huelke, en E.E.U.U.; Pattimore, Mackay, en el Reino Unido; Cesari, en Francia, etc.), que intentan determinar mayores niveles de resistencia humana al choque mediante utilización de dispositivos de seguridad para automovilistas y motocicletas.

1.2.5.2. Bases de la Biomecánica

Leyes de Newton.

Los principios de la biomecánica aplicados a la reducción de lesiones se fundamentan en las leyes de Newton. Las energías que se liberan en el traumatismo, y que rigen la biomecánica de lesiones, se basan en el movimiento que posee el agente vulnerante y se interpretan según estas leyes.

La Primera Ley de Newton establece que un cuerpo en movimiento continuará su trayectoria de manera continua y permanente, a no ser que haya una fuerza externa que se oponga a ese movimiento. Por el contrario, un cuerpo en reposo tenderá a permanecer en esa situación, si no actúa una fuerza externa que lo desplace.

La Segunda Ley de Newton, establece la cuantía de la energía determinada por el movimiento y viene determinada por la fórmula, un medio de la masa por la velocidad al cuadrado.

Esta ley indica que el factor velocidad determina la magnitud de la energía y por ello el principal factor determinante de la gravedad es la velocidad que está elevado al cuadrado. Deben tenerse en cuenta, en relación a la lesividad las diferencias tanto en la masa como en la velocidad entre los cuerpos que sufren el

choque (lo que se denomina incompatibilidad). En los accidentes de tráfico sería grave por ejemplo un choque entre camión y un turismo.

Las lesiones se producen cuando una determinada estructura corporal ve superado su límite de resistencia por la energía a que ha sido sometida. Si durante el trayecto de caída se interpone una superficie elástica deformable, parte de la energía cinética se disipará en forma de energía térmica debido al roce y en una deformación de la superficie elástica.

En este principio se fundamentan dispositivos tan eficaces como el cinturón de seguridad o el air-bag. El cinturón de seguridad reparte la energía producida en el curso de una deceleración brusca sobre una superficie amplia del cuerpo, al apoyar una banda de fibra de una anchura determinada sobre estructuras relativamente resistentes, como la clavícula y la cresta iliaca (banda oblicua) y entre las dos crestas ilíacas (banda transversal abdominal). En el caso, de una incorrecta colocación del cinturón de seguridad sería causa de lesiones.

La Tercera Ley de Newton establece que a toda acción se opone una reacción igual y de sentido contrario. Esto explica que en el caso de impacto de un automóvil contra una superficie rígida, como una pared, los ocupantes del automóvil van a salir hacia delante impulsados prácticamente a la misma velocidad a la que circulaba el automóvil en el momento del impacto.

1.2.5.3 Enfermedad traumática.

La importancia del traumatismo como enfermedad social se debe a la morbilidad y mortalidad que supone. Se considera la enfermedad traumática como la tercera causa de mortalidad en la población adulta después de las enfermedades cardiovasculares y las neoplasias, pero si se considera por grupos de edad, en la población joven, sería la primera causa de muerte (entre los 15 y los 30 años).

Dentro de las causas de la enfermedad traumática, en los países industrializados destacan los accidentes y dentro de éstos los accidentes de tráfico.

Para dar una idea de lo que representan los accidentes de tráfico en el mundo, una previsión estima que si en el año 1.990 se producían alrededor de 150.000 muertes por esta causa en los países industrializados, y alrededor de 350.000 en los países en vías de desarrollo, en el año 2.020 se mantendría en cifras similares la mortalidad en el mundo industrializado, pero en los países en vías de desarrollo se alcanzaría un número próximo a los 2.000.000. A ello contribuirían el alto crecimiento demográfico en estos países (p.ej., Pakistán con una tasa de crecimiento anual próxima al 3%), la deficiente infraestructura viaria y el parque automovilístico, que se cree que crecerá de forma considerable.

Centrándonos en Europa, Portugal junto con Grecia y España serían los países con mayor tasa de mortalidad por 100.000.000 de km. recorridos. A ello contribuyen una deficiente educación vial, una conducta de excesivo riesgo entre los conductores, la falta de cumplimiento de las normas de tráfico por parte de los peatones, la utilización relativamente baja del casco en motoristas y del cinturón de seguridad en automovilistas, una red viaria deficiente y la ingesta de alcohol y sustancias psicotrópicas en exceso, entre otros factores.

1.2.5.4. Mecanismos de lesión.

Los mecanismos de lesión corresponden a uno de los cinco siguientes, solos o combinados:

- Flexión: suelen producir fracturas transversales.
- Extensión: pueden producir también fracturas transversales y/o luxaciones articulares.
- Tracción: suele producir desgarros cutáneos, musculares, luxaciones, etc.

- **Compresión:** se debe a la aplicación de una fuerza en sentido longitudinal, produciendo un fenómeno de émbolo, lo cual puede dar lugar a fracturas por estallido.
- **Torsión:** suele producir fracturas espiroideas.

1.2.5.5. Factores determinantes de la lesividad.

Intercambio de energía.

Este factor explica la mayor o menor lesividad, como ocurriría con un puño que sufre más daño si pegamos un puñetazo contra una pared de ladrillo que contra una almohada, considerando que se de con la misma fuerza.

La tasa de intercambio de energía depende de la densidad del tejido sobre el que actúa el elemento vulnerante, es decir, el número de partículas tisulares que son golpeadas. En el primer caso, produciría mayor intercambio de energía.

Distancia de detención.

También explica la mayor o menor lesividad. A mayor distancia de detención, la deceleración producida sobre el cuerpo es menor y explicaría que se sufran menos lesiones al caer sobre terreno blando que sobre duro, ya que un aumento mínimo de la distancia de detención produciría menores deceleraciones que en algunos casos permitirían la diferencia entre sobrevivir o no. En este principio se basan el air-bag y el cinturón de seguridad.

La deceleración brusca puede producirse tanto en el plano anteroposterior, es el caso de un choque frontal en un accidente de tráfico, como en el plano vertical si se produce la caída de una vía de circulación a otra que estén a distinto nivel. En ambos casos puede producirse la rotura de los órganos macizos en el punto de fijación, que en el riñón y el bazo se encuentra en los respectivos pedículos, o la

rotura aórtica a nivel del punto de fijación a columna, en los primeros 2 cm. distales al origen de la arteria subclavia izquierda, en la zona del istmo aórtico.

Superficie afectada.

Cuanto más amplia es la superficie afectada, mayor es la fuerza que incide sobre ella. Es similar a lo que ocurre cuando sacamos la mano por la ventanilla de un coche en posición horizontal en la que el aire incide sobre una determinada superficie, que se amplía si giramos la mano 90° dejando la palma de la mano perpendicular a la dirección del viento que tendería a rechazar nuestra mano hacia atrás.

Cavitación.

En el caso que un cuerpo en movimiento, existe una tendencia a la separación de las moléculas del cuerpo golpeado, debido a un fenómeno de cavitación. Se trata de un fenómeno semejante al que se produce cuando jugando a los bolos, una bola golpea una serie de bolos, que a su vez pueden chocar con otros, dispersándolos y aumentando la distancia de separación entre ellos, o cuando en un billar, la bola incidente golpeada por el taco, al golpear a otra de las bolas, separa una serie de bolas que estaban contiguas entre sí.

1.2.5.6. Mecanismos lesivos en accidentes de tráfico.

Se describen clásicamente, en lo que se refiere al vehículo, accidentes de automóviles, motocicletas y ciclomotores, camiones y autobuses y los atropellos a peatones y ciclistas.

1.2.5.6.1. Accidentes de automóvil.

Según la dirección del impacto, se clasifican en choques frontales, laterales, colisiones por alcance, vuelcos y atropellos.

En el caso que un automóvil colisione contra un obstáculo, se produce un primer impacto, que es el del automóvil contra el objeto, sea éste fijo o móvil. El segundo impacto es el de los ocupantes contra alguna estructura interior del vehículo, si no salen despedidos, como es el golpe contra el volante de un conductor que no lleve el cinturón de seguridad. El tercer impacto, es el de los órganos internos entre sí, un ejemplo sería el del impacto de la cabeza contra alguna estructura interna del vehículo como el espejo retrovisor. Puede producirse un cuarto impacto por objetos no fijos en el interior del automóvil, que puedan golpear a sus ocupantes como objetos situados en la bandeja trasera entre otros.

El impacto de los órganos internos entre sí tiene importancia para explicar la producción de lesiones de golpe y de contragolpe, sería el caso del encéfalo que está contenido en el interior del cráneo, una estructura dura e inextensible, golpea tras una deceleración brusca, produciéndose el impacto de los lóbulos frontales, contra la parte interna del hueso frontal, produciéndose hematomas o focos contusivos frontales, además de la tracción sufrida tras el desplazamiento, produciendo un desgarro de los vasos sanguíneos que unen el encéfalo con las meninges, ocasionando un hematoma subdural occipital o una hemorragia subaracnoidea.

Choque frontal.

El desplazamiento de los ocupantes delanteros de un automóvil en el choque frontal, si no van protegidos por el cinturón de seguridad, puede afectar al conductor y al acompañante.

En el caso del conductor, el desplazamiento sigue en general una de dos posibles formas: el desplazamiento abajo y debajo (inmersión) en el cual se produce un impacto inicial de las rodillas contra el salpicadero, pudiendo ocasionar fracturas conminutas de rótula, fractura diafisaria en uno o varios puntos del fémur, y posible fractura-luxación posterior de la cadera, por rotura de la ceja posterior del cotilo y lesión del nervio ciático por proximidad.

Las lesiones en los pies suelen producirse bien por atrapamiento de los pies y los tobillos contra los pedales, bien por deformidad brusca del panel metálico inclinado sobre el que reposan los pies, transmitiéndose una sobrecarga axial brusca con producción de fractura de metatarsianos, fracturas uni, bi o trimaleolares del tobillo, entre otras lesiones.

En el choque frontal suele detenerse el vehículo en aproximadamente 150 mseg. Si se analiza este tiempo, el impacto inicial de los miembros inferiores contra el salpicadero se ha producido alrededor de los 50 mseg. Unos 15-20 mseg, después, el tórax golpea contra el volante, pudiendo producirse fracturas costales con o sin volet, fracturas esternales y lesión de órganos internos intratorácicos por compresión y otros mecanismos .

En el desplazamiento de tipo arriba y encima, el cuerpo tiende a salir en una dirección oblicua y hacia arriba, golpeando la cabeza contra el parabrisas o el espejo retrovisor interno.

Según la posición del cuello, en mayor flexión o extensión, podrán producirse fracturas craneales, lesiones encefálicas, lesiones cervicales que pueden producir lesiones inestables de columna y/o lesiones medulares altas.

El cinturón de seguridad evitará estos tipos de desplazamientos y disminuiría por tanto la posibilidad de que ocurrieran las lesiones mencionadas.

El air-bag o bolsa de aire es un dispositivo que se activa al detectarse una deceleración de una determinada intensidad (en coches norteamericanos a una deceleración en el plano frontal superior a la correspondiente a impactos a velocidades de 16 km/h o superiores, y en los automóviles europeos de 30 km/h o más y que no superen una determinada oblicuidad, en general menor de 30°).

Al detectar deceleración brusca, un dispositivo pirotécnico pone en ignición unos gases acumulados en el interior de una bolsa que producen el hinchado rápido del air-bag, a una velocidad superior a 300 km/h y que se interpone entre el cuerpo del usuario del vehículo y el volante.

El hinchado se produce aproximadamente a partir de los primeros 16-20 mseg tras el impacto, es decir, unos 40 mseg antes de que el tórax del conductor comience a desplazarse hacia delante, lo que impide el contacto con el volante, y aumenta el 7 y el 17% la posibilidad de supervivencia del conductor en el supuesto de choque frontal; siempre y cuando esté sujeto por el cinturón de seguridad, ya que el air-bag no sustituye a éste, sino que lo complementa. El desplazamiento hacia delante del tórax y la cabeza del conductor, a pesar de ir sujeto por el cinturón de seguridad, puede no evitar su contacto contra el volante, salpicadero, etc.

La diferencia de masas en un choque frontal entre dos vehículos que circularan con la misma velocidad y en sentido contrario, explicaría la mayor mortalidad en los ocupantes del vehículo de menor peso.

Choque lateral.

En el caso de choque lateral, y a igualdad de velocidad de impacto por el automóvil incidente, las lesiones son más graves que en el choque frontal, al estar más próximo el cuerpo del conductor al automóvil incidente y a las estructuras

internas de la puerta que es deformada, golpeando directamente el hemitórax correspondiente en el lado que ha sufrido el impacto.

Se producen fracturas costales en ese hemitórax con lesiones intratorácicas, fracturas de pelvis y lesiones craneoencefálicas, debidas a que el movimiento de la cabeza es mediante una inclinación lateral y tiende a acercarse al automóvil incidente según la Tercera Ley de Newton. Por ese motivo, la cabeza puede golpear contra la ventanilla, el marco de la puerta o incluso el capó del automóvil incidente.

No hay que olvidar la asociación de lesiones, de forma que fracturas costales altas (de la 1ª a la 3ª), al estar muy protegidas indicarían un mecanismo de alta energía de impacto, pueden asociarse a lesión de grandes vasos intratorácicos. En el caso de las fracturas costales medias pueden producir contusión pulmonar, miocárdica, etc. Las fracturas costales bajas (9ª a 12ª) pueden producir rotura hepática en el lado derecho, rotura esplénica en el lado izquierdo o rotura diafragmática. Las estructuras circulares suelen partirse a dos niveles, por lo que deben buscarse fracturas a dos niveles en costillas, pelvis, etc.

Colisión por alcance.

En el caso de un accidente por alcance, el cuerpo tiende a dirigirse hacia delante por transmisión de la energía del vehículo incidente al respaldo del asiento y a los ocupantes del automóvil alcanzado.

Este desplazamiento del asiento con el tronco, no se acompaña del mismo movimiento en la cabeza, que debido, por una parte, a que tiene el centro de gravedad en una situación relativamente posterior, y por otra a que tiende a retardar su movimiento respecto al del tronco, pivotaría hacia atrás sobre el cuello,

produciendo hiperextensión, que podría evitarse colocando el reposacabezas situado correctamente.

Vuelco.

Si el usuario de un automóvil que vuelca no está sujeto por el cinturón de seguridad, puede golpearse con cualquier parte del interior del compartimento del vehículo. Es frecuente que se produzcan lesiones en cráneo y cuello por impacto contra el techo, y son frecuentes lesiones en la columna vertebral, con fracturas y luxaciones.

Uno de los principales riesgos del vuelco es la posibilidad de salir expulsado del vehículo, si no se va sujeto por el cinturón de seguridad, que supondría un riesgo de muerte de más de doble respecto a los ocupantes que permanecen en el interior.

En vuelcos de autobuses, suelen reproducirse el mismo tipo de lesiones según la posición que ocupan los viajeros y la dirección del vuelco y puede afectarse con preferencia el cuello y hombro de un lado, además de las lesiones sobre cabeza y columna vertebral. Se encuentra en estudio la implantación de la obligatoriedad del uso de cinturones de seguridad en autobuses, que podría aplicarse a los interurbanos y de largo recorrido.

Atropello.

En los atropellos, a igualdad de velocidad, la energía liberada dependerá de la masa, siendo más grave el atropello por vehículos pesados que por vehículos más ligeros. Influye también la posibilidad de deformación de las estructuras que golpea al peatón, y los parachoques deformables, de materiales plásticos, son menos lesivos que los parachoques de automóviles antiguos, fabricados con metal.

Suelen producirse cuatro fases en el atropello:

- La primera, es el impacto de la parte más saliente del automóvil, generalmente el parachoques, contra extremidades inferiores. Si existe frenada previa, suele descender unos centímetros el punto de impacto que también vendrá determinado por la talla del peatón. En general, se producen fracturas abiertas o cerradas en los tobillos, tercio medio de pierna o en la rodilla. Se debe valorar la existencia de posibles lesiones vasculo-nerviosas (hueco poplíteo). También son frecuentes las fracturas de peroné a nivel de la cabeza con lesión del nervio ciático poplíteo.
- El segundo impacto se produce por el golpe de la cadera contra el borde del capó. La parte superior del cuerpo pivota lateralmente y el tórax puede golpear contra el capó y el hombro y/o la cabeza contra el parabrisas o el marco del parabrisas, siendo en este caso las lesiones más graves debido a la rigidez de esta estructura.
- El tercer impacto se produce por la caída del peatón al suelo, que puede producirse en posiciones atípicas, dando lugar a fracturas y/o luxaciones articulares de diversos tipos.
- Por último, el automóvil puede pasar por encima de la víctima produciéndose un tatuaje de los neumáticos sobre la piel o aplastamiento de miembros o de otra parte del cuerpo, o arrastrarla, lo que ocasiona erosiones y quemaduras cutáneas por fricción y puede dar lugar a tatuaje por impregnación de asfalto en la piel.

El factor más determinante de la gravedad en el atropello es la velocidad a la que se produce. En general, el atropello supone un impacto lateral para la víctima (en más del 90% de casos). Los atropellos a baja velocidad y dando

marcha atrás el vehículo (menos del 1%) pueden dar lugar a lesiones leves, pero relativamente incapacitantes, como pueden ser las fracturas de muñeca.

En España, los atropellos suponen aproximadamente el 17% de víctimas mortales en accidentes de tráfico.

1.2.5.6.2. Accidentes de motocicleta y ciclomotor.

Afectan en general a la población joven, entre 14 y 30 años, y suponen en España alrededor del 17% de las víctimas mortales en accidentes de tráfico.

Las lesiones principales consisten en contusiones, erosiones y fracturas de miembros inferiores, que pueden producirse por impacto directo contra otro vehículo en el momento del choque, por caída secundaria y golpe en el momento de deslizarse por el suelo o salir proyectados por el aire, o si se produce el choque frontal contra un obstáculo fijo, al salir proyectado el conductor por el manillar., dado que el centro de gravedad de la moto suele estar situado algo detrás del eje delantero, en este tipo de impacto, la moto tendería a levantar la rueda delantera, por lo que el conductor golpea con ambos muslos sobre el manillar, y pueden producirse fracturas diafisarias de ambos fémures.

También son frecuentes las fracturas de cuerpos vertebrales, a nivel dorsal principalmente, con compromiso medular o no, por proyección por delante de la motocicleta al chocar contra un obstáculo.

Cuando se intenta pasar entre un espacio estrecho, como entre dos automóviles, puede producirse una abducción forzada de caderas, con diástasis de sínfisis púbica y fracturas pélvicas de fémur asociadas. Se han descrito fracturas de ambas clavículas por impacto del casco sobre ellas en caídas de motoristas. También se observa la existencia de abrasiones y heridas cutáneas por rozamiento

y desgarros amplios de piel con heridas profundas por impacto contra las barras de fijación de las barreras laterales en la carretera.

Especial atención merecen los traumatismos craneoencefálicos y faciales en motoristas. El casco supone el mejor dispositivo de seguridad pasiva para los motoristas y reduciría la mortalidad y las lesiones graves en un 29 % aproximadamente, según Evans. Además, es posible que se produzca lesión encefálica grave por un mecanismo de aceleración angular intensa sin existir fractura craneal.

El motorista, tiene un riesgo 20 veces mayor de morir en un accidente que un automovilista, las tasas de mortalidad para motocicleta son 7 veces mayores que las tasas de mortalidad para automóviles⁸⁸.

Otros estudios han estimado que el motorista sin casco tiene una probabilidad de muerte del 27% según un estudio de Evans realizado por el Laboratorio de Investigación de la General Motors en 1986 en accidentes de motocicleta.

Si se considera que la superficie frontal de una motocicleta es aproximadamente la cuarta parte de la de un automóvil, la falta de visibilidad del motorista es uno de los factores que favorecen la producción del accidente.

La utilización de la luz de cruce en todo momento parece que mejora la visibilidad del motorista aunque actualmente existe cierta controversia en este punto; aproximadamente la tercera parte de los choques entre motocicleta y automóvil, el automovilista no se percató de la presencia de la moto. Además, los motoristas no pueden frenar con tanta facilidad como otros vehículos.

El artículo de Tor y cols. (Injury,1991), destaca la importante y preocupante escalada de lesiones en las empresas de mensajería y en los motociclistas en general.

Las lesiones en miembros inferiores que afectan del 32% al 80% de los motoristas lesionados, ocasionan gran número de secuelas. Las fracturas por accidente de moto son más graves, más propensas a infectarse y en necesario un mayor período de ingreso que las fracturas de miembros inferiores por otras causas. En muchas ocasiones, es necesario la aplicación de tratamientos médicos costosos. En general, aunque las heridas no supongan un riesgo vital para el lesionado, son una de las causas principales de incapacidad permanente y de minusvalía resultante de accidentes de tráfico.

Los efectos permanentes de las lesiones en miembros inferiores varían desde una capacidad disminuida para soportar peso, a una actividad permanentemente reducida debido a daño articular o por una artritis degenerativa. Mackenzie se encontró que sólo el 56% de trabajadores que habían sufrido una lesión grave en miembros inferiores se había incorporado al trabajo antes del año desde el accidente.

1.2.6. Sistemas preventivos de las lesiones en los accidentes de tráfico.

1.2.6.1. Uso del casco⁸⁹.

El casco es la forma más habitual de protección de la cabeza y cumple su función protectora mediante un efecto “de cojín” amortiguando el golpe. La cabeza o cualquier otro cuerpo que se mueva a una velocidad “v” y tiene una masa “m”, posee una energía cinética de traslación, definida como $E=1/2m.v^2$.

De este modo, el principio básico de la protección de la cabeza es reducir las fuerzas que podrían lesionar la misma absorbiendo parte de la energía cinética a través de la destrucción y/o deformación de otro objeto como es el casco.

Un casco generalmente consta de dos elementos principales, por una parte está la cubierta o cáscara externa y una capa interna absorbente de energía. Desde el punto de vista funcional, el objeto de la cubierta es proporcionar una superficie externa dura que sirva para distribuir la carga del impacto en un área grande. También proporciona un escudo contra la penetración de objetos de alta velocidad y además sirve para proteger al portador y a la capa subyacente del casco de la abrasión de la superficie impactante. Esta cubierta debe ser rígida, áspera y dura. Por debajo está la capa tapizante del casco. Es el elemento que a través de su destrucción parcial es responsable de absorber la energía del impacto. Para realizar su función de forma eficaz debe deformarse a niveles de fuerza por debajo de los que producirían lesión en la cabeza. Su fuerza y resistencia debe ser en gran parte insensible a la velocidad del impacto y para ampliar al máximo la absorción de energía debe tener unas características de recuperación lentas (J.A. Newman, 1993).

En relación a la utilidad del casco y la reducción de las lesiones y muertes, estudios realizados en el Reino Unido a partir de la instauración de la

obligatoriedad del uso del casco, demostraron que su uso reducía el riesgo de lesión mortal en 1/3 de los casos en el área urbana y en casi la mitad en las zonas rurales.

Estudios de Evans y otros autores demostraron que la utilización del casco en motocicletas reduce el riesgo de fallecimientos en alrededor del 30% (Evans,1991). Esta eficacia es la misma para varones y hembras e igual para conductor y pasajero.

Otro estudio de Jacobs realizado en el estado de Connecticut en 1992, estableció que los motoristas sin casco tienen una posibilidad 3,4 veces mayor de morir que los que usan casco protector.

En el Estado de Iowa en Estados Unidos la incidencia de lesiones craneales y encefálicas atribuidas a accidentes de motocicleta y ciclomotor era del 39% antes de que el uso de casco fuese obligatorio. Esta cifra descendió al 23,5% cuando se puso en vigor la ley del casco, pero su retirada se ha elevado de nuevo al 40,4%.

Las lesiones críticas se reducen a la mitad con el uso del casco protector (F.J. Alvarez. Seguridad Vial y Medicina de Tráfico, 1997).

Diversas series como la de Luna en 1981, o la de Bachulis en 1988, establecen que la incidencia de lesión craneal severa era un 300% más alta en los motoristas sin casco en comparación a los motoristas con casco, y de 600 veces más alta en la serie de Bachulis. El mismo trabajo de Bachulis sugería que los motociclistas tenían un riesgo 50 veces más alto de sufrir lesiones que los ocupantes de automóviles⁹⁰.

Para responder a la cuestión suscitada por los grupos opuestos a la legislación determinando la obligatoriedad del uso de casco por motoristas en algunos estados de E.E.U.U., la Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en Autopistas (N.H.T.S.A.) se promovió un estudio dirigido a valorar los

efectos del casco sobre la capacidad de los motoristas respecto a visión y audición. Los objetivos en esta experiencia eran valorar la capacidad del conductor en detectar sonidos mientras conducía la moto por autopista así como detectar la presencia de vehículos en los carriles adyacentes antes de iniciar un cambio de carril.

Los resultados del estudio demostraron que los cascos afectan ligeramente la visión lateral del motorista, pero el conductor puede compensar esta restricción en la visión lateral, aumentando la rotación de la cabeza cuando hace un cambio de carril, que consigue compensar la restricción y algunos conductores demostraron no tener ninguna tendencia a compensarla en absoluto. El grado aumentado de giro de la cabeza no produjo una duración aumentada del giro. Los defectos, relativamente mínimos del casco sobre la visión se encontró que eran extremadamente modestos, comparados con la protección ofrecida por un casco en caso de accidente.

También se ha demostrado que el casco no sólo reduce la frecuencia y gravedad de las lesiones craneales y cervicales en general, sino que además protege frente a las lesiones de base de cráneo, lesiones cervicales y encefálicas (Sarkar y cols. 1995).

En otros estudios, se ha observado que la utilización del casco se ajusta en cierta manera a un patrón de usuario, así los motoristas sancionados por consumo de alcohol y drogas hacen menor uso (alrededor de la mitad) del casco que el conjunto de todos los motoristas, también se debe señalar que las franjas de edad entre 24 y 34 años, y durante las horas nocturnas comprenden menor utilización del casco protector.

En resumen, los cascos de motocicleta actuales están diseñados para reducir la severidad de la lesión cerebral mediante tres mecanismos:

1. Ofreciendo una superficie dura que evite el golpe del cráneo.
2. Una capa interna disipa y extiende la energía distribuyéndola por una superficie más amplia.
3. Presentar una superficie suave a la carretera o al objeto de impacto para evitar movimientos (rotaciones) lesivos para la cabeza y el cuello.

Hay que destacar, que el casco debe estar siempre correctamente ajustado, de lo contrario, podría salir despedido debido a movimientos como por ejemplo de rotación anterior. En esta línea, un trabajo realizado por el Departamento de Nebraska de vehículos a motor demostró que aunque el 99% de los motoristas usaban casco, alrededor de la tercera parte de los mismos lo llevaban ajustado inadecuadamente, no resultado totalmente seguro.

No hay que olvidar que recientemente en España se han producido modificaciones en la normativa de tráfico y en este sentido, la utilización del casco en bicicleta no estaba regulado. Actualmente, los conductores y ocupantes de bicicletas deberán utilizar cascos de protección homologados o certificados cuando circulen en vías interurbanas, salvo en rampas ascendentes prolongadas, por razones médicas y en condiciones extremas de calor. En el caso de ciclistas en competición y los profesionales durante los entrenamientos o en competición, se regirán por sus propias normas.

Un aspecto a tener en cuenta son los requisitos de protección de cabeza para bebés y niños, haciendo énfasis en la protección de la cabeza para niños que van en bicicleta o que van en asientos traseros de éstas, no considerando a los niños como adultos a menor escala. Su anatomía y tolerancia a la lesión cerebral, no pueden ser tratados adecuadamente simplemente extrapolando los resultados de adultos.

El casco es lo único imprescindible, nada es tan vital como el casco a bordo de un vehículo de dos ruedas. Proteger la cabeza, es lo más frágil del conductor o su acompañante y donde se producen las lesiones más graves en caso de accidente, es fundamental tanto en moto como en ciclomotor. A una velocidad de 50 km/h, llevar casco puede suponer la diferencia entre la vida y la muerte.

Un elemento importante en el casco es el material con el que está fabricado, que se puede clasificar en dos grandes grupos: plásticos y elásticos.

Si el material es plástico no se recuperará de la deformación que se produzca durante el impacto. Cuando está completamente comprimido, la velocidad de deformación es cero, lo que significa que toda la energía cinética se ha disipado (absorbido); si el material protector es elástico, recuperará su forma original. Mientras ocurre esto, la fuerza seguirá una relación similar, pero disminuirá a medida que se produce la recuperación. En esta situación no hay energía absorbida neta y el objeto recuperará su velocidad inicial (pero en dirección opuesta). La máxima fuerza desarrollada no estará afectada, pero el tiempo durante el cual la cabeza es sobrecargada se duplicará.

La mayoría de materiales reales no son puramente elásticos ni plásticos, sino que tienen algo de ambos. Suelen ser plásticos con fibras reforzadas, como Fidarplast (compuesto de resina) y termoplásticos (policarbonato). La fuerza real que se produce cuando se aplasta un material, depende no sólo del grado de aplastamiento sino también de la resistencia inherente del material y del tamaño del área expuesta⁹¹.

Otro elemento importante es el diseño del casco, que es más o menos esférico en su forma, no plano. La cantidad de energía que se liberará en cualquier situación de accidente nunca puede ser prevista con exactitud. La forma, masa, superficie y rigidez del objeto golpeante no pueden siempre ser previstas.

Además, el usuario del casco tendrá unas necesidades específicas que restringirán las opciones del diseño.

1.2.6.2. Cinturón de seguridad⁹².

Los cinturones de seguridad muestran altos niveles de seguridad incluso a velocidades de choque bajas y tienen un efecto de seguridad más grande en función de una velocidad de choque creciente hasta alcanzar determinadas cifras, por encima de las cuales son ineficaces.

Es importante la correcta colocación del cinturón, ya que si está demasiado flojo, se pueden producir lesiones toracoabdominales por choque de estas regiones anatómicas contra el volante o puede también producirse un fenómeno de “inmersión” originando lesiones en cabeza o cuello e incluso decapitaciones.

En el caso de un choque, el cinturón soporta una carga de 20 a 50 veces el peso del cuerpo. La única estructura corporal que puede soportar esta sobrecarga es la pelvis; por tanto, la banda abdominal debe apoyar sobre las espinas ilíacas anterosuperiores.

En su estudio, Pearce comunica que los cinturones de seguridad salvarían alrededor de 200 vidas y evitarían 7.000 heridos graves anualmente en el Reino Unido. Todos los ocupantes de automóviles, furgonetas y autocares, pero especialmente las mujeres gestantes, deberían siempre llevar puestos los cinturones de seguridad del tipo de fijación en tres puntos, y debidamente adaptado. Los arneses en estos puntos reparten la energía del impacto sobre la pared torácica y la pelvis, la banda diagonal debería pasar por el hombro, y por el tórax entre las mamas, y la banda abdominal debería situarse en la parte superior de los muslos.

En la mujer embarazada, el motivo para no llevar los cinturones de seguridad, es el miedo de incrementar el riesgo de lesión al feto. El factor más importante que produjo lesión fetal en los casos estudiados, fue la deceleración seguida de la flexión forzada del cuerpo materno sobre la banda abdominal, con compresión uterina y desgarro. Los cinturones de seguridad modernos pueden evitar la flexión materna, pero la deceleración puede producir un desprendimiento placentario. El desprendimiento se produce por la deformación de un útero elástico alrededor de una placenta relativamente inelástica. Se cree que se produciría del 1 al 5% de lesiones leves y del 20 al 50% de lesiones graves.

Un modo de evitar estas lesiones sería a través de la información, por lo que cuando reciben clases de preparación al parto, también deberían recibir información respecto a la necesidad de utilizar el cinturón de seguridad y a su correcta posición.

En España, la modificación de las normas de tráfico recientes en el deseo de reducir las situaciones de riesgo se ha hecho extensiva al uso de cinturón en motocicletas ya sea con y sin sidecar, ciclomotores, vehículos de tres ruedas y cuadriciclos que cuenten con estructura de autoprotección y cinturones de seguridad (y conste en su tarjeta de inspección técnica), su conductor y pasajeros estarán obligados a usarlos, tanto en vías urbanas como interurbanas, quedando exentos de utilizar el casco de protección.

1.2.6.3. Dispositivos de seguridad en niños⁹³.

Estudios realizados demostraron que sujetar a los niños, reducía la tasa de mortalidad total en 2/3 partes, mientras que una revisión en los Estados Unidos, indicaba que los niños de 4 años o menos, tenían una probabilidad 10 veces mayor de morir en accidente de tráfico en carretera si no iban sujetos respecto que si

utilizaban dispositivos de sujeción. A pesar de ello, revisiones recientes están de acuerdo en que como máximo, solamente alrededor de una tercera parte de los niños que viajan en coches irían sujetos por algún dispositivo.

En Nueva Zelanda se organizó una estrategia en 1981, de forma que los padres de todos los niños nacidos en el Hospital de la ciudad de Dunedin tenían la oportunidad de recibir un préstamo a interés mínimo para la adquisición de asientos de seguridad para niños, y tuvo tal éxito esta iniciativa, que en 3 años han surgido otras 300 iniciativas similares en Nueva Zelanda.

Se han descrito casos de tetraplejia en niños pequeños, por lesión de vértebras cervicales debido a la posición incorrecta del cinturón en los dispositivos de fijación. El mecanismo general de producción de fracturas de pedículos de la segunda vértebra cervical, es el de hiperextensión de la columna cervical combinada con estiramiento y este fenómeno se produce cuando el ocupante se sumerge debajo de la rama diagonal del cinturón que le comprime.

La forma de sentar a los niños varía según el peso. Los menores de nueve meses se colocan en posición de mirar hacia atrás, fijándoles la sillita y ésta fijada por el cinturón general de seguridad del automóvil. Los niños que midan menos de 66 centímetros y pesen menos de 9 kg. y que son incapaces de sentarse en posición derecha, deben ser colocados mirando hacia atrás en un asiento del coche, y en un ángulo semirreclinado.

La estructura rígida externa del asiento del coche absorbe las fuerzas del impacto y las distribuye de manera uniforme sobre la espalda del niño. Si un niño está mirando hacia delante, la posibilidad de traumatismo craneal, cervical o abdominal aumenta. En algunos casos que han ido sentados incorrectamente, se han descrito desgarros hepáticos en lactantes, que al ir en sentido de la marcha, sufrió un incremento de la presión intraabdominal ocasionando la lesión⁹⁴.

También se ha descrito⁹⁵, un caso de lesión combinada traqueal y de arteria carótida en un adolescente de 16 años con cinturón de seguridad con banda oblicua y sin banda abdominal, y que resultó expulsado del vehículo.

No hay que olvidar la actualización de las nuevas normas de tráfico, que se amplía a cualquier persona mayor de 3 años que no alcance una estatura de 150 centímetros. Los menores de tres años están siempre obligados a utilizar un sistema de sujeción homologado a su peso y talla. Esto supone una diferencia con respecto a la normativa anterior que disponía que los niños de 3 a 12 años de menos de 150 centímetros de estatura, debían utilizar los sistema de sujeción homologados a su talla y peso, siempre que los vehículos dispusieran de él. En caso contrario, debían usar el cinturón de seguridad de los adultos en los asientos traseros. Además, los menores de 3 años, detrás, debían utilizar un sistema de sujeción adaptado a su talla y peso siempre que el vehículo dispusiera de él.

1.2.6.4. Air-bag⁹⁶.

En accidentes de automóvil investigados hasta el momento el despliegue de los air-bags actuales, se ha demostrado que reducen la frecuencia de muertes y lesiones graves en cabeza, cara y dorso⁹⁷.

Para reducir el riesgo de lesiones graves y que supongan un riesgo vital, los air-bags deben inflarse rápidamente con una fuerza considerable. Este hecho en sí mismo, provoca unas lesiones que son por lo general, leves. Por tanto, existe una fuerte evidencia, que los air-bag, disminuyen la frecuencia de lesiones graves y son un sistema de sujeción suplementario eficaz.

En un estudio sistemático de accidentes relacionados con el hinchado del air-bag, aproximadamente el 30% de los conductores estudiados, sufrieron algún tipo de lesión por este elemento de protección, que suele ser eritema y erosiones

cutáneas menores en cara, barbilla o cuello. Además, de producirse erosiones en parte superior de tórax, manos, muñecas y antebrazos.

Otras lesiones relacionadas con el air-bag incluyen contusiones, desgarros del antebrazo, cuello y cara además de trauma ocular ocasionalmente como erosiones corneales.

Al principio del hinchado, la fibra del air-bag, alcanza una velocidad aproximadamente de 160-320 km/h. Reet y Sneider, han demostrado que la lesión por contacto se produce en el punto del impacto inicial del air-bag con la superficie cutánea, más que cuando el tejido suave del air-bag hinchado se desliza sobre la superficie cutánea.

Nuevos patrones de doblado y fibras no cubiertas de baja masa, podrían reducir la frecuencia de esas lesiones por impacto de la fibra textil. Es difícil eliminar estas lesiones debido a la proximidad de las extremidades superiores al módulo del air-bag en el volante y a la necesidad de hincharse rápidamente.

También se han observado quemaduras en mano y muñeca producidas por la salida del gas del air-bag aunque son menos frecuentes que con los modelos precedentes. Algunos diseños de air-bag tenían las salidas de gas a las posiciones 9 y 3 del reloj en la parte posterior que producían quemaduras menores que los diseños que tienen las salidas a las 11 y 1 horas.

Se ha producido una modificación en la porción central del air-bag, con una depresión en el centro que no protuye de forma tan intensa como en modelos anteriores, ya que en éstos era más probable que se produjesen lesiones faciales. Esas bolsas tienen círculos de sutura alrededor del centro de la superficie anterior del air-bag, donde están ancladas las tiras interiores de sujeción. Esta sutura restringe el despliegue de la porción central del air-bag durante su hinchado.

Por tanto, esta diferencia en la costuras así como en la salida del gas, indican que es importante incluir el año de fabricación del vehículo, marca y modelo, cuando se están discutiendo lesiones de los ocupantes para determinar el tipo de air-bag relacionado.

También es importante la posición del ocupante en el coche, ya que la proximidad del usuario al air-bag, podría explicar algunas de las lesiones por contacto.

Un ejemplo de estas lesiones que llegaron a ser mortales (afectación craneoencefálica, cervical y toracoabdominal) es el caso publicado de una conductora norteamericana de talla pequeña que tras el choque a una velocidad de 25 km/hora, debido a la gran energía originada por el impacto a la lesionada (J.Trauma, 1995).

Del mismo modo, el hecho de llevar, brazaletes, pulseras y relojes, ocasiona desgarros menores y contusiones en antebrazos.

Se han descrito lesiones graves como hematomas subdurales y mortales, diástasis de las vértebras segunda y tercera cervical así como rotura de la aurícula derecha y de la válvula aórtica en ocupantes que sufrieron el impacto de este dispositivo de seguridad.

Masseiner y Hahn describen un caso de lesiones mortales en una mujer de pequeña estatura próxima al módulo de air-bag. Sufrió traumatismo craneofacial muy grave, con un desgarró profundo anterior entre bulbo y protuberancia y arrancamiento casi completo de todos los ligamentos de la apófisis odontoides existiendo una separación de la articulación atlanto-odontoidea. La articulación intervertebral entre la primera y segunda cervical estaba rota y ampliamente separada y todas las membranas anteriores entre la base del cráneo y las dos primeras vértebras cervicales estaban también rotas⁹⁸.

1.2.6.5. Sistema automático de aviso de choque⁹⁹.

Es un sistema diseñado para avisar de forma automática al personal del Sistema de Emergencia Médica de la ocurrencia de un choque de vehículo, con el propósito de permitir que un ocupante lesionado reciba asistencia médica lo antes posible ya que el acortamiento en el período asistencial puede significar la diferencia entre la supervivencia y la muerte. En estudios anteriores del profesor Cara en París, de Frey en Alemania y de Boyd en E.E.U.U., ya concluían en los años 70 y 80 que la mortalidad en el trauma está directamente relacionada con el denominado “intervalo libre de tratamiento” y de la calidad de la asistencia médica prestada.

La rapidez y la calidad en la asistencia médica especializada en el lugar del accidente es especialmente útil y necesaria en casos de choque en que los ocupantes han sufrido lesiones graves y que no pueden avisar al Sistema de Emergencia Médica.

Este sistema tiene la capacidad de detectar por medio de acelerómetros instalados a bordo, cuando un vehículo ha sufrido un choque y puede calcular la gravedad del choque en relación a la velocidad. También puede determinar por un sistema automático mediante un receptor global de posición (Global Position System) la localización geográfica del vehículo.

Toda esta información se dirige mediante teléfono celular a una Central de Coordinación Médica del Sistema de Emergencia Médica de forma que la respuesta urgente pueda producirse si es necesario, y además se incluye un sistema de comunicación bidireccional.

Paralelamente al sistema anterior, hay otro que ofrece la posibilidad de trasladar el trabajo de mantener la distancia entre vehículos del conductor al propio coche. Esta nueva tecnología conocida como “Control Inteligente de

Velocidad” (ICC), el vehículo está equipado con sensores que detectan la proximidad a los coches vecinos en el mismo carril y puede tomar una acción adecuada para mantener una distancia de seguridad cuando sea necesario.

Todos los sistemas de control de velocidad de cruceo funcionan de una manera similar, utilizan un sensor de radar láser dirigido hacia delante, montado en el frontal del vehículo, un sistema ICC vigila y ajusta las distancias entre los vehículos que circulan en el mismo carril. Realiza esa función cambiando la marcha del vehículo, reduciendo la transmisión y a veces aplicando los frenos.

Posteriormente, se ha creado un sistema que es una variación del radar, detecta a los vehículos que se están moviendo en el mismo carril, no detecta los vehículos laterales e ignora los objetos inmóviles. El sistema mantiene una distancia “segura” entre vehículos y no se activará si el espacio entre vehículos es mayor del espacio mínimo especificado por el fabricante.

En todo momento el sistema ICC, al igual que cualquier sistema convencional de control de velocidad de cruceo, puede ser anulado por el conductor que puede elegir frenar o utilizar el acelerador. Este sistema mantiene un intervalo más constante que el mantenido por los conductores que controlan manualmente el intervalo. De todas formas, el conductor sigue siendo responsable de todas las acciones referentes a la conducción y debe mantener el control total del vehículo.

En el campo de la Seguridad Vial creen que los sistemas de los vehículos como el ICC ofrecen beneficios de seguridad. La investigación demuestra que muchos choques por alcance son producidos por distracción del conductor, de tal forma que un aviso precoz al conductor de un peligro inminente podría ser uno de esos beneficios en la seguridad.

1.2.6.6. Uso de chaleco reflectante.

La utilización de este elemento preventivo no estaba regulada anteriormente en España. Actualmente, en las nuevas normas de tráfico es una novedad su obligatoriedad. Los conductores de turismos, autobuses, vehículos destinados a transporte de mercancías, vehículos mixtos, conjuntos de vehículos no agrícolas y los conductores y personal auxiliar de los vehículos pilotos de protección y acompañamiento, deberán utilizar un chaleco reflectante de alta visibilidad cuando salgan del vehículo y ocupen la calzada o el arcén de las vías interurbanas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1 MATERIAL .

El material utilizado para la realización de esta Tesis Doctoral se ha obtenido del registro de informes depositados en el subsector de tráfico de la Guardia Civil, ubicado en el acuartelamiento de la VI zona de la Guardia Civil, normalizadas durante el año 2001. Dicho subsector comprende diversos Destacamentos que a continuación indico a modo orientativo, junto con los límites de las carreteras más importantes que discurren por cada uno de ellos, utilizados a nivel interno de dicha Unidad:

- Destacamento VALENCIA-A, con base en Valencia. Cuenta con especialidad de motoristas. La especialidad de atestados que atiende los accidentes que ocurren en su demarcación son realizados por los Equipos de Atestados de la Plana Mayor del Subsector. Corresponde a la zona suroeste de la zona próxima a la capital, teniendo su límite norte en la autovía A-3. Se encuentra acotada por la A-7 que tiene su inicio en el kilómetro 509,000 que entronca con la A-3, y su fin en el km. 541,200 que coincide con el peaje de Silla., así como la N-332, y otras carreteras valencianas que son la CV-50, CV-500 y la CV-502. Estos puntos coinciden con la entrada a la población de Sueca, Montroy y Cullera.

CARRETERA	INICIO	FIN
A-7	509,000 (entronque con la A-3)	541,200 (peaje de Silla))
N-332	257,000 (entrada población Sueca)	285,000 (entrada capital)
CV-50	50,600 (Montroy)	65,700 (entronque con la A-3)
CV-500	0,000 (entrada capital)	28,550 (entrada población Sueca)
CV-502	0,000 (Cullera)	13,600 (cruce con CV-500)

- Destacamento VALENCIA-B, también con base en Valencia. Posee la especialidad de motoristas, al igual que la anterior. La especialidad de atestados que atiende los accidentes que ocurren en su demarcación son realizados por los Equipos de Atestados de la Plana Mayor del Subsector. Corresponde a la parte norte-noroeste de la provincia.. Abarca desde la A-7 en el kilómetro 465,500 que coincide con el límite de la provincia de Castellón hasta el punto kilómetro 508,700 que entronca con la A-3, pasando por las carreteras N-234, 340, CV-50 y 35. Estos puntos coinciden con Puzol, así como el límite del Destacamento de Requena.

CARRETERA	INICIO	FIN
A-7	465,500 (límite pro. Castellón)	508,700 (entronque A-3)
N-234	0,000 (entronque con N-340)	17,800 (límite prov. Castellón)
N-340	926,000 (Puzol)	940,900 (límite prov. Castellón)
A-3	319,000 (límite dest. Requena)	351,500 (capital)
CV-50	66,300 (entronque A-3)	92,700 (Liria)
CV-35	2,000 (entrada capital)	106,800 (límite prov. Cuenca)

- Destacamento Gandía, con base en Gandía. Cuenta con especialidades de motoristas y atestados. Corresponde a la parte sureste de la provincia. Se

inicia en el kilómetro 204,700 de la N-332 que limita con la provincia de Alicante hasta el 254,000 de la entrada de Sueca. Otras líneas limítrofes son la N-337, la CV-50 y 60. En esta zona se encuentra Gandía, la entrada de Sueca , Tabernes de Valldigna y el límite del destacamento siguiente.

CARRETERA	INICIO	FIN
N-332	204,700 (límite prov. Alicante)	254,000 (entrada Sueca)
N-337	0,000 (Gandia)	1,600 (Grao Gandia)
CV-50	0,000	2,000 (Tavernes de Valldigna)
CV-60	25,360 (límite dest. Xátiva)	38,300 (Gandia)

- Destacamento de Xativa, con base en dicha población. Cuenta con especialidades de motoristas y atestados. Coincide con la zona suroeste de la provincia , iniciándose en el punto 604,000 de la N-430 que limita con la provincia de Albacete hasta el 643,000 que entronca con la N-340, además de ésta limitando en la provincia de Alicante y el Destacamento de Alcira y Gandía.

CARRETERA	INICIO	FIN
N-430	604,000 (límite prov. Albacete)	643,000 (entronque con N-340)
N-340	809,850 (límite prov. Alicante)	858,800 (límite dest. Alzira)
CV-40	0,000 (Alcudia de Crespins)	24,350 (Albaida)
CV-41	0,000 (Alzira)	19,100 (Xátiva)
CV-60	0,000 (Albaida)	25,360 (límite dest. Gandia)

- Destacamento de Requena, con base en Requena. Posee las especialidades de motoristas y atestados como las anteriores. Ubicada en la parte oeste de la provincia., desde el kilómetro 247,000 de la A-3 limítrofe con la provincia de Castellón hasta el 319,000 de la misma en el límite del Destacamento Valencia –B, así como las nacionales 322 y 330 situadas en los límites de la provincia de Albacete y Cuenca respectivamente.

CARRETERA	INICIO	FIN
A-3	247,000 (límite prov. Cuenca)	319,000 (límite dest. Valencia B)
N-322	425,300	456,000
N-330	99,050 (límite prov. Albacete)	210,500 (límite prov. Cuenca)

- Destacamento de Alzira, con base ahí mismo. Solo cuenta con especialidad de motoristas. La especialidad de atestados que atiende los accidentes que ocurren en su demarcación son realizados por los Equipos de Atestados de la Plana Mayor del Subsector de Gandía y Xátiva. Se encuentra entre los Destacamentos de Valencia-A, Xátiva y Gandía. Delimitada en la A-7 en el punto 541,200 , la N-340 en el límite del Destacamento de Xátiva y CV-50 en Benifairó hasta, hasta el 600,800 en el límite de la provincia de Alicante así como el kilómetro 48,900 en la población de Real de Montroy.

CARRETERA	INICIO	FIN
A-7	541,200 (peaje de Silla)	600,800 (límite prov. Alicante)
N-340	858,800 (límite dest. Xátiva)	890,000 (entronque con N-332 y A-7)
CV-50	4,620 (Benifairo)	48,900 (Real de Montroy)

En dicho registro de atestados, el número de accidentes atendidos durante el año 2001 fue de 3.180. En estos accidentes se contabilizaron 2.193 heridos leves, 834 graves y 153 fallecidos. Del total de casos, se seleccionaron aquellos cuyas víctimas fueron atendidas en el Hospital Universitario La Fe .

En el supuesto de fallecimiento del accidentado, bien de forma inmediata o diferida, que requieren autopsia judicial, los datos se han obtenido de un registro distinto, recurriendo a la autorización correspondiente y obteniendo los datos de los informes de autopsias. El total de estudios necrópsicos fue 131 tanto si el óbito se produjo de forma inmediata o diferida tras llegar a dicho hospital.

En el caso de heridos atendidos en el Hospital La Fe, que ascendieron a 300 la información se extrajo de la historia clínica del paciente si fue ingresado o del registro de urgencias si no cursó con ingreso.

De ellos, 100 fueron atendidos en la Residencia General, 197 en el pabellón de Rehabilitación y 3 en el Hospital Infantil.

En el total de accidentados, se especifica la condición de los mismos, ya sea por atropello, conductor o pasajero del turismo, moto, camión, ciclomotor, tractor, furgoneta, bicicleta y tren.

En los siniestros, me he ocupado de estudiar las lesiones tanto del conductor como de los acompañantes, así como la mecánica de producción de las lesiones en relación al lugar que ocuparan en el vehículo, si llevaban elementos de seguridad como cinturón de seguridad, así como velocidad o condiciones climatológicas.

La búsqueda de las historias clínicas la realicé a través de un programa informático, que tras proporcionar nombre y apellidos, obteníamos el número de historia o historias según hubiese sido atendido en la Residencia General,

Pabellón de Rehabilitación, Maternidad, Pabellón Infantil, en uno o varios; posteriormente, solicitaba la historia que me proporcionaban varios días después, según éstas estuvieran depositadas en los diversos almacenes del hospital o en los ubicados en el exterior de éste. Una vez la obtenía, la revisaba página por página, buscando el hecho accidental y las lesiones causadas por el siniestro así como su seguimiento hasta su curación, mejoría o fallecimiento.

Si el lesionado, fallece, se realiza la autopsia judicial, registrándose anteriormente en el instituto anatómico forense. Después, he tenido que recurrir a la información recogida en los informes de autopsia.

Tanto de las historias como del informe de autopsia, se obtienen los datos de interés para el estudio propuesto. Tras obtener los datos, he elaborado unas fichas siguiendo el siguiente esquema:

- Las primeras variables son de carácter identificativo, en las que consta, nombre, apellidos, edad y especificando si era conductor o acompañante del vehículo siniestrado.
- Posteriormente, se recogen datos de la fecha y hora, así como carretera y término municipal en el que sucede el accidente, además del tipo de vehículo.
- A continuación, la impresión del lesionado ya sea herido leve, grave y fallecido, así como su destino, siendo éste el hospital La Fe, el Instituto Anatómico Forense o un depósito tanatológico.
- Datos acerca de la posible restricción en la licencia de conducción, y si ha cometido alguna infracción, clase de vía, configuración de la calzada, tipo de intersección, la existencia de otro peligro aparente, superficie, visibilidad, características del accidente ya sea tipo de

accidente o sus causas. Se recoge el día del accidente, día de la semana, la velocidad y el uso de accesorios de seguridad.

- Todas las lesiones traumáticas que presentaba tras consultar la historia clínica, codificadas según CIE-9, cuarta edición y que ha sido actualizada en enero de 2002. A continuación expondré los criterios que sigue esta clasificación que es utilizada en los hospitales nacionales para codificar las enfermedades a pesar que la CIE-10 está publicada y que anteriormente he expuesto. El hecho de no utilizarla, se debe a un problema técnico informático y de adaptación entre ambas clasificaciones.
- En el caso de fallecimiento, la causa, su destino, número de registro tanatológico y tras consultar informes de autopsias, las lesiones encontradas en el cadáver.

Clasificación Internacional de Enfermedades, 9ª Revisión, Modificación Clínica (CIE-9-MC).

El aumento continuo de la actividad de los profesionales que integran el Sistema Nacional de Salud y el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías, dan lugar a una gran cantidad de información que hace necesaria la utilización y el manejo de diferentes Sistemas de Información. Éstos, son en la actualidad uno de los pilares fundamentales en la toma de decisiones y deben ser capaces de definir con exactitud la actividad realizada en los centros sanitarios, determinar la producción y conocer la calidad con la que se realiza esa actividad.

La importancia y el desarrollo adquirido por los sistemas de información basados en el Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD) al alta hospitalaria,

como sistema para la gestión de la información homogeneizado y como fuente de información cada vez de mayor calidad, lleva asociada la necesidad de una actualización permanente por parte de cuantos utilizan esta información, ya sea en el ámbito de la Planificación Sanitaria, de la Gestión, o en el Clínico-asistencial.

En este contexto, la Clasificación Internacional de Enfermedades como sistema de clasificación clínico, es hoy por hoy, referencia obligada en el Sistema Nacional de Salud y una herramienta básica que proporciona a los profesionales indicadores de calidad de su actividad asistencial, al tiempo que les ofrece la posibilidad de identificar aquellos procesos sobre los que su actuación implicaría una mejora en la misma.

La Clasificación Internacional de Enfermedades, Revisión 9ª, Modificación Clínica (ICD-9-CM), se basa en la versión oficial de la 9ª Revisión de Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9) de la Organización Mundial de la Salud. La CIE-9 está diseñada para clasificar los datos sobre morbilidad y mortalidad recogidos con fines estadísticos y para la clasificación de las historias clínicas por enfermedad y operaciones, con objeto de facilitar el almacenamiento y recuperación de dichos datos ya que todo sistema de información de salud requiere datos homologables que permitan la comunicación unívoca entre los usuarios del sistema. La información de salud se basa en la terminología médica que, como lenguaje natural, responde a una diversidad de criterios, expresión de las distintas ramas del quehacer médico. Surgen así diferentes clasificaciones basadas en conceptos específicos expresados de forma variada, en distintos campos de información.

Los esfuerzos estructurales por unificar y homogeneizar el lenguaje utilizado para definir las diferentes categorías nosológicas no son de hoy. La primera clasificación internacional se publica a finales del siglo XIX, como “Lista

Internacional de Causas de Defunción” por el Instituto Internacional de Estadística, en Viena. Esta iniciativa recibe el apoyo de la Sociedad de Naciones, y en 1946, en su 6ª Revisión, pasa a ser responsabilidad de la Organización Mundial de la Salud.

En 1976, la OMS publica su 9ª Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades, traducida al castellano en 1978.

Ese mismo año la Comisión de Actividades Profesionales y Hospitalarias de los Estados Unidos publica su Modificación Clínica, a la 9ª Revisión, en donde añade un eje clínico, ofreciendo a los practicantes de la medicina un instrumento aplicable a su labor diaria en el ámbito hospitalario.

Desde entonces, esta Modificación Clínica de la 9ª Revisión de la OMS ha servido, asimismo, como clasificación de referencia para toda la investigación llevada a cabo sobre la posibilidad de agrupar los enfermos, no sólo por diagnóstico, sino de acuerdo con el proceso realizado durante su paso por el sistema sanitario, al objeto de evaluar los resultados obtenidos, tanto cara al usuario como al gestor del sistema.

Estos datos permiten al profesional conocer el abanico y resultado de sus actividades, así como implementar las medidas que estime más oportunas para garantizar su calidad.

El Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud recogió y aprobó el empleo de esta clasificación en diciembre de 1987, quedando establecido el marco de referencia para el desarrollo de cualquier sistema de información en nuestros servicios de salud, permitiendo el establecimiento de datos homologables, tanto a nivel nacional como internacional.

La modificación de la CIE-9 sustituye a la Clasificación Internacional de Enfermedades Adaptada para su Utilización en los Estados Unidos (ICDA-8) y la Adaptación para Hospitales de ICDA (H-ICDA).

La idea de ampliar la Clasificación Internacional de Enfermedades para su uso en los archivos de hospitales se desarrolló originalmente como respuesta a la necesidad de una base más eficaz para el almacenamiento y recuperación de datos diagnósticos. En 1950, el Servicio de Salud Pública de Estados Unidos y la Administración de Veteranos de Guerra iniciaron pruebas independientes con la Clasificación Internacional de Enfermedades, dirigidas a la clasificación de los archivos hospitalarios. El año siguiente, el Columbia Presbyterian Medical Center en Nueva York adoptó la Clasificación Internacional de Enfermedades, 6ª Revisión, con algunas modificaciones para uso de su departamento de archivos médicos. Unos años más tarde, la Comisión sobre Actividades Profesionales y Hospitalarias adoptó la Clasificación Internacional de Enfermedades como modificaciones similares para su uso en aquellos hospitales que participaban en el Estudio de Actividad Profesional.

El problema de la adaptación de la CIE, para clasificar las historias clínicas hospitalarias, fue abordado por el Comité Nacional de Estados Unidos sobre Estadísticas Vitales y de Salud, a través del subcomité sobre Estadísticas Hospitalarias. Este subcomité revisó las modificaciones realizadas por los distintos usuarios de la CIE y propuso la realización de cambios normalizados. Dicha tarea fue llevada a cabo por un pequeño grupo de trabajo.

A la vista del creciente interés en el uso de la Clasificación Internacional de Enfermedades para la ordenación de datos hospitalarios, se emprendió en 1956, un estudio por la Asociación de Hospitales Americanos y la Asociación de Archivos Médicos de Estados Unidos (en aquel entonces llamada la Asociación

Americana de Bibliotecarios de Historias Clínicas), sobre la eficiencia relativa a los distintos sistemas de codificación para la clasificación diagnóstica. Este estudio indicó que la Clasificación Internacional de Enfermedades proporcionaba un marco adecuado y eficiente para la clasificación de historias clínicas. Los principales usuarios de la Clasificación Internacional de Enfermedades en hospitales consolidaron entonces sus experiencias y en diciembre de 1959 se publicó la primera adaptación. En 1962 se publica una revisión, incluyendo en esta ocasión la primera “Clasificación de Operaciones y Tratamientos”.

En 1966, la Conferencia Internacional para la revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades resaltó que la 8ª Revisión de la CIE había sido realizada pensando en las clasificaciones para hospitales y consideró que la clasificación revisada sería idónea en sí misma para su uso en hospitales de ciertos países. Sin embargo, se reconoció que la clasificación básica posiblemente proporcionaría un detalle inadecuado para la clasificación diagnóstica en otros países. Se pidió a un grupo de asesores que estudiara la revisión 8ª de la CIE (CIE 8) para su aplicabilidad a los distintos usuarios en Estados Unidos. Dicho grupo recomendó que se proporcionaran más detalles para la codificación de datos hospitalarios y de morbilidad. Se pidió a la Asociación de Hospitales Americanos que desarrollara las propuestas de adaptación que fuesen necesarias. Esta tarea fue llevada a cabo por un comité asesor (el Comité Asesor ante la Oficina Central sobre la ICDA). En 1968, el Servicio de Salud Pública de Estados Unidos publicó la Octava Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades, adaptada para su Uso en Estados Unidos (publicación PHS, 1968). Este documento se llegó a conocer comúnmente como CDA-8 y a partir de 1968 sirvió como base para la codificación de los datos diagnósticos utilizados para las estadísticas, tanto de morbilidad como de mortalidad en Estados Unidos.

En febrero de 1977, un Comité Directivo fue convocado por el Centro Nacional de Estadística Sanitaria para proporcionar asesoramiento y consejo para el desarrollo de una modificación clínica de la CIE-9. Las organizaciones representadas en dicho Comité Directivo fueron:

- American Association of Health Data Systems.
- American Hospital Association.
- American Medical Record Association.
- Association for Health Records.
- Council on Clinical Classifications.
- WHD Center for Classification of Diseases for North America, sponsored by the National Center for Health Statistics, DHEW.

El Comité Directivo se reunió a intervalos periódicos a lo largo de 1977. La orientación clínica y las aportaciones técnicas fueron proporcionadas por los Grupos de Trabajo sobre la Clasificación establecidos por las organizaciones patrocinadoras del Consejo de la Clasificación Clínica.

La ICD-9-CM es una modificación clínica de la Clasificación Internacional de Enfermedades, 9ª Revisión (CIE-9) de la Organización Mundial de la Salud. El término “clínico” se utiliza para subrayar el propósito de la modificación: el de servir tanto como herramienta útil en el campo de la clasificación de los datos de morbilidad para la ordenación de las historias clínicas, las revisiones de los cuidados médicos y los programas de cuidados ambulatorios y otros cuidados médicos, como para las estadísticas de salud básicas. Para describir el cuadro clínico del paciente, los códigos deben ser más precisos que aquellos que se necesitan exclusivamente para agrupaciones estadísticas y análisis de tendencias.

En 1985 el Departamento de Salud y Servicios Sociales crea el Comité de Mantenimiento y Coordinación de la CIE-9-MC. La función del Comité sería desarrollar las propuestas de revisión de la CIE-9-MC para incorporar nuevos procedimientos y tecnologías así como nuevas enfermedades. Además, el Comité debería corregir los errores de la CIE-9-MC.

Entre la creación del Comité en 1985 y el 1 de octubre de 1988, el Comité editó cuatro apéndices oficiales. La tercera edición de la CIE-9-MC, volumen 3 contiene todos los apéndices hasta el 1 de octubre de 1988.

CARACTERISTICAS DE LA ICD-9-CM.

La ICD-9-CM está publicada en tres volúmenes:

- VOLUMEN 1 Enfermedades: Lista Tabular.
- VOLUMEN 2 Enfermedades: Indice Alfabético.
- VOLUMEN 3 Procedimientos: Lista Tabular e Indice Alfabético.

La ICD-9-CM supera, con mucho, a sus antecesores en el número de códigos que se proporcionan. La clasificación de enfermedades ha sido ampliada para incluir los estados físicos relacionados con la salud y para proporcionar una mayor especificidad a nivel del quinto dígito. Dichos quintos dígitos no son opcionales; se han confeccionado para su utilización en el registro de los datos de información objetivada en la historia clínica.

El volumen 1 de la ICD-9-CM contiene cinco apéndices:

- Apéndice A Morfología de Neoplasias.
- Apéndice B Glosario de Trastornos Mentales.

- Apéndice C Clasificación de Productos Farmacéuticos por su Número en la Lista de los Formularios de los Servicios Hospitalarios Americanos y sus equivalencias ICD-9-CM.
- Apéndice D Clasificación de los Accidentes Industriales según Agente.
- Apéndice E Lista de categoría a tercer dígito.

Dichos apéndices se incluyen como referencia para el usuario, proporcionando una mayor información sobre el cuadro clínico del paciente al definir aún más, un diagnóstico, o para ayudar en la clasificación de nuevos productos farmacéuticos, o para indicar las categorías de tres dígitos.

El segundo volumen de la CIE-9-MC contiene más términos diagnósticos que no aparecen en el volumen 1, el índice incluye unos términos diagnósticos utilizados en uso diario.

El tercer volumen de la CIE-9-MC también incluye un mayor detalle clínico con respecto a sus antecesoros y esto ha sido facilitado por la expansión de rúbricas de tres a cuatro dígitos.

La ICD-9-CM es totalmente compatible con el sistema en donde tiene su origen la CIE-9, satisfaciendo así la necesidad de comparación de estadísticas de morbilidad y mortalidad a nivel internacional. Se crearon algunos códigos del cuarto dígito en las rúbricas de tres dígitos existentes sólo cuando el detalle necesario no pudo acomodarse mediante el uso de una subclasificación del quinto dígito. En estos pocos casos (28 categorías de tres dígitos) el símbolo especial cuadrado a la izquierda del código indica que el contenido de aquella categoría difiere de su homólogo en la CIE-9, sin embargo, incluso en dichos casos es

posible volver a crear las rúbricas originales de la CIE-9 mediante la conveniente recombinación de las categorías de la CIE-9.

Esta experiencia fue de inestimable valor en la confección de una clasificación que permitiese el análisis de los servicios de cuidados médicos en los hospitales y en las áreas de cuidados primarios.

Para una mejor comprensión de este trabajo, voy a exponer las características del Hospital Universitario La Fe así como su distribución.

El material obtenido se ha extraído de los casos atendidos en el servicio de urgencias ubicado en la Residencia General de dicho hospital, aunque algunos casos se atendieron en el Hospital Infantil.

Este hospital está situado en Valencia y comprende cinco edificios: la Residencia General, Rehabilitación, Centro de Quemados, Maternidad y el Hospital Infantil. Atiende a la población del área 6 que asciende a 295.766 habitantes durante el año 2000-2001. Posee 1.389 camas funcionantes, siendo ésta la media anual, y un total de 407.552 estancias. El número de consultas externas que se realizaron fue de 722.818.

En el área quirúrgica, se contabilizaron 30.150 intervenciones. Por último, subrayo la cifra de 205.732 urgencias que se atendieron en el hospital en las diversas puertas de urgencias de las que consta.

Voy a pasar a exponer cada uno de estos centros que forman en su conjunto el hospital.

1. Centro de Quemados.

En primer lugar, el Centro de Quemados, que atiende las provincias de Valencia, Castellón, Albacete, Ibiza, parte de Teruel y en ocasiones Cuenca. La provincia de Alicante posee una unidad de quemados. Cuenta con un total de

catorce camas, dos salas de curas y tres quirófanos, uno de ellos se encuentra en el centro de quemados, donde se realizan intervenciones quirúrgicas diariamente, y los otros dos, en la tercera planta del centro de Rehabilitación que también forma parte del servicio de quemados. En uno de éstos, se realiza Cirugía Plástica general y en el otro cirugía local o de ciclo corto diariamente. Este centro es uno de España, junto con el de La Coruña, Bilbao, Barcelona, Sevilla, Murcia, Alicante, Zaragoza y Madrid que posee dos, el de La Paz y Getafe.

Otras ciudades de España, cuentan con unidades de quemados. Por tanto, se establece la diferencia entre centro y unidad de quemados dependiendo de la localización corporal de las quemaduras así como de otros parámetros.

El número total de ingresos durante 2001 en quemados fue de 220, de los cuales 170 corresponde a ingresos externos y 50 a internos. De los 170, 80 eran ingresos programados y 90 urgentes. El número total de urgencias fue de 2.039, una estancia de 2.364 entendiéndose por ello las camas funcionantes ocupadas durante el año.

En relación a lo que se consideran grandes quemados, el número total de ingresos ascendió a 116, de éstos hay que diferenciar entre ingresos externos contabilizándose 97 y los ingresos internos, 19. En los primeros, se realiza la distinción entre ingresos programados con un número de 2 e ingresos urgentes 95.

2. Pabellón de Rehabilitación.

Otro de los edificios que forman el Hospital La Fe lo constituye el pabellón de Rehabilitación que acoge los enfermos que le llegan del área 6 situada en Valencia. Su puerta de urgencias se encuentra ubicada en la Residencia General, donde los enfermos son atendidos en primera instancia y posteriormente

son trasladados las personas que necesiten atención médica del pabellón de Rehabilitación.

En el año 2001 se registraron 28.664 urgencias. El total de ingresos fue 8.027 y de altas 7.090. El número de camas instaladas es de 314, siendo el número de camas funcionales 250,33. Los servicios de los que consta este pabellón son, Trauma A con diversas secciones en distintas plantas, Trauma B que también se encuentra distribuida en diversas plantas y secciones; además, posee un servicio de sépticos del que depende organizativamente pero que recibe enfermos de todos los servicios.

Otro servicio es Rehabilitación, además de Parapléjicos ubicado en el semisótano. Además de estos servicios, posee Cirugía Plástica y Maxilo Facial. Reanimación, es otro de los servicios que posee el pabellón de Rehabilitación, y Psiquiatría. Independientemente de estos servicios, consta de la Clínica del Dolor, Unidad de Urodinámica y por último, la Unidad de Ortóptica y Pleóptica.

3. Residencia General.

Ahora, paso a describir la Residencia General, cuenta con 763 camas estructurales repartidas en tres áreas, que son el área quirúrgica con 282, el área médica que tiene asignadas 433 y la de críticos con 48. Hay que añadir 30 camas de Observación en urgencias, que no se contabilizan a efectos estadísticos. Esta puerta de urgencias posee un registro común para la Residencia General y Rehabilitación, ahí se dirigen las urgencias directamente, excepto los quemados que van directamente al centro de quemados, los niños que se dirigen al hospital infantil y embarazadas que van a maternidad. Continuando con la descripción de la Residencia General, estructuralmente se reparte entre once plantas, una planta

baja, semisótano y sótano. Cada planta tiene tres secciones, con quince habitaciones por sección. Habitualmente, cada sección corresponde a un servicio, aunque hay alguna que posee varios. En la tercera planta, se encuentra el Hospital de día, que posee 32 sillones y 8 camas, y atiende los enfermos que reciben quimioterapia y programados a lo largo del día.

Posee los servicios de Alergia, Cardiología, Endocrinología, Hematología, Medicina Digestiva y Medicina Interna. En el semisótano se encuentra Curiterapia que posee cuatro camas, dotado de los acondicionamientos imprescindibles de blindaje y Medicina Nuclear que cuenta con dos. Cuenta con el servicio de Dermatología que posee Consultas Externas solamente; Radiodiagnóstico que no registra ingresos salvo excepciones y la interconsulta de Nutrición y Dietética. No hay que olvidar los servicios de Nefrología, Neumología, Oncología al que llegan numerosos casos del área que cubre, Neurología, Cirugía de tórax entre otras. Mención especial merece la organización de trasplantes que dicho hospital posee, realizando de córnea, hepático, pulmonar, cardíaco y renal. El número total que se realizó en 2001 fue de 268 contando queratoplastías y retrasplantes y 224 sin contabilizar queratoplastías.

Los servicios de Reanimación e Intensivos tienen asignadas 26 y 22 camas respectivamente, cuentan con un concierto con clínicas privadas. En los casos que estos servicios se encuentren sobresaturados, casos agudos o por problemas técnicos, los enfermos podrán ser trasladados a estas clínicas privadas cuyo coste correrá a cargo del Servicio Valenciano de Salud. También es posible que algunos pacientes requieran tratamiento en cámaras hiperbáricas, no siendo posible prestarlo este hospital por lo que los enfermos se remiten a la clínica privada del Perpetuo Socorro en Alicante. Las patologías que suelen requerir este tratamiento

son amputaciones de miembros, oncológicos, trasplantes de médula ósea y patología por descompresión en situaciones de buceo.

El número de urgencias registrado durante el año 2001 ascendió a 133.175 casos incluyendo los de la Residencia General y Rehabilitación, excepto Quemados. El número de intervenciones quirúrgicas fue de 12.983, distinguiéndose entre urgentes con 3.753 casos y programadas con 9.230. En el primer caso, se distingue las intervenciones urgentes que requirieron anestesia general con 1.714 casos y con anestesia local 2.039. En cirugía programada, que se empleó anestesia general, el número fue de 6.223, siendo 307 con anestesia local. No hay que olvidar el número de ingresos que fue de 23.101 casos, dando el alta 23.112.

4. Maternidad.

Otro de los edificios, que constituye el hospital es el edificio de Maternidad. Posee once plantas y el servicio de urgencias ubicado en la planta baja, con cuatro paritorios, siendo tres funcionantes, tres salas de reconocimiento y once puestos de dilatación. Además consta de cuatro quirófanos para cirugía programada y uno para cirugía de urgencias. A este servicio de urgencias, llegan las mujeres embarazadas pero raramente ingresa la embarazada que ha sufrido un accidente de tráfico, ya que las consultas urgentes incluso el ingreso lo hacen en la Residencia General o Rehabilitación. Aquí solo ingresan los accidentes casuales como caídas en casa o en la vía pública, pero recibe las interconsultas que lo solicitan de los distintos servicios de los distintos pabellones, quedando registrada y archivada en la historia clínica.

Maternidad atiende los casos que le llegan del área sanitaria 6 al igual que el resto del hospital pero con la diferencia que también atiende el área 5 en

Obstetricia, ya que el Hospital Arnau de Vilanova no posee esta especialidad y es por sectorización adonde deberían dirigirse. Tiene asignadas 203,4 camas funcionantes y 218 camas estructurales repartidas por las diversas plantas. Se encuentran distribuidas del siguiente modo, 140 para Obstetricía, 38 Ginecología, 17 Oncología, 3 para Reproducción Asistida, 6 en Reanimación y por último 14 reservadas a Psiquiatría. Además de estas especialidades, consta de la U.C.S.I., o Unidad de Cirugía sin Ingreso situada en la segunda planta. No hay que olvidar, el servicio de Neonatología situado en Maternidad que consta de Cuidados Intensivos, Cuidados Intermedios distinguiendo entre nivel 1, nivel 2 y nivel 3 y Cuidados Mínimos.

Se debe hacer mención especial, al Servicio de Fecundación In Vitro que es un servicio de referencia de la Comunidad Valenciana junto con el Hospital Clínico Universitario y el Hospital General de Alicante, que atiende los casos de forma particular que le llegan de esta Comunidad , así como de otros lugares de España como Mallorca, Andalucía, Badajoz y Albacete, tras la cumplimentación de las “propuestas de canalización”, debido a que un hospital no tiene una determinada técnica, se remite a otro que la posee tras la autorización de la administración pertinente.

El número de urgencias registradas durante el año 2001 ascendió a 22.078 casos. Se contabilizaron 11.353 ingresos externos de los cuales 2.187 eran programados y 9.166 urgentes.

5. Hospital Infantil.

Otro de los pabellones que constituye el Hospital La Fe, corresponde al Hospital Infantil. Posee 263 camas repartidas en 13 salas y distribuidas en varias plantas constituidas por el sótano, semisótano, planta baja, primero y segundo piso. Consta de tres áreas, que son Neonatología, Medicina Pediátrica y por último Cirugía e Intensivos. Neonatología, como ya he descrito anteriormente, físicamente se encuentra en Maternidad, distinguiendo Intensivos, Cuidados Intermedios con sus distintos niveles y Cuidados Mínimos. El área de Medicina Pediátrica, que atiende a los niños hasta dos años. Se distinguen varios servicios que son Lactantes, Escolares, Infecciosos, Oncología y Trasplantes. En aquél momento, contaba con la Unidad de Observación de Urgencias, que actualmente ha desaparecido. Los niños tributarios de una intervención quirúrgica ingresan en el área de Cirugía, según la edad se distinguen Lactantes y Escolares. Estas secciones, no tienen camas asignadas, por lo que ingresan indistintamente, en Lactantes hasta los cuatro años y luego en Escolares hasta los catorce años y un día.

El número de urgencias durante el año 2001 fue de 48.500 casos , existiendo 14.233 ingresos, de ellos 3.558 fueron programados y 6.784 urgentes. Cubre las áreas 5 y 6, ya que el Hospital Arnau de Vilanova no posee servicio de Pediatría. Atiende a una población de 273.757 habitantes en el área 5 de los cuales 43.198 son menores de 14 años; el área 6, cuenta con 325.502 habitantes, de los que 43.651 son menores de 14 años.

2.2 MÉTODO.

Para la recogida de datos se confeccionó una plantilla y fichas que me permitían recoger los datos extraídos del documento modelo T-2 que cumplimenta la Guardia Civil tras atender un accidente.

En mi estudio me he centrado en los casos de fallecidos así como los heridos remitidos al Hospital La Fe. Las variables recogidas en cada caso fueron las siguientes:

- Iniciales del lesionado, se recogieron para buscar posteriormente la historia clínica en el hospital.
- Edad.
- Lugar que ocupaba en el vehículo o si era peatón.
- Fecha.
- Hora del accidente.
- Vía y punto kilométrico.
- Término municipal.
- Vehículo que conducía.
- Primera impresión diagnóstica.
- Restricciones u observaciones del conductor.
- Configuración de la calzada.
- Tipo de intersección si lo había.
- Peligro aparente.
- Superficie.

- Visibilidad
- Clase de accidente.
- Primera causa del accidente.
- Segunda causa del accidente.
- Día del accidente, en el que se especifica si es laboral o festivo.
- Día de la semana.
- Velocidad del vehículo.
- El uso de accesorios de seguridad.
- Tipo de infracción si la hubiere por parte del conductor.
- Destino del lesionado o fallecido.

Una vez cumplimentados los datos, me dirigí al Hospital La Fe donde solicitaba las historias clínicas y consultaba las lesiones del accidente que posteriormente codificaba siguiendo los criterios de la CIE-9-MC. En el caso de los fallecidos, consultaba los informes de autopsia tras averiguar el número de registro de entrada del cadáver en el Instituto Anatómico Forense. En el estudio 59 casos se han excluido por no poder obtener los datos de autopsia o de la historia clínica.

A continuación, los resultados han sido sometidos a un estudio estadístico realizado con el paquete estadístico SPSS 11.5.

En primer lugar, se ha realizado un análisis descriptivo de todas las variables en la base de datos utilizando tablas de frecuencia y gráficas de sectores o barras. Posteriormente, como el estudio de las lesiones, se ha realizado un análisis de ellas según la gravedad, frecuencia o por regiones anatómicas.

Utilizando tablas de contingencia se han analizado las lesiones con las diferentes variables que pudieran intervenir. También se han analizado tres variables simultáneamente utilizando tablas de contingencia.

3. RESULTADOS Y SU ANÁLISIS.

De los 450 casos recogidos en el presente estudio, 140 correspondían a fallecidos y el resto fueron lesionados atendidos en el hospital La Fe .

En dicho hospital, el año 2001 se atendieron 205.792 urgencias en el Hospital La Fe de Valencia. Esta cifra, se distribuye de la siguiente manera, 104.511 casos atendidos en la Residencia General, 28.664 en Rehabilitación, 22.078 casos en Maternidad, 48.500 en puertas de urgencias del Infantil y por último 2.039 visitas en el servicio de Quemados.

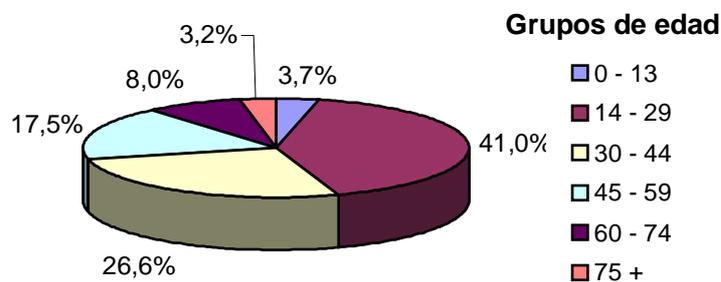
3.1.DATOS DEL LESIONADO.

3.1.1 Edad.

La edad representa una de las características primordiales de los accidentes, ya que los siniestros de tráfico supone la implicación de una población considerada joven y adulta.

En la tabla, se recoge la frecuencia según las edades hasta mayores de 75 años. No constando la edad en un total de 11 casos.

Grupos de Edad	N casos	%	% acumulado
0 - 13	16	3,6	3,6
14 - 29	180	40,0	43,6
30 - 44	117	26,0	69,6
45 - 59	77	17,1	86,7
60 - 74	35	7,8	94,4
75 +	14	3,1	97,6
No consta	11	2,4	100,0
Total	450	100,0	



Se observa que la frecuencia de accidentados decrece a partir de los 45 años. Analizando por grupos de edades, se observa que en edades comprendidas entre 14 y 29 años, el número de casos es de 180 que supone un 40 % del total de casos estudiados.

También hay que hacer mención especial a los accidentados cuya edad está comprendida entre 30 y 44 años que supone un 26% de los casos estudiados, siendo 117 el número de accidentados contabilizados.

El hecho que el acceso al permiso de conducción para ciclomotores sea posible a la edad de 14 años, da lugar a un número importante de conductores poco experimentados e inmaduros al mando de unos vehículos que aunque de poco peso y velocidad, circulan como un vehículo más.

Tras el estudio de los datos obtenidos, se observa que el mayor número de casos corresponde a la edad de 22 años, representa el valor de la moda; encontrándose la mediana en 31 años.

Los casos con edades por debajo de 14 años corresponden a lesionados acompañantes de los vehículos implicados en los siniestros o a peatones atropellados.

La edad media de los accidentados es de 35,56 años, observándose que la edad mínima que se atendió fue de 1 año y de 88 años el de mayor edad.

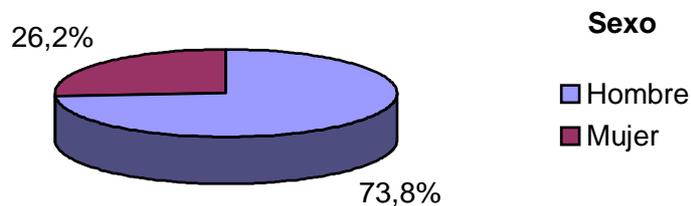
Otros estudios reflejan edades medias también muy jóvenes, como el de Entrena¹⁰² que la establece en 30,72 años.

Por su parte, Blanquer, estima que la edad media de las víctimas de los accidentes de tráfico en 26,6 años. Rodríguez Getino, establece la década de mayor incidencia entre los 20 y los 30 años.

3.1.2 Sexo.

Esta variable muestra respecto al sexo de las víctimas un claro predominio del varón con el 73,8% de las víctimas, contabilizando 332 casos, respecto a la mujer que representa el 26,2% y que asciende a 118. Según se desprende de las gráficas siguientes.

Sexo	N casos	%	% acumulado
Hombre	332	73,8	73,8
Mujer	118	26,2	100,0
Total	450	100,0	



Esta mayor frecuencia en hombres, se puede pensar que se deba a que conducen un mayor número de hombres, lo que significa que recorren más kilómetros que las mujeres y por tanto, son más susceptibles de sufrir un accidente de tráfico. También es posible, que se deba a causas psicológicas, ya que la utilización del coche responde más a estas causas que a motivos reales, pues la posesión del automóvil es un reflejo de la personalidad de su conductor.

El deseo del hombre de poseer un coche arranca desde la infancia, donde para jugar es imprescindible tener entre sus manos una réplica de la máquina. Cuando tiene la posibilidad de adquirirlo, se le plantea la oportunidad de ser un poco más independiente de la familia. Además, tiene la posibilidad de conquistar distancia y también mujeres. Sin embargo, a la mujer esto ya no le impresiona tanto. Al convertirse ella también en conductora tiene la sensación de haber roto la tradición para la que había sido educada.

La diferencia de carácter se demuestra en otros aspectos, ya que los varones se sienten más seguros de sí mismos en la conducción, lo que hace que asuman más riesgos que las mujeres. Esto se exterioriza por una elevada velocidad y una mayor impetuosidad. El hombre suele conducir mucho más

rápido y por el contrario, la mujer es más prudente. En el término medio se encuentra la velocidad adecuada, es aquella que, sin rebasar los límites establecidos, permite circular con seguridad adaptándose en cada momento a las condiciones específicas relativas al estado del conductor, de la vía y del vehículo.

Generalmente es conocido, quizá porque lo hayamos percibido en más de una ocasión, que, a medida que aumenta la velocidad, se reduce la capacidad de dominio de un vehículo, y consecuentemente, aumentan las probabilidades de sufrir un accidente. Pero no sólo el número de accidentes se va incrementado a medida que lo hace la velocidad, sino también, y esto es muy importante, aumenta la gravedad de los mismos.

La velocidad supone para el hombre una prueba de su hombría; mientras que para la mujer representa una amenaza contra su seguridad e incluso para su buen hacer en la conducción.

Ser hombre o mujer marca diferencias en la conducción como en muchos ámbitos de la vida. No es raro pensar que al volante no hay nadie mejor que uno mismo; sin embargo, tanto los unos como las otras continúan luchando para demostrar que cuando se trata de caballos de vapor es siempre el otro quien no tiene razón.

Por otra parte, se observa un mayor consumo de alcohol y de sustancias tóxicas en varones, lo que hace que se altere la percepción sensorial así como la conducta. España posee una de las cifras más elevadas de víctimas mortales en accidentes de tráfico. Actualmente, es la primera causa de muerte no natural.

Entre el 30 y el 50% de todos los accidentes graves, con víctimas mortales, afectan a personas que han tomado alguna bebida alcohólica antes de sufrir el accidente. Dentro de ese porcentaje, un grupo con especial riesgo, lo constituye el de jóvenes entre 17 y 25 años de edad. Otro factor que se debe tener en cuenta es

que el efecto del alcohol en cada una de las personas no es correlativo a la cantidad ingerida, sino que depende de las características particulares de tipo genético inherentes a cada individuo.

Estos datos explicarían parte de los hallazgos encontrados en la realización del trabajo, ya que se observa una mayor frecuencia de accidentes en varones así como en la edad temprana de la vida.

El hecho que el mayor número de accidentes se produzca en personas jóvenes, también hace suponer que es debido al carácter impetuoso de los jóvenes así como a una falta de conciencia del peligro. Además, es más frecuente el consumo de sustancias tóxicas durante la juventud, lo que se suma a un mayor número de salidas durante los fines de semana, donde estos hechos comentados suceden con más frecuencia.

Hinojal, en estudios sobre accidentes de moto, encuentra unos porcentajes del 66% para varones, contra el 34% de mujeres. Blanquer, encuentra unos porcentajes del 69,9 % para el varón y del 30,2 % para la mujer. Rodríguez Getino, los establece en el 83% para el varón y el 17 % para la mujer.

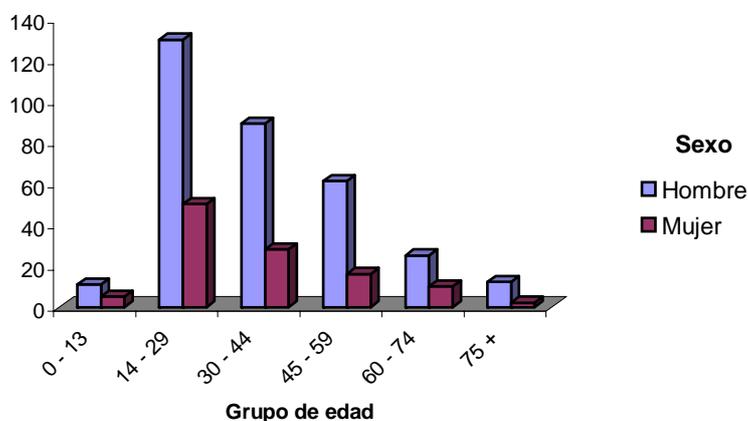
3.1.3 Sexo y grupos de edad.

Si se comparan estas dos variables, se observan que en todos los grupos de edad, el mayor número de accidentes lo sufren los hombres.

El mayor número de casos que asciende a 130 hombres se encuentra en el grupo de 14 a 29 años frente a los 50 casos de mujeres en ese mismo grupo de edad. La explicación a este hecho puede ser debido al uso de ciclomotores que a partir de los 14 años se puede realizar, siendo mayor en el sexo masculino. A este factor se une el elevado número de personas que a esa edad hacen uso del vehículo principalmente los fines de semana.

En contraste con los datos anteriores, el menor número de varones se observa del grupo de 0 a 13 años, posiblemente sea debido al menor número de niños que viajan en comparación con otros grupos de edad, a esto se añade la obligatoriedad de utilizar dispositivos de seguridad especiales dirigidos a ellos y por tanto, que contribuyen a un menor número de lesionados.

Grupos de Edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
0 - 13	11	5	16
14 - 29	130	50	180
30 - 44	89	28	117
45 - 59	61	16	77
60 - 74	25	10	35
75 +	12	2	14
No consta	4	7	11
Total	332	118	450



3.1.4 Sexo y tipo de accidente.

Se observa que en el sexo masculino el mayor número de accidentes se producen por salida de la vía que también es el de mayor incidencia en las mujeres pero que existe una gran diferencia entre los dos, ya que los casos

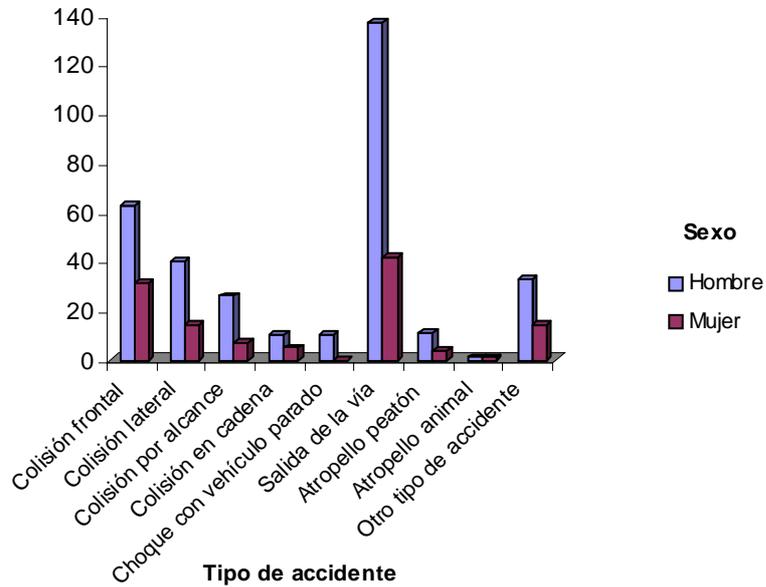
ascienden a 137 en los hombres frente a los 42 de las mujeres, supone una proporción de 1/3.

El segundo lugar en incidencia se encuentra en las colisiones frontales con 63 casos de hombres que si comparamos con el grupo anterior hay una gran diferencia en cuanto a incidencia. En relación al sexo femenino, los casos que se observan en este grupo es de 31 que en comparación con el grupo anterior no hay tanta diferencia como se observa en los varones, que representa una proporción de 1/2.

El tercer lugar en cuanto a frecuencia se refiere, se observa una incidencia de 40 casos en el que se ha producido una colisión lateral frente a los 14 mujeres que sufrieron el mismo tipo de accidente.

He expuesto los tres casos más frecuentes, pero también hay que destacar la existencia de otros aunque con una frecuencia menor, pero siempre mayor en hombres que en mujeres. Entre ellos destacan, la colisión por alcance o en cadena, el choque con vehículo parado en donde no se ha encontrado ningún caso en mujeres, así como el atropello a peatones o animales.

Tipo de accidente	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Colisión frontal	63	31	94
Colisión lateral	40	14	54
Colisión por alcance	26	7	33
Colisión en cadena	10	5	15
Choque con vehículo parado	10	0	10
Salida de la vía	137	42	179
Atropello peatón	11	4	15
Atropello animal	1	1	2
Otro tipo de accidente	33	14	47
No consta	1	0	1
Total	332	118	450



3.1.5 Grupos de edad y tipo accidente.

Si se realiza el estudio relacionando estas dos variables, se llega a la conclusión que en los grupos de edad donde la conducción de vehículos se da con mayor frecuencia de los 14 a los 59 años, el número de lesionados es mayor debido a salidas de la vía, que coincide con lo dicho anteriormente. Del mismo modo, se comprueba que el grupo comprendido entre 14 y 29 años, es en el que mayor número de accidentes se produce.

En cuanto a frecuencia, le sigue en segundo lugar, las colisiones frontales en los que las edades comprendidas entre 14 y 59 años sufren una mayor incidencia de hechos lesivos. Este dato coincide con los obtenidos en apartados anteriores.

El tercer lugar en cuanto a siniestros es ocupado por los accidentes debido a colisiones laterales en los que el grupo de edad comprendido entre 14 y 29 años ocupa el primer lugar seguido del grupo entre 30 y 44 años, que también sufre con frecuencia este tipo de accidentes.

Datos más variables son los obtenidos en los otros tipos de accidentes en los diferentes grupos de edades.

Según la tabla siguiente:

Tipo de accidente		Grupos de Edad						No consta	Total
		0 - 13	14 - 29	30 - 44	45 - 59	60 - 74	75 +		
Colisión frontal	N casos	3	43	26	13	7	1	1	94
	% por grupo de edad	3,2%	45,7%	27,7%	13,8%	7,4%	1,1%	1,1%	100,0%
	% por tipo de accidente	18,8%	23,9%	22,2%	16,9%	20,0%	7,1%	9,1%	20,9%
Colisión lateral	N casos	0	24	15	4	5	5	1	54
	% por grupo de edad	,0%	44,4%	27,8%	7,4%	9,3%	9,3%	1,9%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	13,3%	12,8%	5,2%	14,3%	35,7%	9,1%	12,0%
Colisión por alcance	N casos	1	13	10	5	1	1	2	33
	% por grupo de edad	3,0%	39,4%	30,3%	15,2%	3,0%	3,0%	6,1%	100,0%
	% por tipo de accidente	6,3%	7,2%	8,5%	6,5%	2,9%	7,1%	18,2%	7,3%
Colisión en cadena	N casos	0	4	3	5	0	0	3	15
	% por grupo de edad	,0%	26,7%	20,0%	33,3%	,0%	,0%	20,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	2,2%	2,6%	6,5%	,0%	,0%	27,3%	3,3%
Choque con vehículo parado	N casos	1	4	2	3	0	0	0	10
	% por grupo de edad	10,0%	40,0%	20,0%	30,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	6,3%	2,2%	1,7%	3,9%	,0%	,0%	,0%	2,2%
Salida de la vía	N casos	10	73	49	30	12	1	4	179
	% por grupo de edad	5,6%	40,8%	27,4%	16,8%	6,7%	,6%	2,2%	100,0%
	% por tipo de accidente	62,5%	40,6%	41,9%	39,0%	34,3%	7,1%	36,4%	39,8%
Atropello peatón	N casos	0	4	4	2	2	3	0	15
	% por grupo de edad	,0%	26,7%	26,7%	13,3%	13,3%	20,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	2,2%	3,4%	2,6%	5,7%	21,4%	,0%	3,3%
Atropello animal	N casos	0	2	0	0	0	0	0	2
	% por grupo de edad	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	1,1%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,4%
Otro tipo de accidente	N casos	1	13	7	15	8	3	0	47
	% por grupo de edad	2,1%	27,7%	14,9%	31,9%	17,0%	6,4%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	6,3%	7,2%	6,0%	19,5%	22,9%	21,4%	,0%	10,4%
No consta	N casos	0	0	1	0	0	0	0	1
	% por grupo de edad	,0%	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	,9%	,0%	,0%	,0%	,0%	,2%
Total	N casos	16	180	117	77	35	14	11	450
	% por grupo de edad	3,6%	40,0%	26,0%	17,1%	7,8%	3,1%	2,4%	100,0%
	% por tipo de accidente	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ACCIDENTE.

El accidente de tráfico debe clasificarse según el resultado final, es decir, en función del conflicto realmente ocurrido. Así hablamos de accidentes simples si sólo interviene un vehículo y múltiple si intervienen dos o más vehículos o un

vehículo y un peatón. Cuando en el conflicto interviene un solo vehículo y sin embargo, en la fase inicial existen otros elementos, que siendo los determinantes de la producción del mismo no se ven implicados, hablamos de accidentes mixtos. Aquellos que son a su vez causa de nuevos accidentes se denominan en cadena.

La investigación de los accidentes de tráfico ha de ir encaminada a la consecución de una serie de objetivos: proporcionar datos a los investigadores para conocer la participación de cada uno de los factores que intervienen en el siniestro, que serán la base de la prevención de otros accidentes; indagar sobre las causas del fallo humano como principal elemento provocador de los accidentes; aportar a las autoridades judiciales todos los datos necesarios para que puedan decidir sobre la participación de cada uno de los factores en el accidente y, finalmente, determinar las responsabilidades a que hubiera lugar. Hay dos fases fundamentales de la investigación pericial del accidente. Primero, la información sobre el accidente, que consiste en la obtención y registro de los datos objetivos que permitan conocer las circunstancias del siniestro; en segundo lugar, la investigación del accidente, que irá encaminada a responder principalmente a tres cuestiones: ¿cómo ocurrió el accidente?, ¿porqué sucedió el accidente?, y ¿de quién fue la culpa?.

La respuesta a la primera cuestión pasa por realizar una reconstrucción del mismo, determinando las secuencias sucesivas que se han ido desarrollando desde la situación de normalidad hasta la posición final.

En la segunda pregunta hay que decidir cuáles fueron las causas del accidente, cuyo resultado fue la producción del siniestro. Clásicamente se diferencian tres tipos de causas: la vía, el vehículo y el factor humano.

Entre las causas atribuibles al vehículo, las averías de los vehículos accidentados se investigan en contadas ocasiones y no siempre se tienen en cuenta

por considerarse más trascendente la actuación de las personas relacionadas con el accidente. Sin embargo, Andre Tunc (1957) afirmaba que el estado mecánico de los vehículos interviene al menos parcialmente en un 11% de los accidentes con víctimas. En EEUU se cifra en un 13,5% el número de accidentes en los que el estado de los vehículos ha sido esencial. En España, según la Dirección General de Tráfico el porcentaje se eleva al 14,9%.

Por su parte, la carretera no es siempre un elemento pasivo en la génesis del accidente, pues en el mismo intervienen tanto las características del pavimento, las obras, etc., como la señalización, el trazado de la vía, etc.

También las condiciones atmosféricas pueden ser causa de los accidentes, ya que pueden entorpecer la visibilidad, las condiciones de seguridad de los vehículos, la eficacia de sus elementos de seguridad, etc.

Pero la coexistencia de estas causas mediatas se encuentran moduladas, en última instancia, por el comportamiento humano en la mayoría de las ocasiones y que López-Muñiz define con una sola palabra: imprudencia.

Las causas inmediatas más frecuentes, se encuadran en los siguientes apartados:

- La inatención en la conducción, centrando el pensamiento del conductor en cuestiones distintas a la labor de conducir (López-Muñiz lo denomina polarización afectiva).
- La infracción de reglamentos, que se produce de forma voluntaria, pero cuyo resultado no es esperado ni deseable; son los accidentes por verdadera imprudencia y la causa más frecuente de accidente.
- Los defectos psicofísicos del conductor que le dificultan la realización de las tareas de la conducción y, por tanto, disminuye la capacidad de dominio sobre la máquina.

- El consumo de sustancias tóxicas por parte del conductor y/o la víctima.
- Las situaciones de fatiga, cansancio o sueño, capaces de originar disminución en la capacidad de reacción, alteraciones en la percepción, distracciones, alteraciones motoras y conductuales y ser causa de numerosos accidentes.

Herrazo refiere, que la intervención de estos factores puede dividirse en, una implicación del factor humano entre el 75% y el 96%, el lugar o la vía entre el 7% y el 12%, pero en malas condiciones atmosféricas se eleva hasta el 28%, el tiempo atmosférico se implica entre el 2 y el 12% y las causas atribuibles a fallos del vehículo entre el 1,5% y el 8%.

La inmensa mayoría de los estudios muestran que el factor más importante como causante de los accidentes es el humano, con unos porcentajes entre el 71% y 93%, estando implicada la carretera entre el 12% y el 34% y las causas debidas al vehículo entre el 4,5% y el 13%.

La contestación a por qué ocurrió el accidente se obtendrá una vez conocidas las causas que lo originaron y servirá al juez para determinar las responsabilidades penales y civiles del causante.

En este trabajo hemos querido conocer todos los datos objetivos recogidos en la investigación, y de este modo conocer mejor la relación de las variables intervinientes en el accidente con los resultados obtenidos.

3.2.1 Lugar.

3.2.1.1 Clase de vía de tránsito.

Para que los vehículos puedan circular en condiciones normales y lógicas necesitan de un elemento que facilite su tránsito, la carretera.

El artículo cuarto del Convenio de Ginebra de 19 de septiembre de 1949 define la carretera como la vía pública abierta a la circulación de vehículos. La Ley 25/1988 de Carreteras las define como las vías de dominio y uso público proyectadas y construidas fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

La clasificación de las carreteras se puede realizar de múltiples formas. He seguido la utilizada por la Guardia Civil en los informes que cumplimentan con cada accidente denominados T2. De este modo, las carreteras locales son aquellas que unen poblaciones vecinas. Generalmente son carreteras estrechas, con deficiente señalización y, suelen ser transitadas con frecuencia ya que en ellas suelen encontrarse segundas residencias o campos de cultivo al que acuden trabajadores a realizar labores agrícolas. Se comprueba en el estudio realizado que la siniestralidad es elevada a tenor de los resultados, observando 128 casos, que ocupan el 28,4% del total de los siniestros del presente estudio.

Por otro lado, se encuentran las autovías con 126 casos, observando un número elevado que puede explicarse por el gran número de vehículos que por ellas circulan así como las altas velocidades que se pueden alcanzar. Estos casos, 28% del total, es una cifra similar a los casos observados en la carretera local o provincial.

En las autopistas se observan 56 lesionados, equivalente al 12,4%, cifra considerablemente menor a los casos observados en carreteras locales o en autovía, que podría explicarse por el uso de un menor número de personas así como el uso de mayores medidas de seguridad; además, de unas vías con más carriles, mejor señalizadas y con tramos mejor diseñados.

Las vías nacionales, se caracterizan por su elevada densidad de tráfico, siendo muy frecuentado por tráfico pesado, obligando a una circulación más

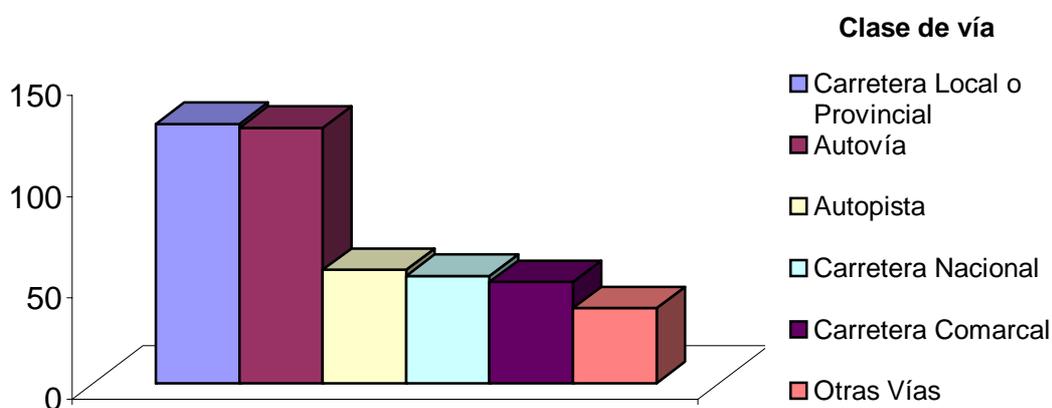
conflictiva y lenta, con importantes intersecciones y cruces y con parte de tramos por dentro de núcleos urbanos, todo ello contribuye a una accidentalidad elevada, con un índice del 11,8% equivalente a los 53 casos registrados.

Las carreteras comarcales suelen tener mejores condiciones de trazado y señalización, pudiendo acoger mayor cantidad de tráfico además de conducir a velocidades más elevadas; son vías muy transitadas ya que son muy frecuentes los desplazamientos hacia los lugares de trabajo. En este estudio, se contabilizan 50 casos que representan el 11,1 % de la totalidad.

En el estudio hay un punto que hace referencia a otras vías, donde se observan 37 casos que representa el 8,2%. Son caminos no asfaltados, como agrícolas y forestales, con frecuencia utilizados para acceder a fincas rústicas y a fincas de labranza. Por tanto, puede comprobarse que el mayor número de lesionados se observa con mayor frecuencia en las carreteras locales o provinciales, lo que puede explicarse como he dicho anteriormente por su uso frecuente, así como debido a una menor señalización y a la confianza por los usuarios que no hacen uso de los mecanismos de seguridad al tratarse de cortos trayectos y ser conocidos por parte de los residentes en esas zonas, lo que crea una falsa confianza que puede explicar la alta siniestralidad. Además, en las carreteras urbanas, donde los vehículos de dos ruedas y turismos se han convertido en un elemento muy utilizado incluso para cortos trayectos.

A ello se añade, la especial ordenación urbana, con calles estrechas y múltiples cruces, a la vez que una alta densidad de tráfico, originan una alta incidencia de siniestros que pueden explicar la elevada cifra expuesta.

Clase de Vía	N casos	%	% acumulado
Carretera Local o Provincial	128	28,4	28,4
Autovía	126	28,0	56,4
Autopista	56	12,4	68,9
Carretera Nacional	53	11,8	80,7
Carretera Comarcal	50	11,1	91,8
Otras Vías	37	8,2	100,0
Total	450	100,0	



Blanquer, del resultado de sus trabajos, refiere que los accidentes urbanos suponen el 43,7%, los originados en carretera representan el 40,9% y en un 15,5% no se encuentran especificados.

Herruzo, indica que el 55% de los accidentes se contabilizan en zona urbana pero que, en lo que respecta a las víctimas, el 55% de ellas se producen en vías interurbanas, donde además existe una letalidad tres veces superior.

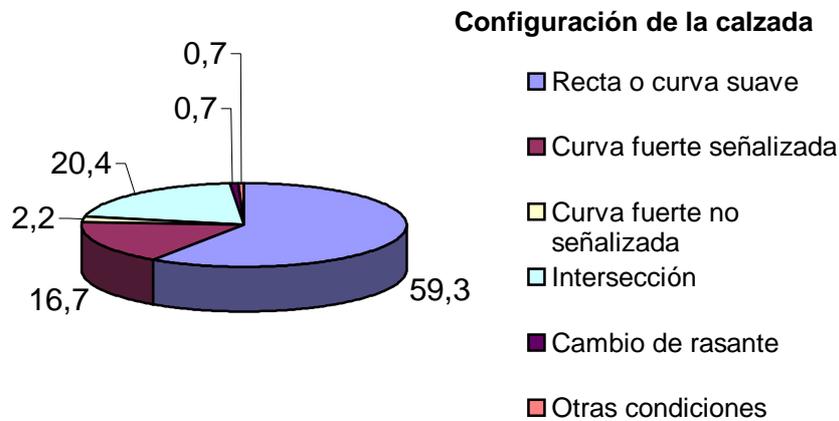
3.2.1.2 Configuración de la calzada.

El trazado de la vía de tránsito tiene su influencia en la producción del accidente, por ser el elemento por el que circulan los vehículos y se comporta como un factor activo en la conducción.

Las carreteras siguen un determinado trazado que, en general, suele ser recto y llano, pero tiene que adaptarse a las variaciones del terreno y a otras circunstancias orográficas, por lo que tienen que variar estos tramos por otros de pendiente y por la construcción de túneles e intersecciones así como otros elementos.

En el estudio se observa que gran parte de los lesionados concretamente, 267 casos que equivale al 59,3% del total, se han producido, no obstante en tramos rectos o con una curva suave. Por curva, se entiende el tramo de la vía pública que cambia de dirección, oponiéndose al tramo recto. En el trabajo realizado, al recoger los datos de los informes cumplimentados por la Guardia Civil destaca la distinción que realiza entre curva fuerte señalizada y curva fuerte no señalizada. El número de siniestros en el primer caso es de 75 lo que significa el 16,7%. Este dato sorprende, ya que se contabilizan más casos que cuando la curva fuerte no se encuentra señalizada ascendiendo a 10 casos que es el 2,2 % de la totalidad, tal vez por coincidir con carreteras locales por las que circulan un menor número de vehículos y que son conocidas por las personas del lugar..

Configuración de la calzada	N casos	%	% acumulado
Recta o curva suave	267	59,3	59,3
Curva fuerte señalizada	75	16,7	76,0
Curva fuerte no señalizada	10	2,2	78,2
Intersección	92	20,4	98,7
Cambio de rasante	3	,7	99,3
Otras condiciones	3	,7	100,0
Total	450	100,0	



Otro de los puntos a tener en cuenta es el de las intersecciones, que son los nudos de la red viaria en el que se realizan todos los cruces de trayectorias posibles de los vehículos que lo utilizan. En este apartado se encuadran los carriles de incorporación y salida de la vía principal. En el estudio realizado, se observan 92 accidentes que representan el 20,4% de los siniestros.

Un aspecto a tener en cuenta es el de los cambios de rasante en la carretera observando 3 casos, equivalente al 0,7%. En estos casos, la explicación puede ser debido a la falta de visibilidad que se observa en la vía pública así como a las altas velocidades que se alcanzan.

El último aspecto que considero en este apartado se recoge como “otras condiciones”, contabilizándose 3 casos lo que significa el 0,7%.

3.2.1.3 Tipo de intersección.

La existencia de alguna alteración en el trazado rectilíneo de la carretera puede ocasionar algún tipo de accidente. Es frecuente que al conducir, en el trayecto nos encontremos diversos tipos de intersecciones ya sea por cruce de vías, por enlaces de entradas y salidas de la vía principal, así como zonas en las que se puede realizar maniobras giratorias.

En este trabajo, los casos en los que no existía ningún tipo de intersección asciende a 335 lesionados que representa el 74,4% del total. Según los datos obtenidos llama la atención que el mayor número de lesionados se ha producido en zonas en los que no existir ninguna intersección haría pensar que el número de accidentados fuese menor.

En segundo lugar en cuanto a las zonas donde se contabilizan mayor número de accidentes es en las intersecciones en “T” o en “Y”. El número contabilizado es de 40 casos que representa el 8,9%.

Le siguen a mayor distancia los enlaces de salida y en “X”, en los que la cifra de lesionados ascendió a 24 y 22 respectivamente, o lo que es lo mismo el 5,3 y 4,9%.

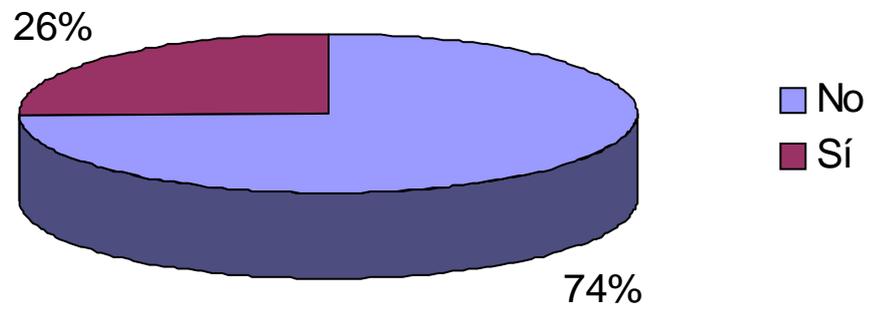
En ocasiones, hay otros tipos de intersecciones, en los que se ha observado 12 casos de accidentes.

En algunos casos los percances suceden en enlaces de entrada o realizando maniobras giratorias, siendo menor el número en el estudio realizado. El total en el primer caso asciende a 11 que representa un 2,4%; en el segundo, 6, lo que significa e 1,3%.

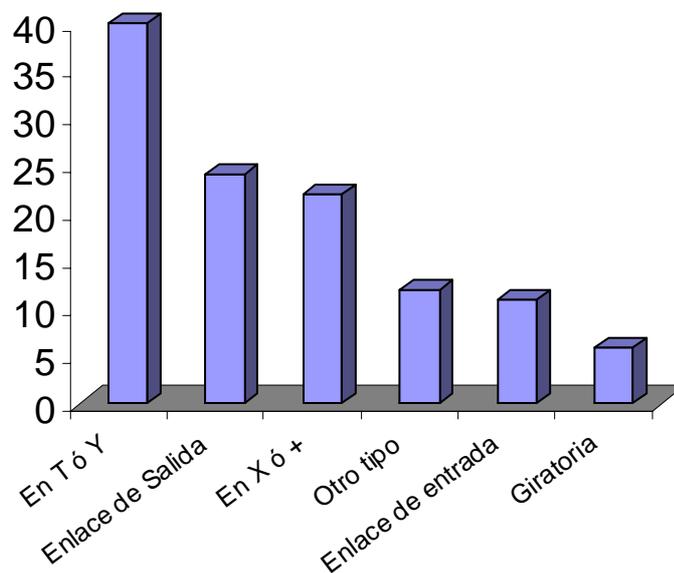
Tipo de intersección	N casos	%	% acumulado
No existe	335	74,4	74,4
En T ó Y	40	8,9	83,3
Enlace de salida	24	5,3	88,7
En X ó +	22	4,9	93,6
Otro tipo	12	2,7	96,2
Enlace de entrada	11	2,4	98,7
Giratoria	6	1,3	100,0
Total	450	100,0	

Intersección	N casos	%	% acumulado
No	335	74,4	74,4
Sí	115	25,6	100,0
Total	450	100,0	

Intersección



Tipo de intersección



3.2.2 Tiempo.

3.2.2.1 Mes del accidente.

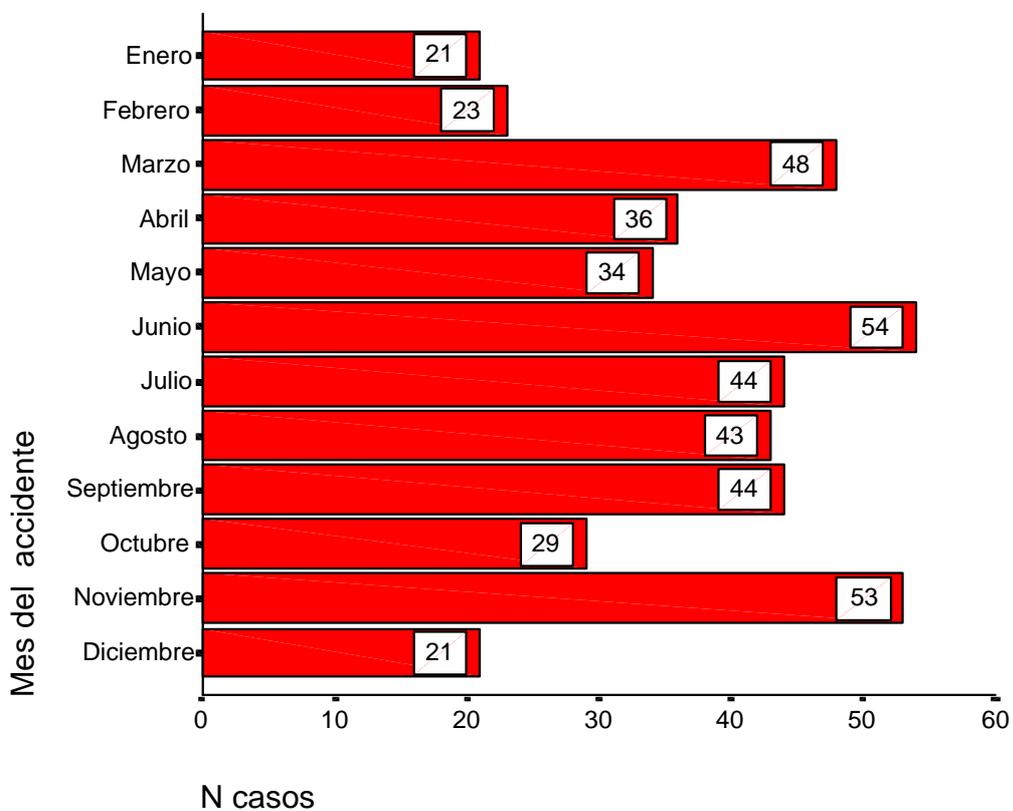
En el estudio correspondiente a la distribución por meses, se observa un mayor número de casos en el mes de junio, contabilizándose un total de 54 que corresponde al 12% del total. Este dato puede explicarse por el mayor número de desplazamientos a playas y lugares de descanso en esas fechas debido a la mejoría del clima.

Le sigue en frecuencia del mes de noviembre con un total de 53 lesionados que representa el 11,8%. Este dato puede deberse al elevado número de personas que salen a la carretera durante este mes y principalmente durante los días 1 y 2 debido en la mayoría de casos al puente que suele coincidir en esas fechas. A ello hay que sumarse la producción de las primeras heladas de otoño principalmente durante la noche y la madrugada.

El tercer lugar lo ocupa marzo con un total de 48 casos que equivale al 10,7% del total.

La menor incidencia se observa en los meses de enero y diciembre con un total de 21 accidentados respectivamente que representa el 4,7% del total.

Mes del accidente	N casos	%	% acumulado
Enero	21	4.7	4.7
Febrero	23	5.1	9.8
Marzo	48	10.7	20.4
Abril	36	8.0	28.4
Mayo	34	7.6	36.0
Junio	54	12.0	48.0
Julio	44	9.8	57.8
Agosto	43	9.6	67.3
Septiembre	44	9.8	77.1
Octubre	29	6.4	83.6
Noviembre	53	11.8	95.3
Diciembre	21	4.7	100.0
Total	450	100.0	

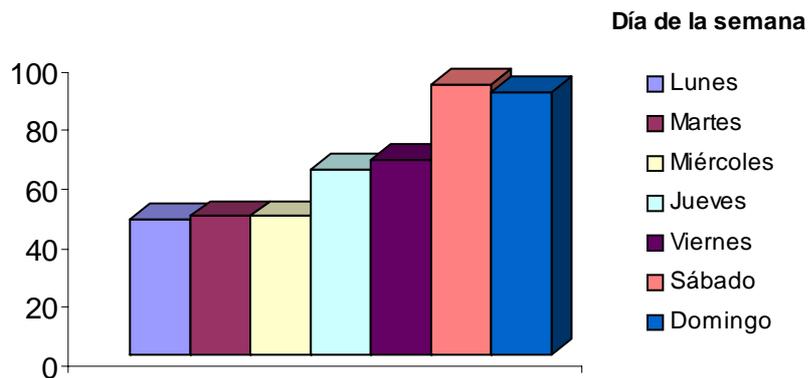


3.2.2.2 Día de la semana.

La utilización de los vehículos se ha convertido prácticamente en una necesidad y esto deriva que los accidentes se originen todos los días; pero la frecuencia de los accidentes no es similar en todos los días.

Como se observa en las estadísticas oficiales, en diferentes trabajos estudiados ^{100,101,102} y, en los resultados de este estudio, existe un incremento importante del número de accidentes durante los fines de semana, que originan cerca del 50% de los mismos. Hay que subrayar el día del sábado, con 92 casos que representa un 20,4% del total de casos. Le sigue en frecuencia el domingo con 89 lesionados lo que significa el 19,8%; y a continuación el viernes con un porcentaje de 14,7 %. A distancia le siguen el resto de días de la semana.

Día de la semana	N casos	%	% acumulado
Lunes	46	10,2	10,2
Martes	47	10,4	20,7
Miércoles	47	10,4	31,1
Jueves	63	14,0	45,1
Viernes	66	14,7	59,8
Sábado	92	20,4	80,2
Domingo	89	19,8	100,0
Total	450	100,0	



En el diagrama de barras se observa una línea que se mantiene de lunes a miércoles, y a partir de ahí, se hace ascendente fundamentalmente durante el fin de semana. La explicación a estos datos, viene del incremento del uso de vehículos por motivos lúdicos así como los desplazamientos durante los fines de semana, lo que condiciona un aumento del riesgo de sufrir accidentes; además la influencia de otros factores añadidos como el uso de alcohol y drogas, que provoca mayor número de siniestros.

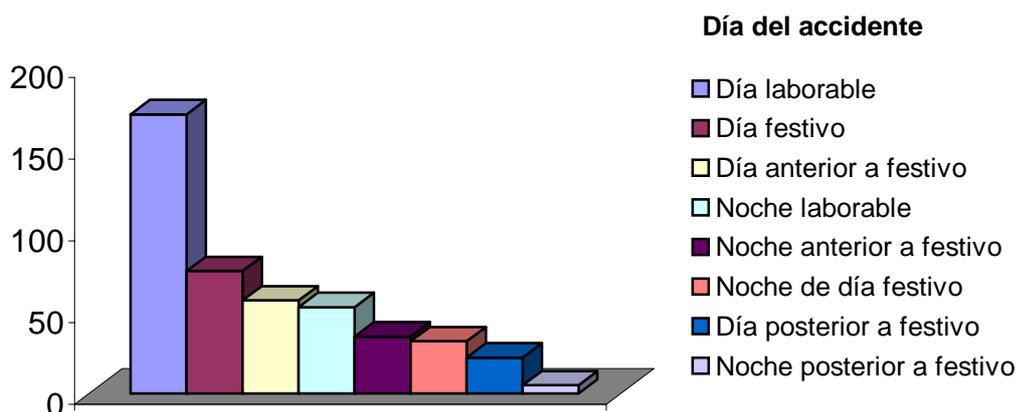
3.2.2.3 Jornada laboral.

Siguiendo con el estudio de la variable del día del accidente, conviene diferenciar el tipo de jornada cuando sucedió el siniestro, pues aunque he comentado en el punto anterior que el incremento de accidentes de tráfico sucede durante el fin de semana, en los que el motivo de diversión influye en su génesis, distinguir entre accidentes ocurridos en días laborables o festivos tiene su interés.

Se consideran días festivos todos los domingos así como fiestas nacionales, de la comunidad o locales. El resto de los días son considerados como laborables a todos los efectos.

En los casos recogidos, se observa que el número de casos durante los días laborables ascendió a 171, lo que significa el 38% del total. Le siguen en frecuencia los días festivos con 75 casos y a continuación víspera de festivo con 57 casos que representa el 12,7%.

Día del accidente	N casos	%	% acumulado
Día laborable	171	38,0	38,0
Día festivo	75	16,7	54,7
Día anterior a festivo	57	12,7	67,3
Noche laborable	53	11,8	79,1
Noche anterior a festivo	35	7,8	86,9
Noche de día festivo	32	7,1	94,0
Día posterior a festivo	22	4,9	98,9
Noche posterior a festivo	5	1,1	100,0
Total	450	100,0	



3.2.2.4 Hora del accidente.

Si se observan los datos obtenidos en relación a la hora del accidente, el mayor número de lesionados se produce a las 14 horas, con un total de 33 lesionados que representa el 7,3% del total. La explicación a este dato puede ser por el mayor número de desplazamientos a esta hora que tras finalizar la jornada laboral matutina regresan a su casa durante la hora de la comida. Así como el nerviosismo provocado por la hipoglucemia que se manifiesta por una conducción nerviosa.

Le sigue en frecuencia, las 19 horas con 29 casos lo que significa el 6,4%, que puede ser debido al gran número de personas que circulan por vías públicas tras finalizar la jornada laboral y escolar.

La franja horaria en la que se detecta un menor número de casos es de 5 a 6 de la mañana con un total de 3 que representa menos del 1%, esto tiene su explicación por el menor número de personas que transitan por la vía pública en esa hora comparado con otras horas a lo largo del día de mayor afluencia.

Hora del accidente	N casos	%	% acumulado
0	16	3.6	3.6
1	7	1.6	5.1
2	11	2.4	7.6
3	13	2.9	10.4
4	12	2.7	13.1
5	3	.7	13.8
6	19	4.2	18.0
7	17	3.8	21.8
8	18	4.0	25.8
9	21	4.7	30.4
10	28	6.2	36.7
11	16	3.6	40.2
12	16	3.6	43.8
13	25	5.6	49.3
14	33	7.3	56.7
15	27	6.0	62.7
16	19	4.2	66.9
17	23	5.1	72.0
18	27	6.0	78.0
19	29	6.4	84.4
20	22	4.9	89.3
21	15	3.3	92.7
22	13	2.9	95.6
23	20	4.4	100.0
Total	450	100.0	100.0

3.2.3 Vehículo implicado.

3.2.3.1 Tipo de vehículo.

En el estudio se ha distinguido cada uno de los tipos de vehículos que intervienen. La participación de cada tipo de vehículo ha sido muy distinta.

El número de casos que utilizaban un turismo como medio de transporte ascendió a 270 que representa el 60%, siendo el mayor número.

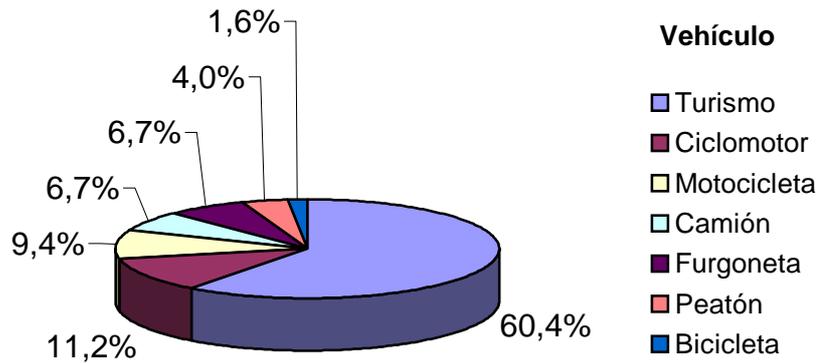
A continuación el número de casos que han utilizado ciclomotores es de 50, equivalente a 11,1%, le sigue el uso de motocicletas con 42 casos.

Se debe destacar las implicaciones de camiones y furgonetas que asciende a 30 casos de cada uno de estos vehículos, representando el 6,7% respectivamente.

Le sigue por orden de frecuencia en el estudio que nos ocupa un total de 18 peatones que representa el 4%, seguido de 7 heridos que utilizaban como medio de transporte la bicicleta, que equivale a 1,6% del total de casos estudiados.

Por último, no hay que olvidar el uso del tractor como medio de transporte y elemento fundamental en las labores agrícolas siendo registrados 2 casos que representa el 0,4%. En el estudio, se ha observado el siniestro de un autobús equivalente al 0,2%.

Vehículo	N casos	%	% acumulado
Turismo	270	60,0	60,0
Ciclomotor	50	11,1	71,1
Motocicleta	42	9,3	80,4
Camión	30	6,7	87,1
Furgoneta	30	6,7	93,8
Peatón	18	4,0	97,8
Bicicleta	7	1,6	99,3
Tractor	2	,4	99,8
Autobús	1	,2	100,0
Total	450	100,0	



3.2.3.2 Velocidad del vehículo.

La velocidad que lleva el vehículo en el momento del accidente es un factor muy importante en la reconstrucción de los hechos.

En el estudio realizado se observa que la velocidad del vehículo menor de 60 km/h ha sido la más frecuente con un total de 114 casos que representa el 25,3% del total. Le sigue por orden de frecuencia, a más de 60 km/h, 104 accidentados lo que significa el 23,1%.

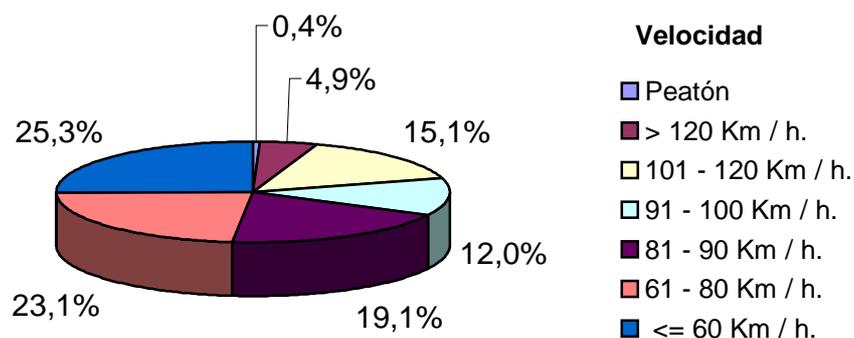
A mayor distancia con respecto a los anteriores se observa el resto de casos. Con 86 casos a más de 80 km/h ó el 19,1%.

En términos generales, se observa un mayor número de casos a menor velocidad, y conforme va aumentando la velocidad el número de casos disminuye. Este hecho se puede explicar por haber encontrado un número considerable de casos en carreteras comarcales y nacionales donde la velocidad límite es menor que en autovías y autopistas.

Son 68 lesionados los que viajaban a más de 100 km/h lo que significa el 15,1%; en general, los estudios indican que a mayor velocidad las lesiones son más graves que a menor velocidad.

Por último, se encuentran dos franjas de velocidad los que van a más de 90 y a más de 120 km/h con 54 y 22 casos respectivamente o lo que es lo mismo 12 y 4,9%. No hay que olvidar la existencia de dos peatones en los accidentes recopilados que es el 0,4%; entendiéndose por este término las definición en el punto 14.

Velocidad del vehículo	N casos	%	% acumulado
Peatón	2	,4	,4
> 120 Km / h.	22	4,9	5,3
101 - 120 Km / h.	68	15,1	20,4
91 - 100 Km / h.	54	12,0	32,4
81 - 90 Km / h.	86	19,1	51,6
61 - 80 Km / h.	104	23,1	74,7
<= 60 Km / h.	114	25,3	100,0
Total	450	100,0	



3.2.4 Circunstancias del accidente.

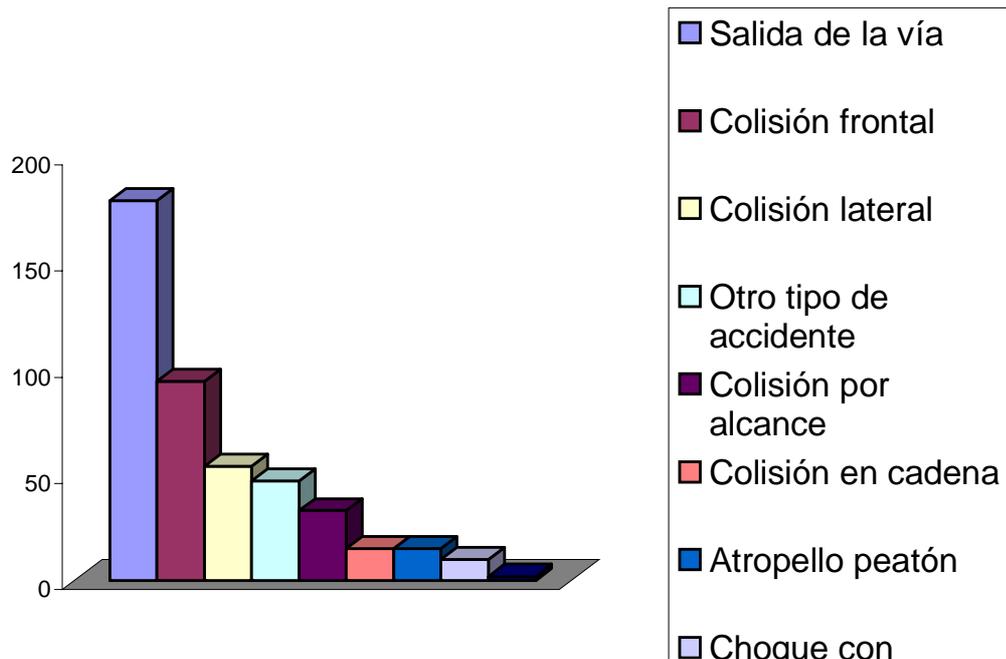
3.2.4.1 Clase de accidente.

Se pueden distinguir diversos tipos de accidentes. De este modo, se diferencian las salidas de la vía con 179 casos que representa el 39,8% del total. La explicación a este hecho puede ser, que debido al exceso de velocidad así como a distracción del conductor, se produzca la salida de la vía.

Le sigue en frecuencia las colisiones frontales con 94 casos que representa el 20,9%. A continuación, por orden de frecuencia se encuentra la colisión lateral y otro tipo de accidente. A mayor distancia y con menor número de casos, se observa el atropello a peatón, animal o choque con vehículo parado, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Hinojal (1987) encuentra porcentajes de choques contra otros vehículos de 55%; salidas de la vía del 37,5% y caídas sin contacto del 5,8%. Romero León, establece los mecanismos accidentales más frecuentes en las colisiones, los derrapes y los choques contra obstáculos.

Tipo de accidente	N casos	%	% acumulado
Salida de la vía	179	39,8	39,8
Colisión frontal	94	20,9	60,7
Colisión lateral	54	12,0	72,7
Otro tipo de accidente	47	10,4	83,1
Colisión por alcance	33	7,3	90,4
Colisión en cadena	15	3,3	93,8
Atropello peatón	15	3,3	97,1
Choque con vehículo parado	10	2,2	99,3
Atropello animal	2	,4	99,8
No consta	1	,2	100,0
Total	450	100,0	



3.2.4.2 Tipo de accidente y tipo de vehículo.

En el estudio realizado, el mayor número de accidentes se detecta al salirse de la vía con 179 lesionados por esta causa, produciéndose una mayor incidencia en usuarios de turismos, seguido de motocicletas. El motivo puede ser el exceso de velocidad que hace que el vehículo pierda su adherencia en la carretera y la fuerza centrífuga sea mayor lanzándolo hacia el exterior de la carretera.

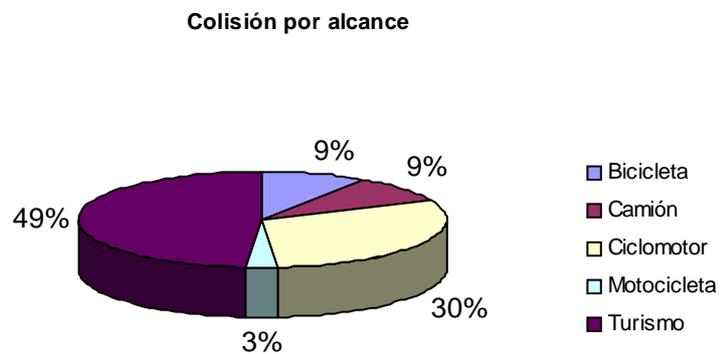
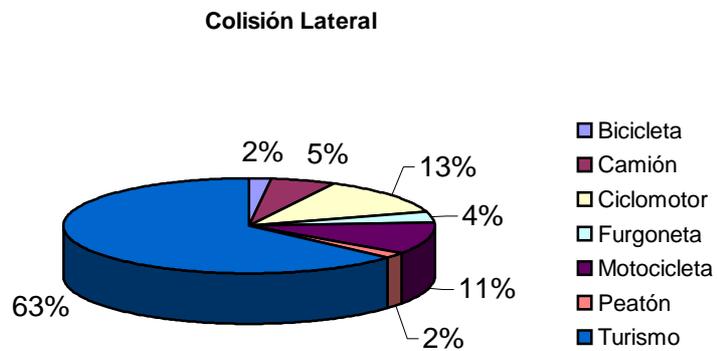
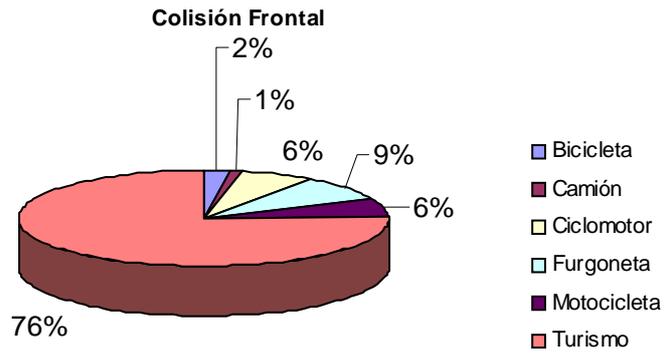
Le sigue por orden de frecuencia la colisión frontal con 94 accidentados, siendo el turismo el vehículo que mayor accidentabilidad registra. A continuación, se encuentra, la furgoneta, motocicletas y ciclomotores. Este hecho puede ser debido a una falta de atención como encender un cigarrillo o conectar la radio que provoca una alteración en la trayectoria del vehículo y que el conductor no se percate de la aproximación en sentido contrario de un vehículo.

La siguiente modalidad por orden de frecuencia es la colisión lateral donde el turismo al igual que en los casos anteriores sufre mayor accidentabilidad debido

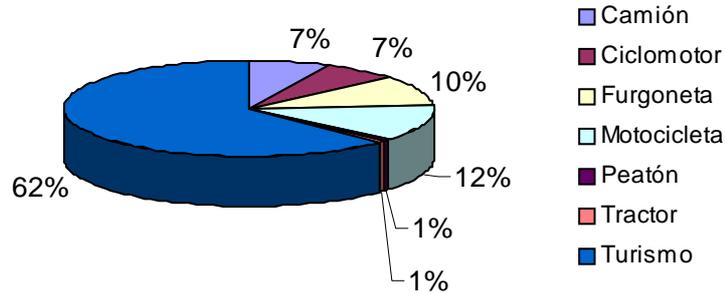
posiblemente a una utilización más frecuente de este medio de transporte ya que cabría esperar que la mayor tasa de accidentabilidad la presentarán motocicletas y ciclomotores por ser más vulnerables y los usuarios no poseer la carrocería como elemento de protección.

El resto de modalidades de accidentes presentan una frecuencia menor con respecto a los comentados.

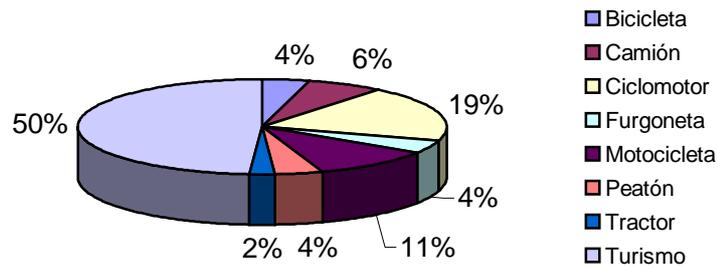
Tipo de accidente		Vehículo									Total
		Autobús	Bicicleta	Camión	Ciclomotor	Furgoneta	Motocicleta	Peatón	Tractor	Turismo	
Colisión frontal	N casos	0	2	1	6	8	6	0	0	71	94
	% por vehículo	,0%	2,1%	1,1%	6,4%	8,5%	6,4%	,0%	,0%	75,5%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	28,6%	3,3%	12,0%	26,7%	14,3%	,0%	,0%	26,3%	20,9%
Colisión lateral	N casos	0	0	3	7	2	6	1	0	35	54
	% por vehículo	,0%	,0%	5,6%	13,0%	3,7%	11,1%	1,9%	,0%	64,8%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	10,0%	14,0%	6,7%	14,3%	5,6%	,0%	13,0%	12,0%
Colisión por alcance	N casos	0	3	3	10	0	1	0	0	16	33
	% por vehículo	,0%	9,1%	9,1%	30,3%	,0%	3,0%	,0%	,0%	48,5%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	42,9%	10,0%	20,0%	,0%	2,4%	,0%	,0%	5,9%	7,3%
Colisión en cadena	N casos	1	0	5	1	0	0	0	0	8	15
	% por vehículo	6,7%	,0%	33,3%	6,7%	,0%	,0%	,0%	,0%	53,3%	100,0%
	% por tipo de accidente	100,0%	,0%	16,7%	2,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	3,0%	3,3%
Choque con vehículo parado	N casos	0	0	2	3	0	2	0	0	3	10
	% por vehículo	,0%	,0%	20,0%	30,0%	,0%	20,0%	,0%	,0%	30,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	6,7%	6,0%	,0%	4,8%	,0%	,0%	1,1%	2,2%
Salida de la vía	N casos	0	0	13	12	18	22	1	1	112	179
	% por vehículo	,0%	,0%	7,3%	6,7%	10,1%	12,3%	,6%	,6%	62,6%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	43,3%	24,0%	60,0%	52,4%	5,6%	50,0%	41,5%	39,8%
Atropello peatón	N casos	0	0	0	0	0	0	14	0	1	15
	% por vehículo	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	93,3%	,0%	6,7%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	77,8%	,0%	,4%	3,3%
Atropello animal	N casos	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	% por vehículo	,0%	,0%	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	,0%	4,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,4%
Otro tipo de accidente	N casos	0	2	3	9	2	5	2	1	23	47
	% por vehículo	,0%	4,3%	6,4%	19,1%	4,3%	10,6%	4,3%	2,1%	48,9%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	28,6%	10,0%	18,0%	6,7%	11,9%	11,1%	50,0%	8,5%	10,4%
No consta	N casos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	% por vehículo	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,4%	,2%
Total	N casos	1	7	30	50	30	42	18	2	270	450
	% por vehículo	,2%	1,6%	6,7%	11,1%	6,7%	9,3%	4,0%	,4%	60,0%	100,0%
	% por tipo de accidente	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Salida de la vía



Otro tipo de accidente



3.2.4.3 Visibilidad.

Se puede definir la visibilidad como la distancia necesaria para que el vehículo se aperciba de un obstáculo con el tiempo suficiente para reaccionar según las necesidades del tráfico.

Según la Enciclopedia Universal Sopena, se entiende por visibilidad, la mayor o menor distancia a que, según las condiciones atmosféricas, puede reconocerse o verse los objetos¹⁰³.

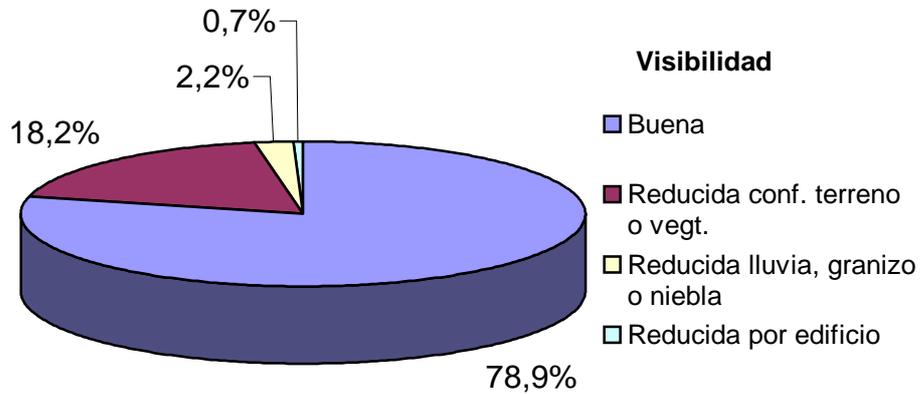
En términos generales, la visibilidad es perfecta en los tramos rectos, pero disminuye en las curvas, cambios de rasante e intersecciones.

La distancia de seguridad varía también en función de otros elementos activos de la conducción, como las maniobras de adelantamiento, o por obstáculos o condiciones de luminosidad ambiental u otras circunstancias atmosféricas (niebla, lluvia, etc.).

En este estudio, se observa una reducción de la visibilidad en 96 casos ya sea por la configuración del terreno o vegetación donde la incidencia es mayor con 81 casos o por otros motivos como la lluvia, granizo o niebla donde se observa una disminución de casos con respecto al anterior y en el que se han contabilizado 10 casos.. En lugar secundario hay otras circunstancias que reducen la visibilidad como la existencia de un edificio, la salida del sol o el crepúsculo. En este estudio y como se especifica en la tabla, hay dos casos en los que no consta el motivo.

No obstante, hay que señalar que en 352 casos del total de 450, la visibilidad era buena, por lo que la causa de los mismos hay que buscarla en otros elementos distintos.

Visibilidad	N casos	%	% acumulado
Buena	352	78,2	78,2
Reducida conf. terreno o veqt.	81	18,0	96,2
Reducida lluvia, granizo o niebla	10	2,2	98,4
Reducida por edificio	3	,7	99,1
No consta	2	,4	99,6
Reducida salida sol-crepúsculo	1	,2	99,8
Reducida por otras causas	1	,2	100,0
Total	450	100,0	



3.2.4.4 Peligro aparente.

Un elemento de extraordinaria importancia para la circulación, es la superficie de la carretera, en la que intervienen diversos elementos, como el firme, que hace referencia al estado del asfaltado sobre el que asienta la carretera. Otro punto que se debe considerar es la superficie, que es la parte superior por la que circulan los vehículos. En ella se pueden encontrar baches, escalones que dificultan el tránsito y suponen un peligro para la circulación.

En este trabajo de investigación, la casuística demuestra que en 406 casos, no existía peligro aparente, lo que significa el 90,2% del total. Llama la atención la gran diferencia que existe con respecto al resto de la muestra estudiada. La explicación a esta situación paradójica se puede encontrar en un exceso de confianza en la conducción al no observar peligros aparentes lo que puede

provocar una conducción a mayor velocidad así como a una disminución en el estado de alerta lo que desencadenaría el accidente.

En el trabajo de investigación realizado, se han contabilizado 2 casos de lesionados en el que la existencia de baches, badén o escalón pudieron ser los determinantes o participar en el siniestro.

También hay que tener en cuenta una serie de elementos activos que son ajenos al estado de la calzada pero que participan en los accidentes al actuar sobre ella como son las obras cuyo número de casos asciende a 22 y supone el 4,9%.

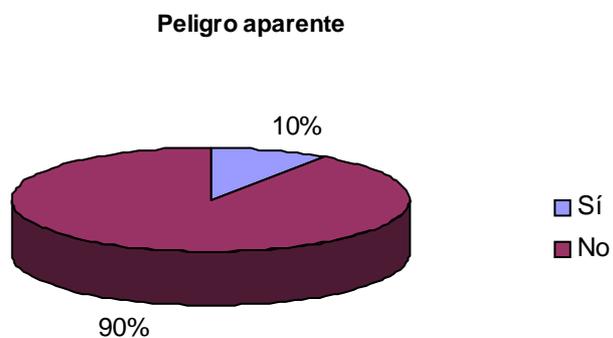
La existencia de estrechamientos en un momento determinado también puede influir en el desencadenamiento de los accidentes. En nuestra casuística se contabilizaron 6 casos, lo que supone un 1,3 % del total.

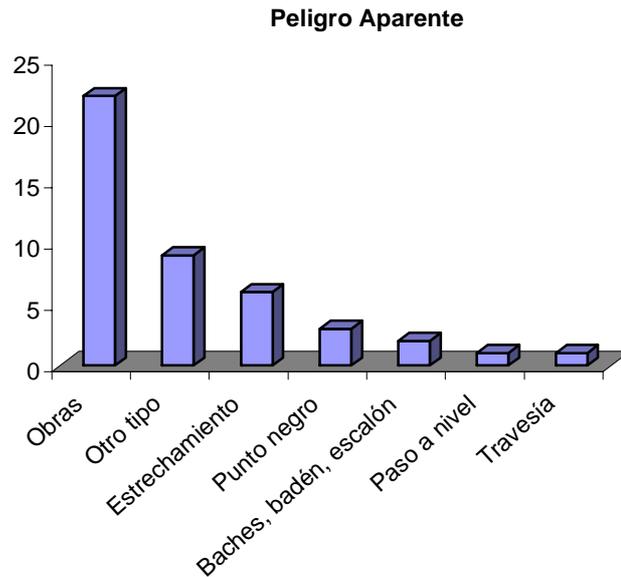
Los denominados “puntos negros”, que son lugares que debido a sus especiales características, como una curva muy cerrada o inesperada tras una recta prolongada o una falta de visibilidad se produce un mayor número de accidentes. Son 3, el número de lesionados, equivale a 0,7%, que debido a esta circunstancia provocaron el fatal desenlace.

Los pasos a nivel, es otro elemento que puede dar lugar a accidentes si no se respetan correctamente, siendo poco frecuente este tipo de siniestralidad pero de fatales consecuencias cuando se produce. En este estudio solo se ha recogido un caso que significa el 0,2% del total.

Peligro aparente	N casos	%	% acumulado
Ninguno	406	90,2	90,2
Obras	22	4,9	95,1
Otro tipo	9	2,0	97,1
Estrechamiento	6	1,3	98,4
Punto Negro	3	,7	99,1
Baches, badén, escalón	2	,4	99,6
Paso a Nivel	1	,2	99,8
Travesía	1	,2	100,0
Total	450	100,0	

Peligro aparente	N casos	%	% acumulado
No	406	90,2	90,2
Sí	44	9,8	100,0
Total	450	100,0	





Un aspecto en el desplazamiento por la carretera, es la adherencia que permite el rozamiento de los neumáticos y con ello favorece el desplazamiento longitudinal hacia delante e impide el deslizamiento de las ruedas hacia los laterales. La adherencia puede verse alterada por la existencia de manchas de aceite que pueden ocasionar accidentes así como alteraciones en los neumáticos ya que el desgaste de éstos provocan alteraciones principalmente en el frenado, por lo que es importante observar el dibujo de las ruedas que nos indica esta anomalía y el estado en el que se encuentran los neumáticos.

Además de las manchas de aceite, la existencia de grasa, gravilla, piedras caídas sobre la carretera o la existencia de hojas secas entre otras, son factores fundamentales en algunos siniestros.

La adherencia de forma importante se ve influida por la lluvia, nieve o hielo, originando una disminución de la adherencia del vehículo, que en el caso de la lluvia representa un coeficiente de adherencia de 0,6 (DUCHENE 1979) en el

de la nieve de 0,2, y en el del hielo de 0,08. Incluso cuando caen sólo unas gotas de lluvia, se forma sobre la calzada un barrillo resbaladizo, al combinarse el agua con el polvo, que a veces es más deslizante que la lluvia intensa; produciendo ésta lo que se denomina fenómeno de *acquaplaning*¹⁰⁴. A esto hay que añadir que al disminuir el índice de adherencia, se produce un descenso de la eficacia de los frenos y una pérdida del control del vehículo, con producción de derrapamientos con frecuencia.

3.2.4.5 Elemento protector.

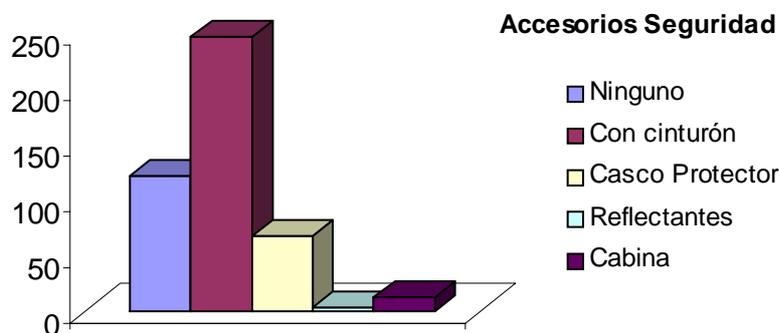
El estudio de esta variable tiene un significado especial. No pretendo demostrar la ya comprobada eficacia del cinturón de seguridad o del uso del casco en los usuarios de las motos.

Lo que pretendo poner de manifiesto es que a pesar de saber la importancia que tiene la utilización de estos accesorios de seguridad y haberse difundido por los medios de comunicación mediante campañas de publicidad, hay un número elevado de personas que no lo utilizan y no les dan la importancia que merecen.

En este trabajo, del total de 450 casos, 121 no utilizaban algún accesorio de seguridad adecuado al medio de transporte en el que se desplazaban. Esta cifra, equivale a un 26,9% del total, lo que significa más de una cuarta parte, a pesar de la insistencia en su uso, y su obligatoriedad según ley.

Paralelamente, se observa la utilización del cinturón en 246 casos del total de 450, lo que significa el 54,7% del total en el uso de dispositivos de seguridad.

Accesorios Seguridad	N casos	%	% acumulado
Ninguno	121	26,9	26,9
Con cinturón	246	54,7	81,6
Casco Protector	68	15,1	96,7
Reflectantes	3	,7	97,3
Cabina	12	2,7	100,0
Total	450	100,0	



El uso del casco protector, es empleado en 68 lesionados, es decir, el 15,1% del total. Uno de los primeros estudios realizados sobre este accesorio de seguridad en España ha sido el llevado a cabo por Guillen-Grima en Pamplona¹⁰⁵, comparando las cifras del uso del casco, antes y después de la obligatoriedad de su uso, tanto urbano como interurbano para todas las motos que se realizó en 1992, pasando de un porcentaje del 19,7% antes de la obligatoriedad, al 94,8% a los tres meses de la misma; aporta cifras posteriores, con porcentajes de uso del casco del 97,5% en los conductores y del 77,5% en los acompañantes; estos últimos utilizaban más el casco si lo hacían también los conductores.

Otro autor que ha realizado estudios en este campo es Panichaphongse (1995), que estudió los efectos de la promulgación de la Ley de uso obligatorio del casco en 1992, en relación con la prevención de los fallecimientos por

accidentes, comprobando que dichas medidas no originaban una disminución en el número de siniestros, pero sí protegía de las lesiones craneales, y, por tanto disminuía la mortalidad. No obstante, hace referencia a que el casco no protege de las lesiones en cuello y en algunas ocasiones de la cara¹⁰⁶.

Mcknigh (1995), refiere que aunque el casco influya sobre la audición y la visión en el conductor, sus efectos negativos son tan escasos que no comprometen la seguridad y el beneficio que se obtiene sobre la protección de la cabeza es mucho mayor¹⁰⁷.

Para conseguir óptimos beneficios de las leyes, las medidas deben tener especificaciones estandar y tomarse precozmente; educar a los conductores y acompañantes, y en particular a adolescentes, es primordial para reducir la incidencia de los accidentes de moto.

Otro de los mecanismos de protección, es el empleo de prendas reflectantes que permite a los conductores de vehículos y demás usuarios distinguirlos a una distancia de 150 metros.

El elemento protector “cabina” hace referencia a los camiones y tractores cuyo conductor va cubierto con parte de la carrocería y por tanto, protegido.

Doyle, refiere en sus estudios que la conducción de motocicletas es una actividad de gran riesgo, y para ellos las medidas de protección son prioritarias¹⁰⁸.

Orsay, evidencia en los ingresados por accidentes de moto que el 8% llevaban casco frente al 56% que no lo llevaban; los porcentajes de lesiones en los primeros eran de un 30% de T.C.E. y un 4% de lesiones vertebrales, frente al 51% y 8%, respectivamente de los segundos, siendo además en éstos las lesiones nerviosas más severas¹⁰⁹.

3.3 LESIONES.

3.3.1 Número de lesionados.

Nos interesa conocer también el número de lesionados por siniestro ocurrido, ya sean el conductor o por el resto de acompañantes.

De los 450 accidentados estudiados ha existido un único lesionado en 209 casos, mientras que en los restantes, ha existido más de uno. Sin embargo, los accidentes con múltiples lesionados tres o más, han sido escasos en número.

Los resultados tienen interés por evidenciar accidentes con más de un lesionado en el 46,4% de los casos, lo cual demuestra la importancia de la gravedad de los accidentes.

Herruzo, por su parte, estima que la media por accidente es de 1,5 víctimas.

3.3.2 Víctimas.

Como complemento al estudio realizado en el apartado anterior se observa en la siguiente tabla que el mayor número de lesionados se observa en el puesto del conductor de cualquier tipo de vehículo, siendo el conductor del turismo en cifras absolutas en el que se produce mayor número de lesionados con un total de 153 casos. Es lógico el hallazgo de este dato ya que la figura del conductor es imprescindible para el desplazamiento del vehículo de cualquier tipo.

El número de conductores de ciclomotores es de 42 frente a sus acompañantes que es de 8, lo mismo sucede con los conductores de motocicletas que es de 35 lesionados frente a los 7 acompañantes, haciendo hincapié que ese usuario ocupa el asiento delantero en esta modalidad de vehículos. Lo mismo sucede con los conductores de camiones que en este estudio se recogen 29 casos y

en los acompañantes de este modo de locomoción solo se ha observado un caso. Del mismo modo, estos datos se confirman con los usuarios de furgonetas.

No he observado lesionados, que fueran acompañantes de tractores y bicicletas, por lo que la frecuencia así como las lesiones, se omiten en estos ocupantes.

El resto de víctimas se reparte entre los acompañantes de los vehículos que ocupan los asientos posteriores ya sea en turismo, furgoneta o autobús, aunque no se especifica el lugar que ocupan en cada caso.

Víctima	N casos	%	% acumulado
Acompañante autobús	1	,2	,2
Conductor bicicleta	7	1,6	1,8
Acompañante camión	1	,2	2,0
Conductor camión	29	6,4	8,4
Acompañante ciclomotor	8	1,8	10,2
Conductor ciclomotor	42	9,3	19,6
Conductor tractor	2	,4	20,0
Acompañante 2 furgoneta	6	1,3	21,3
Acompañante 3 furgoneta	4	,9	22,2
Acompañante 4 furgoneta	2	,4	22,7
Acompañante 5 furgoneta	1	,2	22,9
Acompañante 6 furgoneta	1	,2	23,1
Acompañante 7 furgoneta	1	,2	23,3
Conductor furgoneta	15	3,3	26,7
Acompañante motocicleta	7	1,6	28,2
Conductor motocicleta	35	7,8	36,0
Peatón	18	4,0	40,0
Acompañante 2 turismo	73	16,2	56,2
Acompañante 3 turismo	27	6,0	62,2
Acompañante 4 turismo	13	2,9	65,1
Acompañante 5 turismo	3	,7	65,8
Acompañante 6 turismo	1	,2	66,0
Conductor turismo	153	34,0	100,0
Total	450	100,0	

3.3.3 Lugar que ocupaban en el vehículo.

No sólo nos interesa conocer el número de lesionados en cada accidente, sino también es importante averiguar la situación que ocupaban en el interior del vehículo al producirse el accidente.

Los casos estudiados, 450 en total, arrojan una frecuencia muy alta, ascendiendo a 278 los conductores que representan el 61,8% del total de accidentes. En dicha cifra se recogen los usuarios que conducen turismos,

motocicletas y ciclomotores así como camiones, furgonetas, bicicletas, tractor o autobús.

Los acompañantes afectados son el 33,1%, distinguiendo entre acompañantes delanteros que se contabilizaron 96 casos, lo que significa el 21,3% del total y los acompañantes traseros que ascendió a 53 casos, representando 1,8%.

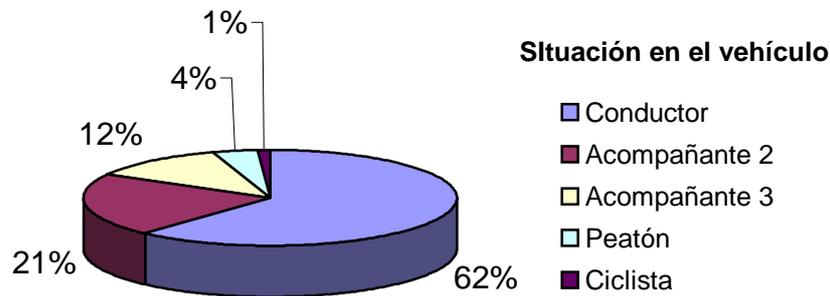
Situación en el vehículo	N casos	%	% acumulado
Conductor	278	61.8	61.8
Acompañante 2	96	21.3	83.1
Acompañante 3	53	11.8	94.9
Peatón	18	4.0	98.9
Ciclista	5	1.1	100.0
Total	450	100.0	

Los acompañantes delanteros (acompañante 2), tal y como se indica en la tabla, hace referencia a los ocupantes de los vehículos sean turismos, camiones o furgonetas.

Los acompañantes posteriores, indicado en la tabla con termino “acompañante 3”, se refiere como se indica a los usuarios sentados en el asiento trasero del vehículo no especificando el lugar que ocupaba en dicho asiento.

Estos datos obtenidos son esperables ya que el conductor como he dicho antes, es necesario para que el vehículo se desplace y por otro lado, el acompañante delantero es más frecuente que el posterior ya que no siempre el número de usuarios por vehículo supera a estos dos.

Otras víctimas que hay que tener en cuenta son los peatones contabilizados que son 18 lo que supone el 4% de los casos estudiados y hace referencia a las personas que cruzaban la vía pública o que habían parado a socorrer a algún vehículo y que en ese momento se consideran peatones o caminaban antirreglamentariamente por la calzada.



Hinojal ¹¹⁰ estima que cerca del 40% de los accidentes de tráfico son atropellos, con una tasa de mortalidad de los atropellados del 28%.

3.3.4 Naturaleza de las lesiones.

3.3.4.1 Lesión y tipo de accidente.

Al analizar el tipo de lesiones hay que tener en cuenta que en la mayoría de accidentes, se produce más de una lesión en un mismo lesionado. Si analizamos por tipos de vehículos, se observa que en los turismos, el tipo de accidente más frecuente es la salida de la vía con un total de 41% de los casos, tal y como se observa en la siguiente tabla. Dentro de este tipo de accidente, la lesión más frecuente, son las heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco con un total de

46,7%. Le sigue en frecuencia con el 42,6%, la lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo. El segundo tipo de accidente más frecuente, son las colisiones frontales y la lesión que más se detecta en estos casos es la contusión con superficie cutánea intacta con un total de 28,8% sobre el total.

Al estudiar el tipo de vehículo siguiente, es decir, la motocicleta, se llega a la conclusión que como en los turismos, la salida de la vía es el tipo de accidente más frecuente con un total de 32,5% de casos y dentro de esta modalidad, las complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas son las lesiones más frecuentes con un porcentaje del 62,5%. Le siguen en frecuencia las colisiones laterales con el 19,2%, y dentro de ésta, la fractura de miembro superior es la más frecuente con un total de 33,3%, hecho explicable debido al apoyo de miembros superiores durante la caída o al salir lanzado en los accidentes de moto con un fin protector.

Si se analiza el tipo de accidente más frecuente en los usuarios de bicicleta, se observa que el 45,5% sufre colisión por alcance, destacándose que en este estudio, se ha observado que las fracturas de cráneo, cuello, tronco, además de las lesiones internas en el organismo, se han detectado en el 100% de los casos. Se puede explicar este dato, por el gran impacto que sufre el organismo al ser lanzado tras ser alcanzado en los usuarios de bicicletas. Además, generalmente suelen ser alcanzados por automóviles o camiones, que son desproporcionados en volumen y peso a este tipo de vehículo, y a la falta de protección de los ciclistas salvo en la cabeza.

Por último, en los datos estudiados, los peatones con un porcentaje del 66,7% han sufrido atropellos, siendo las lesiones más frecuentes y en todos los casos, se han detectado las fracturas de cuello y tronco, lesiones intracraneales salvo aquellas con fractura de cráneo así como las complicaciones traumáticas.

Tipo de vehículo		Tipo de accidente									Total
		Colisión frontal	Colisión lateral	Colisión por alcance	Colisión en cadena	Choque con vehículo parado	Salida de la vía	Atropello peatón	Atropello animal	Otro tipo de accidente	
Turismo	Fractura de cráneo	27,5%	5,0%	2,5%		5,0%	50,0%	2,5%		7,5%	100,0%
	Fracturas de cuello y tronco	16,7%	5,6%		2,8%	2,8%	55,6%			16,7%	100,0%
	Fractura de miembro superior	21,4%	21,4%	14,3%			35,7%			7,1%	100,0%
	Fracturas de miembro inferior	21,4%	14,3%	7,1%	7,1%	3,6%	35,7%			10,7%	100,0%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	40,9%	9,1%	4,5%	4,5%	4,5%	27,3%			9,1%	100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	16,2%	13,2%	7,4%	5,9%	2,9%	42,6%			11,8%	100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	24,0%	24,0%	4,0%			40,0%			8,0%	100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	23,3%	6,7%	10,0%	6,7%		46,7%			6,7%	100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta	28,8%	15,3%	8,5%	6,8%		32,2%			8,5%	100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	25,5%	13,7%	2,0%	9,8%		39,2%			9,8%	100,0%
	Total	23,9%	12,3%	5,6%	5,1%	1,9%	41,0%	,3%		9,9%	100,0%
Moto	Fractura de cráneo		18,2%	18,2%	9,1%		36,4%			18,2%	100,0%
	Fracturas de cuello y tronco	10,0%	20,0%	10,0%		10,0%	10,0%			40,0%	100,0%
	Fractura de miembro superior	8,3%	33,3%	8,3%		16,7%	33,3%				100,0%
	Fracturas de miembro inferior	18,8%	31,3%			12,5%	31,3%			6,3%	100,0%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	33,3%		66,7%							100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	11,5%	11,5%	15,4%			30,8%		7,7%	23,1%	100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	14,3%	28,6%				28,6%			28,6%	100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	10,0%	20,0%	30,0%	10,0%	10,0%	10,0%			10,0%	100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta	11,1%	11,1%	33,3%			44,4%				100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas		12,5%	6,3%		12,5%	62,5%			6,3%	100,0%
	Total	10,0%	19,2%	14,2%	1,7%	6,7%	32,5%		1,7%	14,2%	100,0%
Bicicleta	Fractura de cráneo			100,0%							100,0%
	Fracturas de cuello y tronco			100,0%							100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	40,0%		20,0%						40,0%	100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis			100,0%							100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta									100,0%	100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	100,0%									100,0%
Total	27,3%		45,5%						27,3%	100,0%	
Peatón	Fractura de cráneo							75,0%		25,0%	100,0%
	Fracturas de cuello y tronco							100,0%			100,0%
	Fractura de miembro superior									100,0%	100,0%
	Fracturas de miembro inferior						50,0%			50,0%	100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo							100,0%			100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco						50,0%	50,0%			100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas							100,0%			100,0%
	Total						11,1%	66,7%		22,2%	100,0%
Resto	Fracturas de cuello y tronco						100,0%				100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo									100,0%	100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis						100,0%				100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta				100,0%						100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas									100,0%	100,0%
Total				20,0%		40,0%			40,0%	100,0%	

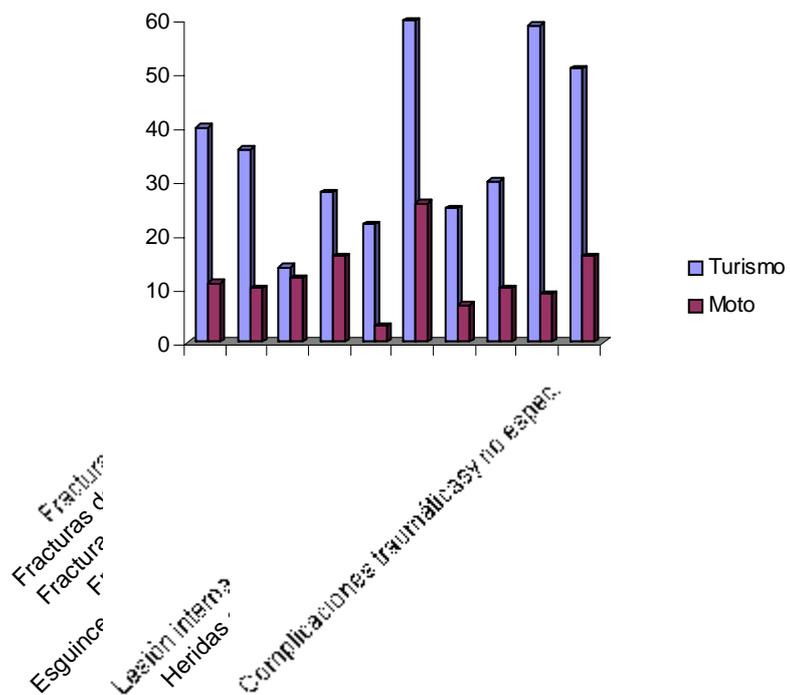
3.3.4.2 Lesión y tipo de vehículo.

Al analizar estos dos parámetros, al igual que en casos anteriores la lesión más frecuente es la lesión intracraneal, siendo en los usuarios de los turismos donde más frecuentemente se produce, lo cual tiene explicación debido a la mayor frecuencia en el uso de este vehículo. Si nos fijamos en las columnas, el segundo lugar lo ocupan los usuarios de motocicletas, teniendo en cuenta la mayor vulnerabilidad de éstos.

En segundo lugar, la lesión más frecuente es la contusión y ciertas complicaciones traumáticas con un total de 70 casos respectivamente; siendo los ocupantes de los turismos los que más sufren estas lesiones con un porcentaje de 84,3 y 72,9% en cada caso.

Le sigue en frecuencia las fracturas de cráneo con 60 casos, contabilizándose el mayor número en los usuarios de los turismos que asciende a 40 casos lo que representa el 66,7%.

Grupos de lesiones		Tipo de vehículo					Total
		Turismo	Moto	Bicicleta	Peatón	Resto	
Fractura de cráneo	N casos	40	11	1	8	0	60
	% por vehículo	66,7%	18,3%	1,7%	13,3%	,0%	100,0%
	% por lesión	10,7%	9,2%	9,1%	44,4%	,0%	11,4%
Fracturas de cuello y tronco	N casos	36	10	1	1	1	49
	% por vehículo	73,5%	20,4%	2,0%	2,0%	2,0%	100,0%
	% por lesión	9,7%	8,3%	9,1%	5,6%	20,0%	9,3%
Fractura de miembro superior	N casos	14	12	0	1	0	27
	% por vehículo	51,9%	44,4%	,0%	3,7%	,0%	100,0%
	% por lesión	3,8%	10,0%	,0%	5,6%	,0%	5,1%
Fracturas de miembro inferior	N casos	28	16	0	2	0	46
	% por vehículo	60,9%	34,8%	,0%	4,3%	,0%	100,0%
	% por lesión	7,5%	13,3%	,0%	11,1%	,0%	8,7%
Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	N casos	22	3	0	0	0	25
	% por vehículo	88,0%	12,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por lesión	5,9%	2,5%	,0%	,0%	,0%	4,7%
Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	N casos	68	26	5	3	1	103
	% por vehículo	66,0%	25,2%	4,9%	2,9%	1,0%	100,0%
	% por lesión	18,2%	21,7%	45,5%	16,7%	20,0%	19,5%
Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	N casos	25	7	2	0	1	35
	% por vehículo	71,4%	20,0%	5,7%	,0%	2,9%	100,0%
	% por lesión	6,7%	5,8%	18,2%	,0%	20,0%	6,6%
Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	N casos	30	10	0	2	0	42
	% por vehículo	71,4%	23,8%	,0%	4,8%	,0%	100,0%
	% por lesión	8,0%	8,3%	,0%	11,1%	,0%	8,0%
Contusión con superficie cutánea intacta	N casos	59	9	1	0	1	70
	% por vehículo	84,3%	12,9%	1,4%	,0%	1,4%	100,0%
	% por lesión	15,8%	7,5%	9,1%	,0%	20,0%	13,3%
Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	N casos	51	16	1	1	1	70
	% por vehículo	72,9%	22,9%	1,4%	1,4%	1,4%	100,0%
	% por lesión	13,7%	13,3%	9,1%	5,6%	20,0%	13,3%
Total	N casos	373	120	11	18	5	527
	% por vehículo	70,8%	22,8%	2,1%	3,4%	,9%	100,0%
	% por lesión	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100%	100,0%

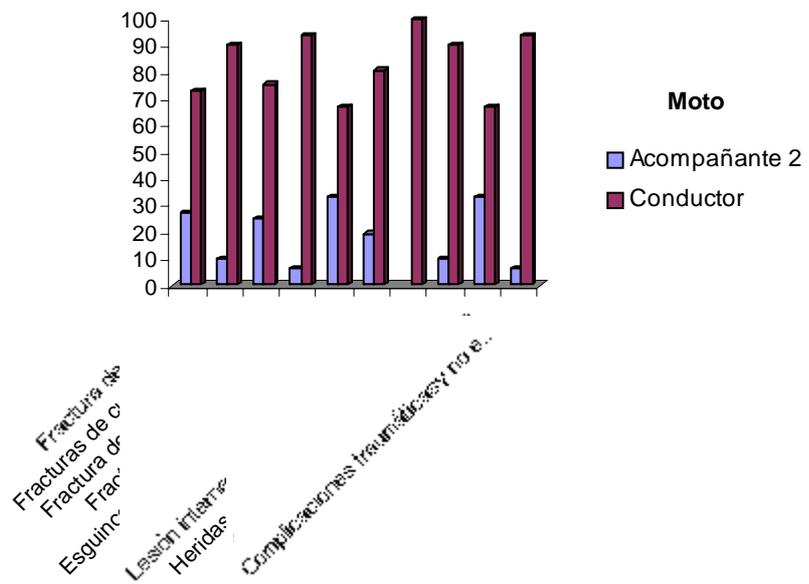
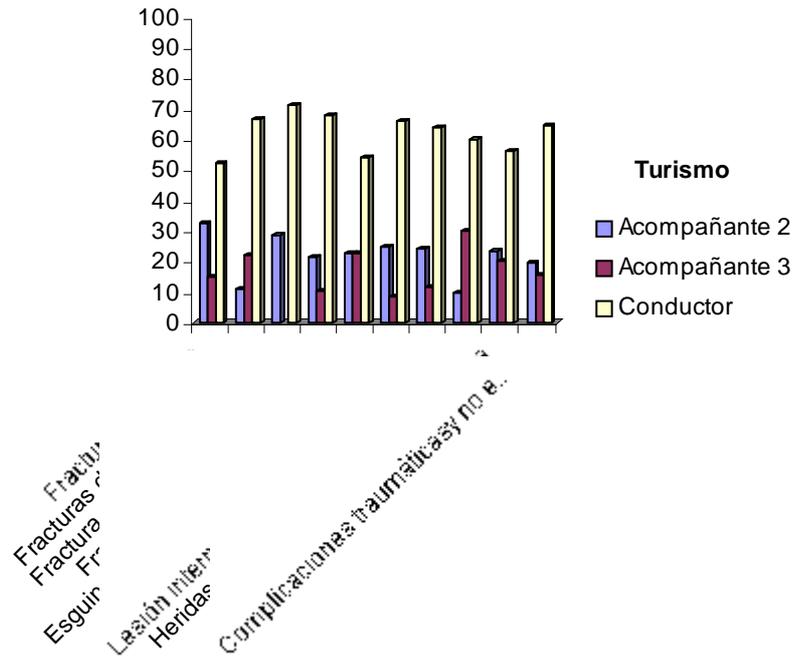


3.3.4.3 Lesión y situación en el vehículo.

Si se observa la siguiente gráfica, tras estudiar los datos obtenidos en este estudio, se deduce que la lesión más frecuente en los conductores de turismos es la fractura de miembro superior con un total de 71,4% de los casos. Le sigue en frecuencia, las fracturas de miembro inferior con 67,9% del total. Si se continúa el análisis de los datos obtenidos en los turismos, se observa que en los acompañantes delanteros, la lesión más frecuente es la fractura de cráneo con un 32,5%, seguida de la fractura de miembro superior con un 28,6%, coincidiendo esta última con una de las más frecuentes como el conductor de turismos.

Al analizar los datos obtenidos en las motos, la alteración que se repite en el 100% de los casos es la lesión interna de tórax, abdomen y pelvis, hallazgo que se puede explicar debido al fuerte impacto contra el suelo o la superficie sobre la que caiga el motociclista. Le sigue en frecuencia con un porcentaje del 93,8%, las fracturas de miembro inferior, ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas. En el caso de los acompañantes de este tipo de vehículo, los esguinces, torceduras de las articulaciones así como las contusiones son las lesiones más frecuentes con un total de 33,3% del total.

Tipo de vehículo		Situación en el vehículo				Total	
		Acompañante 2	Acompañante 3	Ciclista	Conductor		Peatón
Turismo	Fractura de cráneo	32,5%	15,0%		52,5%		100,0%
	Fracturas de cuello y tronco	11,1%	22,2%		66,7%		100,0%
	Fractura de miembro superior	28,6%			71,4%		100,0%
	Fracturas de miembro inferior	21,4%	10,7%		67,9%		100,0%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	22,7%	22,7%		54,5%		100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	25,0%	8,8%		66,2%		100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	24,0%	12,0%		64,0%		100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	10,0%	30,0%		60,0%		100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta	23,7%	20,3%		55,9%		100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	19,6%	15,7%		64,7%		100,0%
	Total		22,0%	16,1%		61,9%	
Moto	Fractura de cráneo	27,3%			72,7%		100,0%
	Fracturas de cuello y tronco	10,0%			90,0%		100,0%
	Fractura de miembro superior	25,0%			75,0%		100,0%
	Fracturas de miembro inferior	6,3%			93,8%		100,0%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	33,3%			66,7%		100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	19,2%			80,8%		100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis				100,0%		100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	10,0%			90,0%		100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta	33,3%			66,7%		100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	6,3%			93,8%		100,0%
	Total		15,8%			84,2%	
Resto	Fractura de cráneo			11,1%		88,9%	100,0%
	Fracturas de cuello y tronco			33,3%	33,3%	33,3%	100,0%
	Fractura de miembro superior					100,0%	100,0%
	Fracturas de miembro inferior					100,0%	100,0%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo			44,4%	22,2%	33,3%	100,0%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis			66,7%	33,3%		100,0%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco					100,0%	100,0%
	Contusión con superficie cutánea intacta	50,0%			50,0%		100,0%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas			33,3%	33,3%	33,3%	100,0%
	Total		2,9%		26,5%	17,6%	52,9%



3.3.4.4 Lesión y accesorios de seguridad.

Otros dos parámetros a estudiar de gran interés son éstos que se contemplan en este epígrafe.

En el apartado de turismo, se ha incluido el camión y se ha analizado la cabina como elemento de seguridad que en este caso asciende a 4,3%. Se observa al analizar la siguiente tabla en cada tipo de vehículo, que el accesorio de seguridad que se emplea en los turismos, es el cinturón de seguridad, siendo la lesión más frecuente y que se ha repetido en todos los casos, el esguince y torceduras de articulaciones. Le sigue en frecuencia las heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco, con un porcentaje del 86,7%. Si se realiza el estudio en el caso de no llevar ningún accesorio de seguridad, la alteración más frecuente es la lesión interna de tórax, abdomen y pelvis que se produce en el 36% de los usuarios de turismos que no llevan ningún accesorio de seguridad.

El hecho que se produzcan más lesiones articulares llevando el cinturón, es posible que sea debido a que existe un mayor número de usuarios que utilizan este dispositivo de seguridad, así como a la lesión inherente que puede producir el uso de este elemento, además de un diagnóstico de forma más detallada que en el caso de la no utilización de los elementos de seguridad, donde se pueden producir lesiones más graves en términos generales y, pasar a segundo plano lesiones de menor importancia.

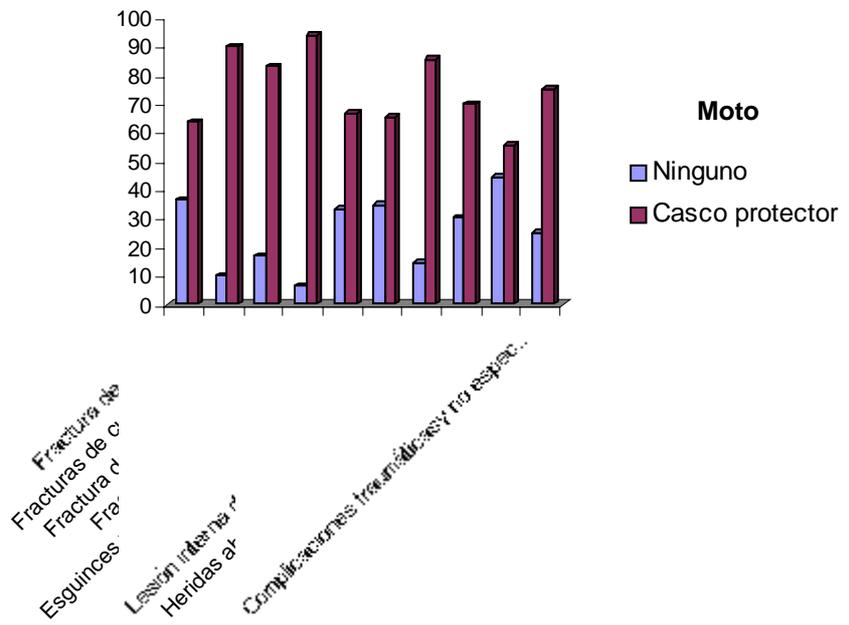
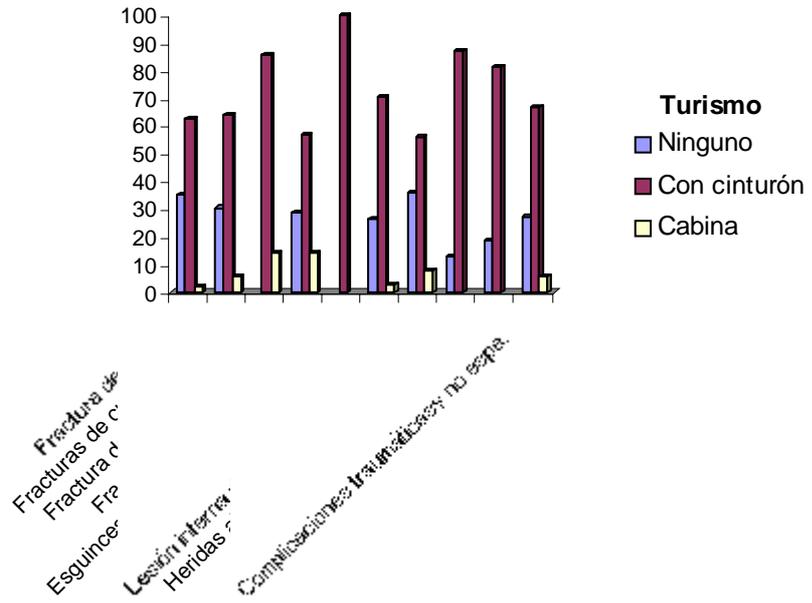
En el caso de la moto, se observa una mayor utilización de accesorios de seguridad, en este caso del casco protector que su no utilización. La lesión más frecuente con un total de 93,8% son las fracturas de miembro inferior y este resultado es mayor incluso si se compara con la no utilización del casco, ya que esta región anatómica no queda protegida por este elemento de seguridad.

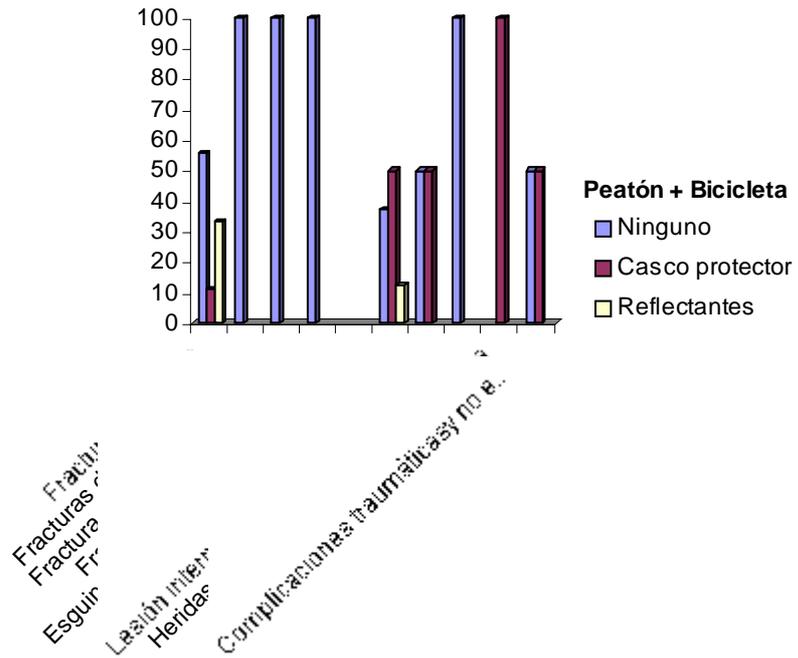
Además, que como he comentado el número de usuarios de motos que utilizan el casco es mayor que los que no lo utilizan.

Si agrupamos, los peatones y usuarios de bicicletas y la utilización de los accesorios de seguridad, se observa en el 58,6% no los utilizan. En el caso de ciclistas, la utilización del casco, no previene de las contusiones distribuidas por la superficie corporal, por lo que al observar las lesiones se han detectado un porcentaje del 100%. En segundo lugar, se han producido lesiones intracraneales en el 50% de los accidentados que llevan casco, lo que podría explicarse, que ante un impacto grave, el casco no protege íntegramente la cabeza y pueden producirse lesiones aunque es posible que menos graves que si no lo llevara. Por otra parte, esta patología podría explicarse por un uso inadecuado del casco al no llevarlo bien acoplado o que éste tuviera alguna alteración, ya que deberían desecharse cascos que han sufrido una caída a una distancia del suelo de medio metro, ya que se producen alteraciones en su estructuras que no protegen de forma eficaz a la persona que lo utiliza.

No hay que olvidar que la sucesiva incorporación de elementos de seguridad al automóvil, ha modificado en parte los cuadros lesivos producidos por los accidente de tráfico. Existe, un grupo de lesiones que están directamente relacionadas con el uso del cinturón de seguridad y/o “airbag”. En un estudio realizado por el Dr.Miró Garcia¹¹¹ y publicado posteriormente, se observan los siguientes resultados, entre las lesiones originadas por el “airbag”, hay que diferenciar entre aquellas producidas por el propio saco, de aquellas secundarias a la acción de los gases que provocan su expansión.

Tipo de vehículo		Accesorios Seguridad					Total
		Ninguno	Con cinturón	Casco Protector	Reflectantes	Cabina	
Turismo	Fractura de cráneo	35,0%	62,5%			2,5%	100%
	Fracturas de cuello y tronco	30,6%	63,9%			5,6%	100%
	Fractura de miembro superior		85,7%			14,3%	100%
	Fracturas de miembro inferior	28,6%	57,1%			14,3%	100%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes		100,0%				100%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	26,5%	70,6%			2,9%	100%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	36,0%	56,0%			8,0%	100%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	13,3%	86,7%				100%
	Contusión con superficie cutánea intacta	18,6%	81,4%				100%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	27,5%	66,7%			5,9%	100%
	Total	23,9%	71,8%			4,3%	100%
Moto	Fractura de cráneo	36,4%		63,6%			100%
	Fracturas de cuello y tronco	10,0%		90,0%			100%
	Fractura de miembro superior	16,7%		83,3%			100%
	Fracturas de miembro inferior	6,3%		93,8%			100%
	Esguinces y torceduras de articulaciones y músculos adyacentes	33,3%		66,7%			100%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	34,6%		65,4%			100%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	14,3%		85,7%			100%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	30,0%		70,0%			100%
	Contusión con superficie cutánea intacta	44,4%		55,6%			100%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	25,0%		75,0%			100%
	Total	25,0%		75,0%			100%
Peatón+ Bicicleta	Fractura de cráneo	55,6%		11,1%	33,3%		100%
	Fracturas de cuello y tronco	100,0%					100%
	Fractura de miembro superior	100,0%					100%
	Fracturas de miembro inferior	100,0%					100%
	Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo	37,5%		50,0%	12,5%		100%
	Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis	50,0%		50,0%			100%
	Heridas abiertas de cabeza, cuello y tronco	100,0%					100%
	Contusión con superficie cutánea intacta			100,0%			100%
	Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas	50,0%		50,0%			100%
	Total	58,6%		27,6%	13,8%		100%
	Resto	Fracturas de cuello y tronco	100,0%				
Lesión intracraneal, salvo aquellas con fractura de cráneo						100,0%	100%
Lesión interna de tórax, abdomen y pelvis		100,0%					100%
Contusión con superficie cutánea intacta		100,0%					100%
Ciertas complicaciones traumáticas y lesiones no especificadas						100,0%	100%
Total		60,0%				40,0%	100%





3.3.5 Gravedad de los lesionados.

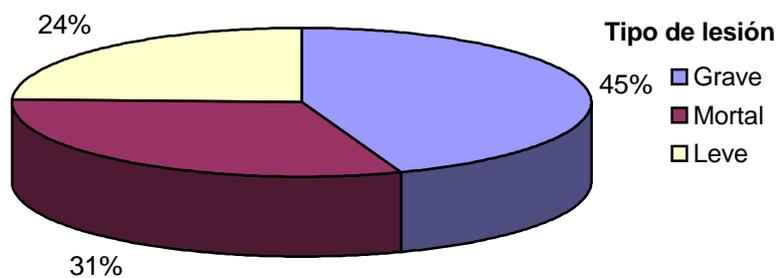
Según datos extraídos del Anuario Estadístico General del año 2001, de la Dirección General de Tráfico y publicado por el Ministerio del Interior, desde 1998 hasta 2001 la cifra de accidentes con víctimas ha presentado ligerísimas variaciones que en ningún caso han superado el 2%. En el año 2001 destacan la disminución en casi un 5% del número de accidentes mortales y el 3,5% de descenso que se observa en las cifras de muertos.

En este estudio, el número de heridos graves asciende a 200 casos, lo que significa el 44,4%, del total. Por herido grave según la definición anterior a la persona que necesita hospitalización más de 24 h.

Del mismo modo se puede observar que el número de muertos es de 140 casos, que representa el 31,1%, contabilizando desde el momento del accidente hasta los 30 días posteriores a él.

El número de heridos leves es de 110 casos o el 24,4% del total de lesionados. En este punto se recogen los casos que no han fallecido y los que no se pueden incluir en el apartado de graves.

Tipo de lesión	N casos	%	% acumulado
Grave	200	44,4	44,4
Mortal	140	31,1	75,6
Leve	110	24,4	100,0
Total	450	100,0	



3.3.5.1 Gravedad de las lesiones y tipo de accidente.

Otro de los parámetros a estudiar es el tipo de accidente que se produce y las lesiones que se producen ya sean leves, graves o con resultado de muerte. De este modo, se observa que del total de 450 lesionados, el mayor número fueron lesionados graves con un total de 200, seguido de 140 casos con resultado de muerte; y el tercer lugar lo ocupan los lesionados leves que asciende a 110.

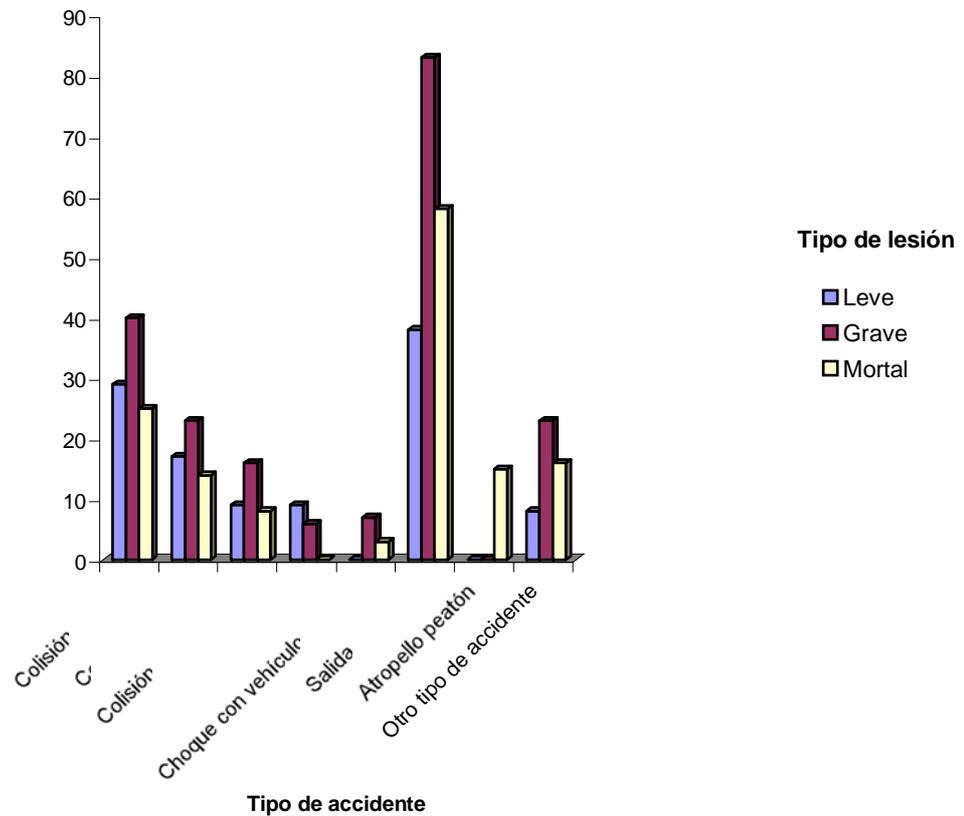
De los 200 graves, 83 casos fueron como resultado de salida de la vía. Le sigue en frecuencia 58 lesionados con resultado de muerte dentro de ese mismo tipo de accidente y por último 38 casos con resultado leve.

En la gráfica se observa el tipo de accidente con resultado de salida de la vía origina el mayor número de lesionados que asciende a 179, ya sean leves, graves o con resultado de muerte. De éstos 83 se consideraron lesionados graves siendo el grupo de mayor incidencia, seguido de 58 fallecidos y por último 38 lesionados leves.

Tras el análisis del tipo de accidente en el que se produce salida de la vía, el siguiente tipo de accidente en el que se observa una mayor frecuencia de accidentes es la colisión frontal con un total de 94 casos. De estos resultados, la mayor incidencia se produce en los lesionados graves al igual que en el tipo de accidente anterior con un total de 40 casos. Es seguido de 29 casos de lesionados leves, que se diferencia del anterior ya que este segundo lugar estaba ocupado por una mayor incidencia de muertes. El tercer lugar en frecuencia lo ocupa un total de 25 muertos en colisiones frontales.

El tercer lugar en cuanto a frecuencia lo ocupa la colisión lateral con 54 casos, de éstos 23 accidentados se consideraron graves, 17 leves y por último 14 fallecidos.

Tipo de accidente		Tipo de lesión			Total
		Leve	Grave	Mortal	
Colisión frontal	N casos	29	40	25	94
	% por lesión	30.9%	42.6%	26.6%	100.0%
	% por accidente	26.4%	20.0%	17.9%	20.9%
Colisión lateral	N casos	17	23	14	54
	% por lesión	31.5%	42.6%	25.9%	100.0%
	% por accidente	15.5%	11.5%	10.0%	12.0%
Colisión por alcance	N casos	9	16	8	33
	% por lesión	27.3%	48.5%	24.2%	100.0%
	% por accidente	8.2%	8.0%	5.7%	7.3%
Colisión en cadena	N casos	9	6		15
	% por lesión	60.0%	40.0%		100.0%
	% por accidente	8.2%	3.0%		3.3%
Choque con vehículo parado	N casos		7	3	10
	% por lesión		70.0%	30.0%	100.0%
	% por accidente		3.5%	2.1%	2.2%
Salida de la vía	N casos	38	83	58	179
	% por lesión	21.2%	46.4%	32.4%	100.0%
	% por accidente	34.5%	41.5%	41.4%	39.8%
Atropello peatón	N casos			15	15
	% por lesión			100.0%	100.0%
	% por accidente			10.7%	3.3%
Atropello animal	N casos		2		2
	% por lesión		100.0%		100.0%
	% por accidente		1.0%		.4%
Otro tipo de accidente	N casos	8	23	16	47
	% por lesión	17.0%	48.9%	34.0%	100.0%
	% por accidente	7.3%	11.5%	11.4%	10.4%
No consta	N casos			1	1
	% por lesión			100.0%	100.0%
	% por accidente			.7%	.2%
Total	N casos	110	200	140	450
	% por lesión	24.4%	44.4%	31.1%	100.0%
	% por accidente	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%



3.3.5.2 Gravedad de las lesiones y tipo de vehículo.

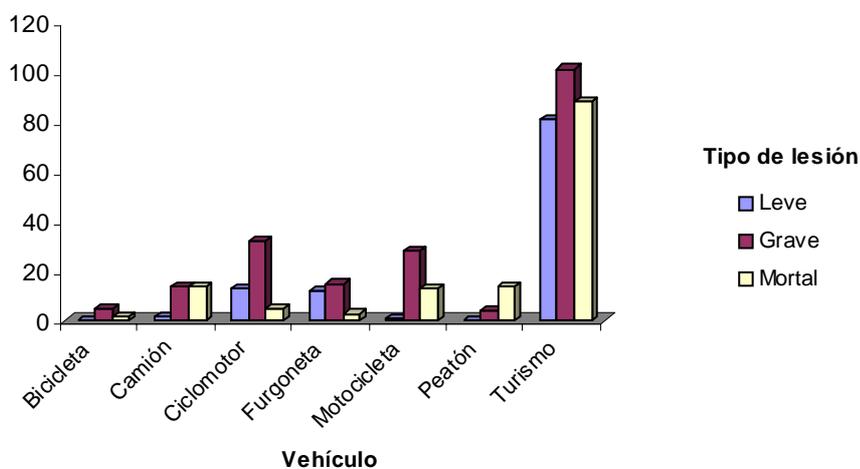
Otros dos parámetros que se pueden analizar es el tipo de vehículo y la gravedad de las lesiones. De la totalidad de los accidentados, más de la mitad, concretamente 270 eran usuarios de turismos, lo que supone el 60% del total de vehículos utilizados ya sean motocicletas, camiones o bicicletas entre otros así como peatones. No llama la atención que la mayor incidencia se observe en los usuarios de turismos por ser el vehículo más utilizado en nuestra sociedad. Del total de accidentados que utilizaban turismos, el 37,4% resultaron graves o sea 101 casos, seguido de 88 fallecidos, que representa el 32,6%, y el resto resultaron lesionados leves.

Le sigue en frecuencia el ciclomotor con un total de 50 casos a gran distancia del anterior, representando el 11,1% de los vehículos utilizados que ha dado lugar a lesionados. De éstos, 32 resultaron graves, siendo éste un dato importante ya que el ciclomotor debido a su inestabilidad, poco peso, así como la inexistencia de carrocería da lugar a importantes lesiones. A esto se suma que en la mayoría de los casos son conducidas por personas jóvenes que no tienen conciencia del peligro que ello supone y en algunos casos tras ingerir sustancias tóxicas con las que adquieren conductas más temerarias.

El menor número de lesionados han sido los usuarios de un autobús con sólo un herido y leve. Hay que tener en cuenta, que de los casos registrados sólo se contabilizó un accidente de autobús. En general, este tipo de vehículo sufre un menor número de accidentes que los turismos, al ser menor porcentaje los que circulan por las carreteras españolas en comparación con los turismos, además de estar conducidos por personas expertas que suelen cumplir con las normas de tráfico y además de inspeccionar los vehículos de forma correcta, pero que en el caso de producirse un accidente el número de víctimas es mayor debido a sus propias características.

Otro de los vehículos registrados es el tractor con sólo dos lesionados, los cuales resultaron uno de ellos herido grave y el otro falleció, lo que supone el 0,5 y 0,7% del porcentaje de lesionados que hacían uso de un determinado vehículo.

Vehículo		Lesiones			Total
		Leve	Grave	Mortal	
Autobús	N casos	1	0	0	1
	% por lesión	100,0%	,0%	,0%	100,0%
	% por tipo de vehículo	,9%	,0%	,0%	,2%
Bicicleta	N casos	0	5	2	7
	% por lesión	,0%	71,4%	28,6%	100,0%
	% por tipo de vehículo	,0%	2,5%	1,4%	1,6%
Camión	N casos	2	14	14	30
	% por lesión	6,7%	46,7%	46,7%	100,0%
	% por tipo de vehículo	1,8%	7,0%	10,0%	6,7%
Ciclomotor	N casos	13	32	5	50
	% por lesión	26,0%	64,0%	10,0%	100,0%
	% por tipo de vehículo	11,8%	16,0%	3,6%	11,1%
Furgoneta	N casos	12	15	3	30
	% por lesión	40,0%	50,0%	10,0%	100,0%
	% por tipo de vehículo	10,9%	7,5%	2,1%	6,7%
Motocicleta	N casos	1	28	13	42
	% por lesión	2,4%	66,7%	31,0%	100,0%
	% por tipo de vehículo	,9%	14,0%	9,3%	9,3%
Peatón	N casos	0	4	14	18
	% por lesión	,0%	22,2%	77,8%	100,0%
	% por tipo de vehículo	,0%	2,0%	10,0%	4,0%
Tractor	N casos	0	1	1	2
	% por lesión	,0%	50,0%	50,0%	100,0%
	% por tipo de vehículo	,0%	,5%	,7%	,4%
Turismo	N casos	81	101	88	270
	% por lesión	30,0%	37,4%	32,6%	100,0%
	% por tipo de vehículo	73,6%	50,5%	62,9%	60,0%
Total	N casos	110	200	140	450
	% por lesión	24,4%	44,4%	31,1%	100,0%
	% por tipo de vehículo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



3.3.5.3 Gravedad de las lesiones y situación en el vehículo.

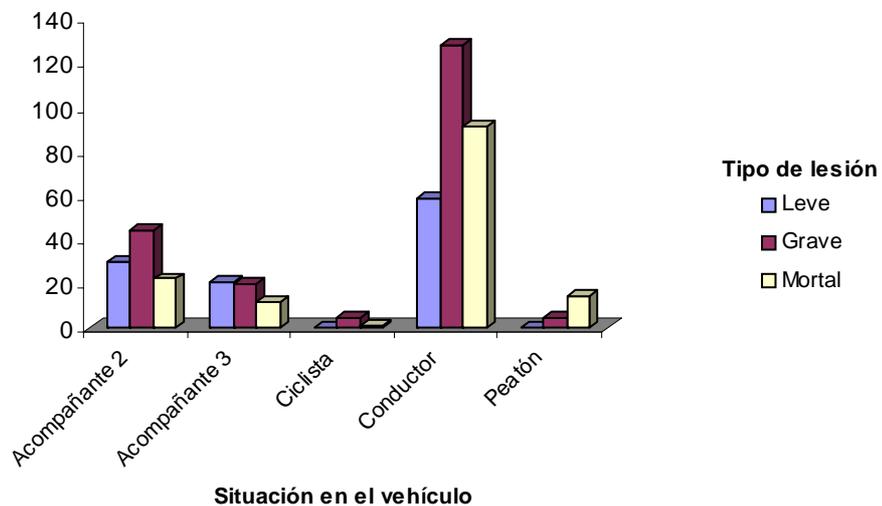
Si se observa la gráfica en la que se analiza la gravedad de los lesionados y la situación en el vehículo, se observa que de 450 casos, 278 eran conductores y de ellos 128 resultaron lesionados graves alcanzando un porcentaje del 46%. Es explicable que el mayor número de lesionados, se detecte en los conductores, al ser un usuario obligado en el transporte de los vehículos.

Le sigue en frecuencia el acompañante del vehículo conocido como copiloto y de las motocicletas, cuyo número asciende a 96, y de éstos 44 resultaron graves.

Si se analiza el acompañante 3, hace referencia a los situados en la parte posterior del vehículo no especificando su ubicación concreta. Lesionados que ocupaban este lugar son 53, resultando leves el mayor número de ellos.

Siguiendo con el análisis de los resultados de estas variables, los resultados obtenidos de un total de 5 ciclistas y 18 peatones, se deduce que ninguno de ellos resultó herido leve. En el caso de los ciclistas el 80% resultó herido grave y el 20% resultó muerto. En cambio, en los peatones en un mayor porcentaje fallecieron.

Situación en el vehículo		Lesiones			Total
		Leve	Grave	Mortal	
Acompañante 2	N casos	30	44	22	96
	% por lesión	31,3%	45,8%	22,9%	100,0%
	% por situación en vehículo	27,3%	22,0%	15,7%	21,3%
Acompañante 3	N casos	21	20	12	53
	% por lesión	39,6%	37,7%	22,6%	100,0%
	% por situación en vehículo	19,1%	10,0%	8,6%	11,8%
Ciclista	N casos	0	4	1	5
	% por lesión	,0%	80,0%	20,0%	100,0%
	% por situación en vehículo	,0%	2,0%	,7%	1,1%
Conductor	N casos	59	128	91	278
	% por lesión	21,2%	46,0%	32,7%	100,0%
	% por situación en vehículo	53,6%	64,0%	65,0%	61,8%
Peatón	N casos	0	4	14	18
	% por lesión	,0%	22,2%	77,8%	100,0%
	% por situación en vehículo	,0%	2,0%	10,0%	4,0%
Total	N casos	110	200	140	450
	% por lesión	24,4%	44,4%	31,1%	100,0%
	% por situación en vehículo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



3.3.5.4 Gravedad de las lesiones y elementos de seguridad.

Analizando la siguiente tabla, se observa que de los 450 casos, 241 hacían uso del cinturón de seguridad, elemento de uso obligatorio en todos los ocupantes

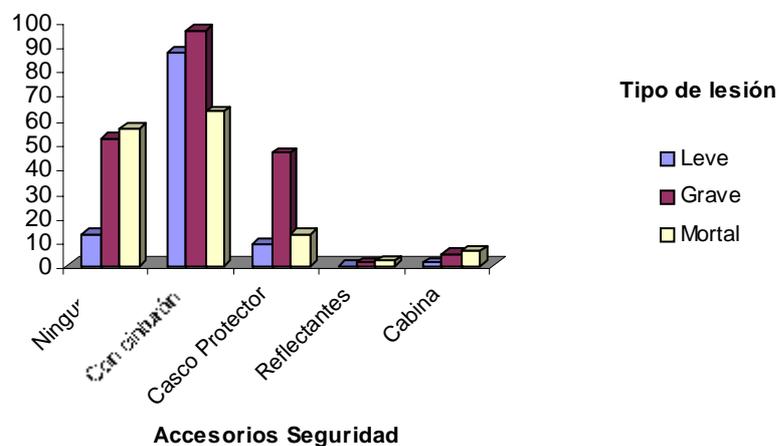
de vehículos. De ellos, 93 resultaron heridos graves a pesar de utilizarlo, seguido de 86 heridos leves y 62 muertos.

El segundo lugar con relación a la frecuencia lo ocupan los 121 lesionados que no portaban ningún elemento de seguridad, de éstos el mayor número 56 lesionados resultaron muertos, lo que representa el 40%, esto tiene su explicación en el gran peligro que supone circular por las vías públicas sin utilizar algún elemento de seguridad en cualquiera de los transportes existentes. Le sigue en frecuencia los 52 lesionados graves y 13 leves.

A continuación le siguen, los usuarios del casco protector con un total de 73 casos, resultando graves 49, a pesar de su uso.

El menor número de casos contabilizados se encuentra en las personas que utilizan elementos reflectantes, por otra parte lógico, al ser menor el número de casos contabilizados que usuarios que utilizaban el turismo o motocicletas como medio de transporte. De ellos, 2 resultaron muertos y uno herido grave. Se puede explicar por la gravedad de las lesiones cuando se sufre impacto con vehículo, existiendo una diferencia de fuerza muy notable entre los usuarios que deben utilizar elementos reflectantes y el vehículo implicado en el incidente.

Accesorios Seguridad		Tipo de lesión			Total
		Leve	Grave	Mortal	
Ninguno	N casos	13	52	56	121
	% por tipo de lesión	10,7%	43,0%	46,3%	100,0%
	% por accesorio	11,8%	26,0%	40,0%	26,9%
Con cinturón	N casos	86	93	62	241
	% por tipo de lesión	35,7%	38,6%	25,7%	100,0%
	% por accesorio	78,2%	46,5%	44,3%	53,6%
Casco Protector	N casos	10	49	14	73
	% por tipo de lesión	13,7%	67,1%	19,2%	100,0%
	% por accesorio	9,1%	24,5%	10,0%	16,2%
Reflectantes	N casos	0	1	2	3
	% por tipo de lesión	,0%	33,3%	66,7%	100,0%
	% por accesorio	,0%	,5%	1,4%	,7%
Cabina	N casos	1	5	6	12
	% por tipo de lesión	8,3%	41,7%	50,0%	100,0%
	% por accesorio	,9%	2,5%	4,3%	2,7%
Total	N casos	110	200	140	450
	% por tipo de lesión	24,4%	44,4%	31,1%	100,0%
	% por accesorio	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



3.3.6 Localización de las lesiones por regiones anatómicas

Es importante estudiar la zona anatómica afectada tras un accidente. De los 450 casos, el número de lesiones asciende a 583 ya que en los accidentes de tráfico es frecuente que existan varias lesiones en un mismo accidentado.

La localización más frecuente es en la cabeza con un total de 195 casos que representa el 33,4% del total. Estas lesiones son muy variadas comprende desde contusiones a T.C.E. graves.

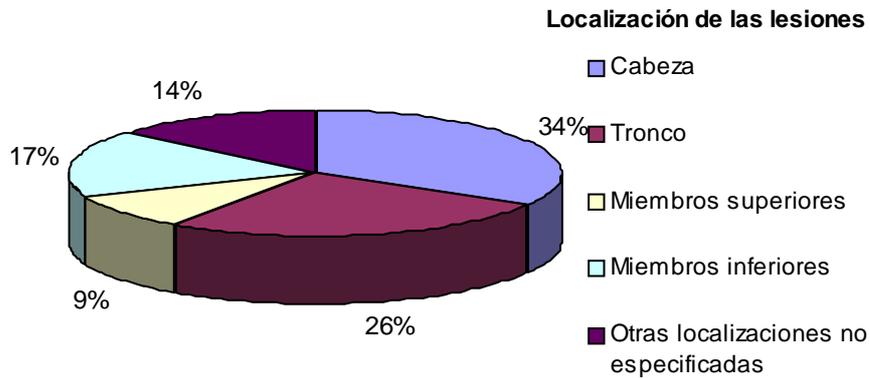
Le sigue en frecuencia el tronco con 153 casos, lo que significa el 26,2%. Son diversas las lesiones que se observan a este nivel. Entre ellas, se encuentran las abdominales por rotura de víscera sólida, siendo la más frecuente, el bazo. Otra lesión que se puede observar es la lesión de víscera hueca, siendo el intestino la más frecuente¹¹².

También pueden observarse a este nivel lesiones vasculares como la rotura traumática de la aorta en accidente de tráfico. Una comunicación del Prof. Villanueva indica la frecuencia de esta lesión¹¹³. Un artículo publicado por el Servicio de Angiología y Cirugía Vascular del Hospital Son Dureta en Palma de Mallorca, analiza 10 pacientes intervenidos por rotura de la aorta torácica, de ellos, 8 son por accidente de tráfico¹¹⁴.

El tercer lugar, lo ocupan las lesiones de miembros inferiores con 100 casos que representa el 17,2%.

Le sigue en frecuencia las lesiones de miembros superiores y otras de localizaciones no especificadas.

Localización de las lesiones	N casos	%	% acumulado
Cabeza	195	33,4	33,4
Tronco	153	26,2	59,7
Miembros superiores	55	9,4	69,1
Miembros inferiores	100	17,2	86,3
Otras localizaciones no especificadas	80	13,7	100,0
Total	583	100,0	



3.3.6.1 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y tipo de accidente.

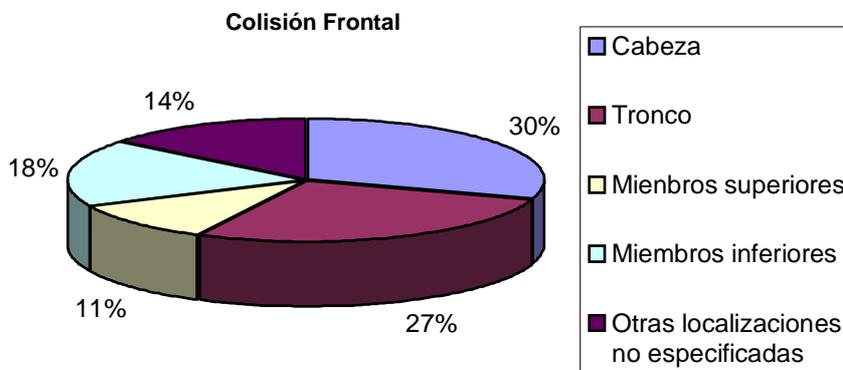
En la tabla, se observa que el mayor número de lesiones se localiza en la cabeza, tal y como se había comentado en el punto anterior. De los 195 casos en el que se produjeron lesiones en la cabeza, 72 fueron por salida de la vía. Le sigue en frecuencia la colisión frontal con 34 lesionados. Estas lesiones se pueden explicar por no emplear elementos de seguridad, lo que ocasiona la afectación de esta región anatómica que va desde heridas o contusiones hasta T.C.E.

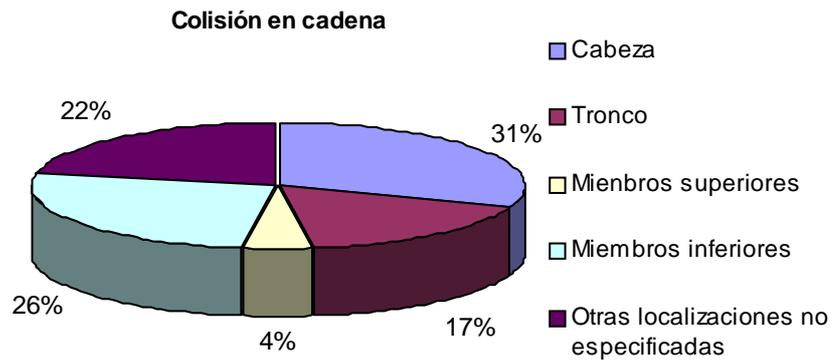
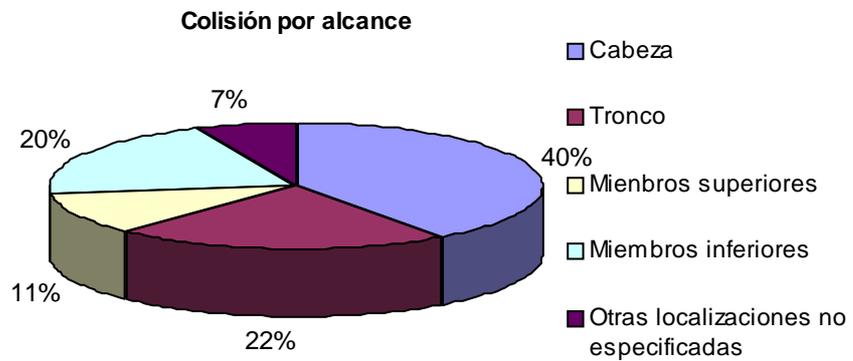
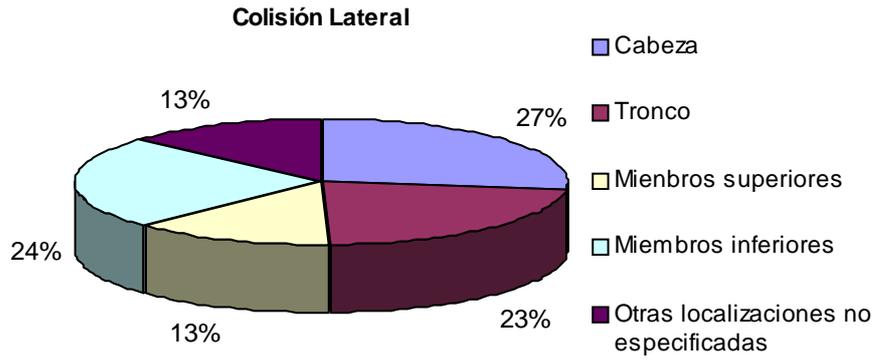
La segunda localización anatómica es el tronco con 153 casos, por orden. El tipo de accidente que provoca el mayor número de casos es la salida de la vía con 63 casos, le sigue con 31 la colisión frontal. Se observa que tanto los afectados en la cabeza y en tronco, en ambos la salida de la vía como la colisión frontal son la modalidad de accidente que con mayor frecuencia producen estas lesiones.

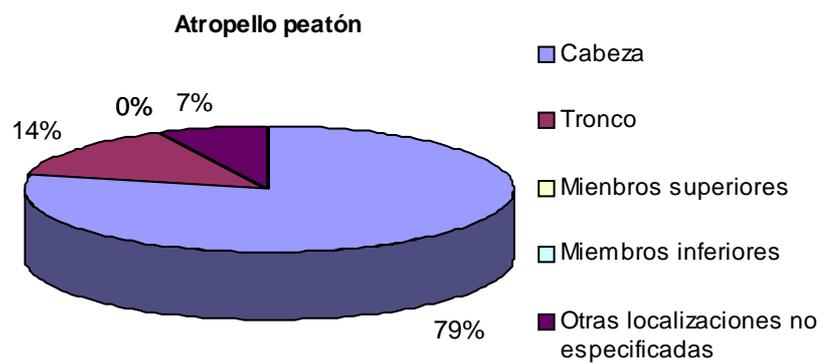
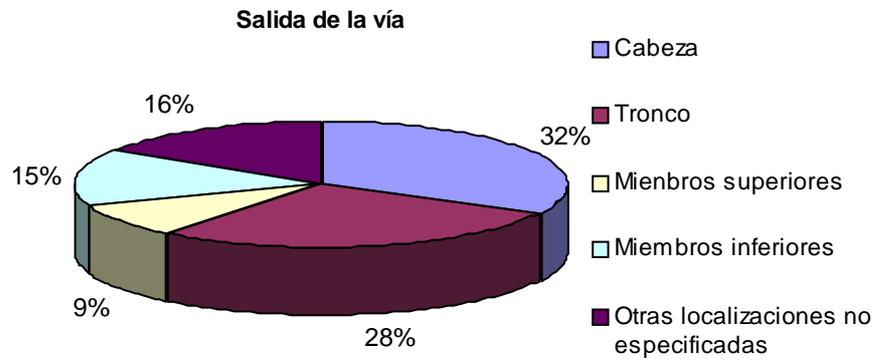
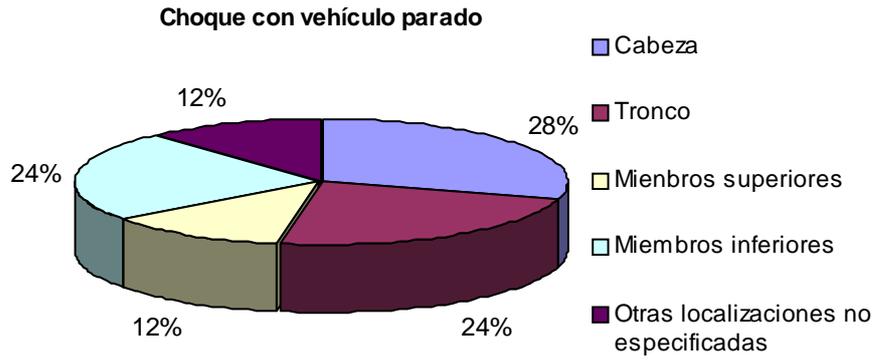
El tercer lugar, con un total de 100 casos se encuentran los lesionados de miembros inferiores siendo los casos más frecuentes los que se detectan por salida

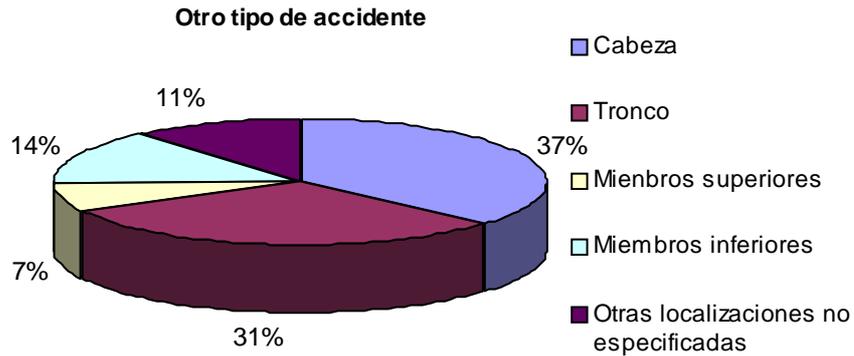
de la vía con 33 casos. Por orden de frecuencia le sigue la colisión frontal. Se llega a la conclusión que las tres regiones anatómicas más frecuentemente afectadas en los accidentes de tráfico, se repite el mismo tipo de accidente.

Localización de las lesiones		Tipo de accidente								Total	
		Colisión frontal	Colisión lateral	Colisión por alcance	Colisión en cadena	Choque con vehículo parado	Salida de la vía	Atropello peatón	Atropello animal		Otro tipo de accidente
Cabeza	N casos	34	20	18	7	5	72	11	2	26	195
	% por tipo de accidente	17,4%	10,3%	9,2%	3,6%	2,6%	36,9%	5,6%	1,0%	13,3%	100,0%
	% por tipo de lesión	30,1%	26,7%	40,0%	30,4%	29,4%	32,4%	78,6%	66,7%	36,6%	33,4%
Tronco	N casos	31	17	10	4	4	63	2	0	22	153
	% por tipo de accidente	20,3%	11,1%	6,5%	2,6%	2,6%	41,2%	1,3%	,0%	14,4%	100,0%
	% por tipo de lesión	27,4%	22,7%	22,2%	17,4%	23,5%	28,4%	14,3%	,0%	31,0%	26,2%
Miembros superiores	N casos	12	10	5	1	2	19	0	1	5	55
	% por tipo de accidente	21,8%	18,2%	9,1%	1,8%	3,6%	34,5%	,0%	1,8%	9,1%	100,0%
	% por tipo de lesión	10,6%	13,3%	11,1%	4,3%	11,8%	8,6%	,0%	33,3%	7,0%	9,4%
Miembros inferiores	N casos	20	18	9	6	4	33	0	0	10	100
	% por tipo de accidente	20,0%	18,0%	9,0%	6,0%	4,0%	33,0%	,0%	,0%	10,0%	100,0%
	% por tipo de lesión	17,7%	24,0%	20,0%	26,1%	23,5%	14,9%	,0%	,0%	14,1%	17,2%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	16	10	3	5	2	35	1	0	8	80
	% por tipo de accidente	20,0%	12,5%	3,8%	6,3%	2,5%	43,8%	1,3%	,0%	10,0%	100,0%
	% por tipo de lesión	14,2%	13,3%	6,7%	21,7%	11,8%	15,8%	7,1%	,0%	11,3%	13,7%
Total	N casos	113	75	45	23	17	222	14	3	71	583
	% por tipo de accidente	19,4%	12,9%	7,7%	3,9%	2,9%	38,1%	2,4%	,5%	12,2%	100,0%
	% por tipo de lesión	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%









3.3.6.2 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y accesorios de seguridad.

De 450 lesionados, se observan 583 lesiones distribuidas en distintas regiones anatómicas.

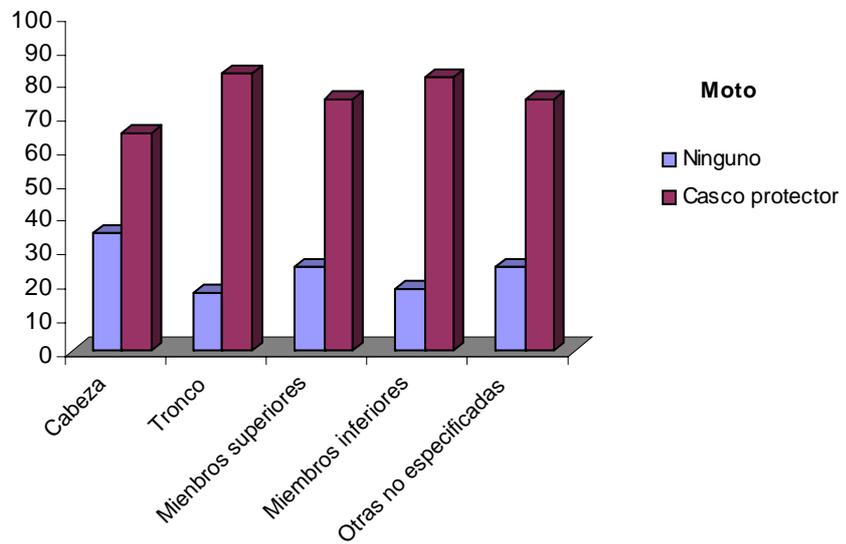
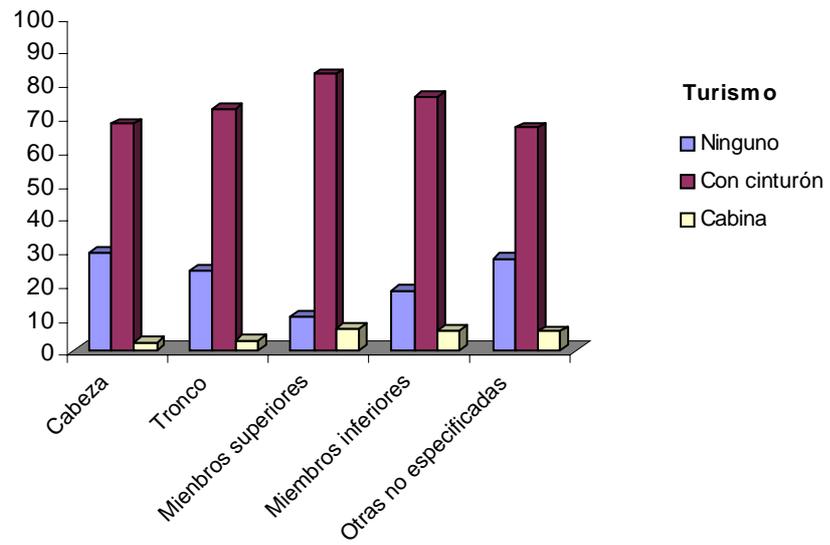
Si nos fijamos en la siguiente tabla y más concretamente en el cuadro correspondiente al turismo, se observa que es mayor el porcentaje de sufrir lesiones en la cabeza no utilizando ningún elemento de seguridad, representando el 34,7% frente al 27,3% si lleva el cinturón de seguridad. El tronco presenta un porcentaje similar tanto si se utiliza o no este mecanismo de seguridad.

La motocicleta y ciclomotores es otro tipo de vehículo muy utilizado en nuestro medio. Al analizar en la siguiente tabla, la parte del organismos más afectada, se observa que es el tronco con un total de 28 casos llevando casco protector, en contraposición a los 5 casos en caso contrario. Se puede pensar que este dato obtenido en este estudio tenga su explicación en un mayor número de personas que lo utilizan al circular con este medio de transporte, así como que el casco no protege de forma eficaz el tronco como lo hace con cuello y cabeza para

el que específicamente está diseñado. Además, el tronco es una superficie corporal más amplia si la comparamos con ésta última.

Al analizar por regiones anatómicas, se observa que la posibilidad de sufrir lesiones en la cabeza es mayor si no llevas el casco con un 40% frente al 23,6% en caso de llevarlo. En el estudio del tronco se obtiene un porcentaje mayor de sufrir lesiones en esta zona si portas el casco con un porcentaje del 26,4% y de 14,3% si no lo utilizas. En miembros superiores, inferiores y otras localizaciones no específicas, el porcentaje es similar, si comparamos entre ellos.

Tipo de vehículo	Accesorios Seguridad				Total	
	Ninguno	Con cinturón	Casco Protector	Cabina		
Turismo	Cabeza	N casos	33	80	3	116
		% por accesorio	28.4%	69.0%	2.6%	100.0%
		% por localización	34.7%	27.3%	15.8%	28.5%
		% del total	8.1%	19.7%	.7%	28.5%
	Tronco	N casos	32	95	6	133
		% por accesorio	24.1%	71.4%	4.5%	100.0%
		% por localización	33.7%	32.4%	31.6%	32.7%
		% del total	7.9%	23.3%	1.5%	32.7%
	Miembros superiores	N casos	3	28	2	33
		% por accesorio	9.1%	84.8%	6.1%	100.0%
		% por localización	3.2%	9.6%	10.5%	8.1%
		% del total	.7%	6.9%	.5%	8.1%
	Miembros inferiores	N casos	12	52	5	69
		% por accesorio	17.4%	75.4%	7.2%	100.0%
		% por localización	12.6%	17.7%	26.3%	17.0%
		% del total	2.9%	12.8%	1.2%	17.0%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	15	38	3	56	
	% por accesorio	26.8%	67.9%	5.4%	100.0%	
	% por localización	15.8%	13.0%	15.8%	13.8%	
	% del total	3.7%	9.3%	.7%	13.8%	
Total	N casos	95	293	19	407	
	% por accesorio	23.3%	72.0%	4.7%	100.0%	
	% por localización	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% del total	23.3%	72.0%	4.7%	100.0%	
Moto	Cabeza	N casos	14		25	39
		% por accesorio	35.9%		64.1%	100.0%
		% por localización	40.0%		23.6%	27.7%
		% del total	9.9%		17.7%	27.7%
	Tronco	N casos	5		28	33
		% por accesorio	15.2%		84.8%	100.0%
		% por localización	14.3%		26.4%	23.4%
		% del total	3.5%		19.9%	23.4%
	Miembros superiores	N casos	5		15	20
		% por accesorio	25.0%		75.0%	100.0%
		% por localización	14.3%		14.2%	14.2%
		% del total	3.5%		10.6%	14.2%
	Miembros inferiores	N casos	5		23	28
		% por accesorio	17.9%		82.1%	100.0%
		% por localización	14.3%		21.7%	19.9%
		% del total	3.5%		16.3%	19.9%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	6		15	21	
	% por accesorio	28.6%		71.4%	100.0%	
	% por localización	17.1%		14.2%	14.9%	
	% del total	4.3%		10.6%	14.9%	
Total	N casos	35		106	141	
	% por accesorio	24.8%		75.2%	100.0%	
	% por localización	100.0%		100.0%	100.0%	
	% del total	24.8%		75.2%	100.0%	



3.3.6.3 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y situación en el vehículo.

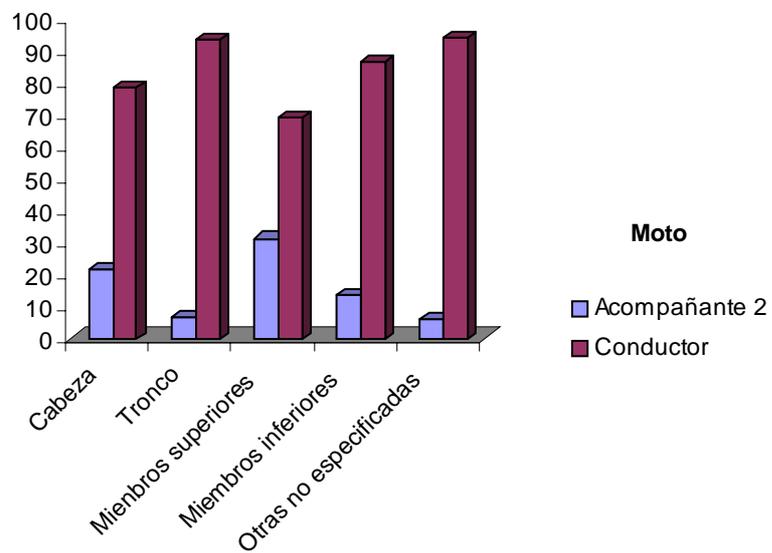
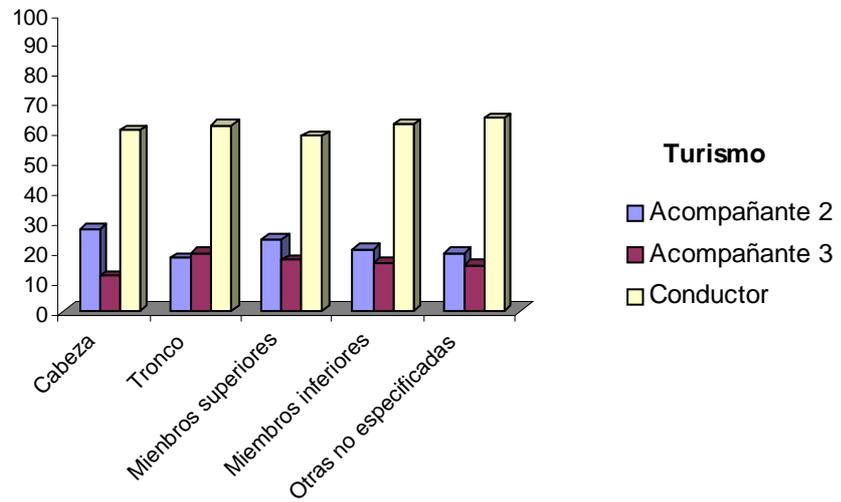
Al analizar estas dos variables en el caso del turismo, se observa que el conductor es el usuario más lesionado en relación a los acompañantes ya sean delanteros o posteriores, llamados 2 y 3 respectivamente, con un total de 253 casos. El conductor sufre un mayor número de lesiones si lo comparamos con los restantes ocupantes. Por regiones anatómicas, se observa que la posibilidad de sufrir una lesión en la cabeza es mayor en los usuarios delanteros frente a los posteriores y conductores. El tronco sufre más lesiones en los ocupantes posteriores que en los anteriores, es posible que su explicación se encuentre en los accidentes por alcances donde se produce con mayor frecuencia alguna lesión en esta región corporal. Si se analizan los miembros inferiores y otras localizaciones no especificadas, el porcentaje es similar en cualquiera que sea la situación en el interior del turismo.

Si analizamos en la siguiente tabla el apartado correspondiente a la moto, al igual que en el turismo el mayor número de lesionados se encuentra en los conductores al contabilizarse un mayor número en el estudio y además ser un usuario obligatorio. Se observa en el estudio realizado que la cabeza sufre un porcentaje mayor de lesiones en los acompañantes que en el conductor. En los datos obtenidos, llama la atención que el tronco sufre un mayor porcentaje de lesiones en los conductores con un total de 26,5% en relación a los acompañantes con el 8,3%.

Al analizar los miembros superiores, la probabilidad de lesión es mayor en los acompañantes que en conductores, tal vez sea porque el manillar sirve de protección al conductor además d elemento de sujeción que los acompañantes no poseen al sufrir una caída o ser lanzados en el momento del accidente.

La afectación de los miembros inferiores y otras localizaciones no específicas, es similar en ambos casos.

Tipo de vehículo			Situación en el vehículo			Total
			Acompañante 2	Acompañante 3	Conductor	
Turismo	Cabeza	N casos	30	16	70	116
		% por situación	25.9%	13.8%	60.3%	100.0%
		% por localización	34.5%	23.9%	27.7%	28.5%
		% del total	7.4%	3.9%	17.2%	28.5%
	Tronco	N casos	23	25	85	133
		% por situación	17.3%	18.8%	63.9%	100.0%
		% por localización	26.4%	37.3%	33.6%	32.7%
		% del total	5.7%	6.1%	20.9%	32.7%
	Miembros superiores	N casos	8	6	19	33
		% por situación	24.2%	18.2%	57.6%	100.0%
		% por localización	9.2%	9.0%	7.5%	8.1%
		% del total	2.0%	1.5%	4.7%	8.1%
	Miembros inferiores	N casos	14	11	44	69
		% por situación	20.3%	15.9%	63.8%	100.0%
		% por localización	16.1%	16.4%	17.4%	17.0%
		% del total	3.4%	2.7%	10.8%	17.0%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	12	9	35	56	
	% por situación	21.4%	16.1%	62.5%	100.0%	
	% por localización	13.8%	13.4%	13.8%	13.8%	
	% del total	2.9%	2.2%	8.6%	13.8%	
Total	N casos	87	67	253	407	
	% por situación	21.4%	16.5%	62.2%	100.0%	
	% por localización	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% del total	21.4%	16.5%	62.2%	100.0%	
Moto	Cabeza	N casos	8		31	39
		% por situación	20.5%		79.5%	100.0%
		% por localización	33.3%		26.5%	27.7%
		% del total	5.7%		22.0%	27.7%
	Tronco	N casos	2		31	33
		% por situación	6.1%		93.9%	100.0%
		% por localización	8.3%		26.5%	23.4%
		% del total	1.4%		22.0%	23.4%
	Miembros superiores	N casos	5		15	20
		% por situación	25.0%		75.0%	100.0%
		% por localización	20.8%		12.8%	14.2%
		% del total	3.5%		10.6%	14.2%
	Miembros inferiores	N casos	5		23	28
		% por situación	17.9%		82.1%	100.0%
		% por localización	20.8%		19.7%	19.9%
		% del total	3.5%		16.3%	19.9%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	4		17	21	
	% por situación	19.0%		81.0%	100.0%	
	% por localización	16.7%		14.5%	14.9%	
	% del total	2.8%		12.1%	14.9%	
Total	N casos	24		117	141	
	% por situación	17.0%		83.0%	100.0%	
	% por localización	100.0%		100.0%	100.0%	
	% del total	17.0%		83.0%	100.0%	



3.3.6.4 Localización de las lesiones por regiones anatómicas y velocidad del vehículo.

Si se analizan estas dos variantes, velocidad del vehículo y localización de las lesiones, se llega a la conclusión que la cabeza es la región anatómica más frecuentemente afectada con 195 casos, observándose un mayor número de lesionados en vehículos que van a menos o igual velocidad de 60 km/h.

La explicación a un mayor número de accidentes a menor velocidad puede ser debido a que esos accidentes sean menos graves aunque más numerosos por suceder en vías comarcales donde la confianza es mayor por las personas que viven en poblaciones cercanas y no toman las medidas de seguridad adecuadas por ese motivo.

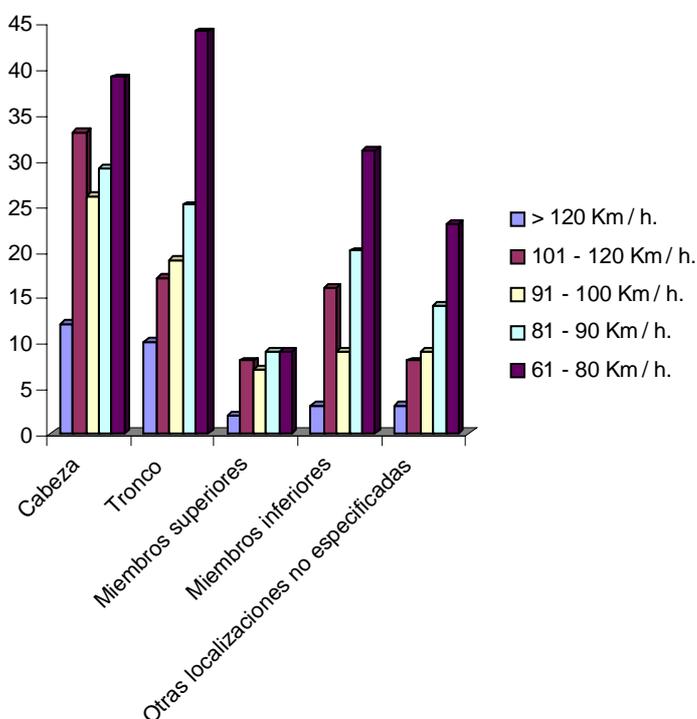
El segundo lugar por orden de frecuencia en cuanto a la velocidad del vehículo y que resulte lesionada la cabeza, es la franja que comprende de 61 a 80 km/h, también llama la atención por la baja velocidad y un número relativamente alto de accidentes que puede explicarse por el mismo motivo anterior además, suelen ser trayectos cortos lo que contribuye a lo comentado.

El menor número de personas que han sufrido lesiones en la cabeza disminuye al aumentar la velocidad, cabe pensar que estas lesiones sean más graves que las detectadas a menor velocidad aunque aumente el número de lesionados.

La segunda región anatómica más frecuente en cuanto a lesionados es el tronco con 153 casos, también se observa al igual que los lesionados en miembros superiores e inferiores que el mayor número de casos se detecta a menor velocidad que a velocidad más elevada. La explicación puede ser similar a la descrita en este punto.

Localización de las lesiones		Velocidad del vehículo						Total	
		Peatón	> 120 Km / h.	101 - 120 Km / h.	91 - 100 Km / h.	81 - 90 Km / h.	61 - 80 Km / h.		<= 60 Km / h.
Cabeza	N casos	2	12	33	26	29	39	54	195
	% por velocidad	1,0%	6,2%	16,9%	13,3%	14,9%	20,0%	27,7%	100,0%
	% por localización	100,0%	40,0%	40,2%	37,1%	29,9%	26,7%	34,6%	33,4%
Tronco	N casos	0	10	17	19	25	44	38	153
	% por velocidad	,0%	6,5%	11,1%	12,4%	16,3%	28,8%	24,8%	100,0%
	% por localización	,0%	33,3%	20,7%	27,1%	25,8%	30,1%	24,4%	26,2%
Miembros superiores	N casos	0	2	8	7	9	9	20	55
	% por velocidad	,0%	3,6%	14,5%	12,7%	16,4%	16,4%	36,4%	100,0%
	% por localización	,0%	6,7%	9,8%	10,0%	9,3%	6,2%	12,8%	9,4%
Miembros inferiores	N casos	0	3	16	9	20	31	21	100
	% por velocidad	,0%	3,0%	16,0%	9,0%	20,0%	31,0%	21,0%	100,0%
	% por localización	,0%	10,0%	19,5%	12,9%	20,6%	21,2%	13,5%	17,2%
Otras localizaciones no especificadas	N casos	0	3	8	9	14	23	23	80
	% por velocidad	,0%	3,8%	10,0%	11,3%	17,5%	28,8%	28,8%	100,0%
	% por localización	,0%	10,0%	9,8%	12,9%	14,4%	15,8%	14,7%	13,7%
Total	N casos	2	30	82	70	97	146	156	583
	% por velocidad	,3%	5,1%	14,1%	12,0%	16,6%	25,0%	26,8%	100,0%
	% por localización	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Localización de las lesiones



4. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

4.1.RESUMEN

Concluido el análisis de los resultados del estudio médico legal de los cuadros lesivos en los accidentes de tráfico durante el año 2001 registrados en el Hospital La Fe de Valencia, procede pasar a hacer una síntesis del mismo que expongo en las siguientes proposiciones

Primero.- La edad de las víctimas es media 35, 56, mediana? Moda

Segundo.- Predomina el sexo masculino 73,8%

Tercera.- La proporción entre los menores de treinta años es de 2, 56 y sobre a 3,34 en los de 30 años o mas.

Cuarta.- El mayor número de víctimas se produce por accidentes en carreteras locales, provinciales o autovías, lo meses de Junio noviembre y marzo y en fines de semana. (esta no esta clara)

Quinta.- Los meses en que mayor frecuencia existe son Junio, Noviembre y Marzo y les siguen los meses de verano julio agosto y septiembre.

Sexta.- Los fines de semana se produce el mayor número de víctimas tanto en sábado como en domingo cerca del 20 % cada uno de dichos días.

Séptima.- A las 14 horas se encuentra el pico de víctimas por accidente

Octava.- En un 60% de los casos se trata de vehículos turismo, 11% ciclomotores y 9, 3 % motocicletas

Novena.- No se ha hallado una relación directa entre la velocidad y la frecuencia de los accidentes con víctimas. Aproximadamente la $\frac{1}{4}$ parte ocurren a menos de 60 km/h y de 61 a 80 casi otra cuarta parte.

Décima.- El tipo de accidente mas frecuente es la salida de la vía con casi un 40 por ciento de los casos (39,8 %) en los turismos y motocicletas.

Undécima.- Las circunstancias de la ruta como la configuración de la calzada, intersecciones visibilidad peligro aparente y presencia de intersecciones no han influido en la mayoría de los accidentes con víctimas lo que confirma el factor humano como el principal responsable

Duodécima.- Cerca de una cuarta parte de las víctimas de accidente no empleaban los sistemas de protección como cinturón casco u otros para evitar el accidente o minimizar las lesiones.

4.2.CONCLUSIONES

En cuanto a las conclusiones que se desprenden del estudio realizado, considero de mayor trascendencia las que expongo a continuación:

Primera.- En el período de tiempo estudiado los accidentes con víctimas han sido muy numerosos con número un total de víctimas de 450. Doscientos nueve correspondientes a accidentes con un solo lesionado y el resto, es decir, en el 46,4 % de los casos se produjeron varios lesionados en un mismo accidente.

Segunda.- De los 450 casos 140, es decir aproximadamente un tercio (31,11%) fueron mortales.

Tercera.-Generalmente la víctima es el conductor del vehículo puesto que en ocasiones es el único ocupante del vehículo y en los turismos, en segundo lugar, el acompañante delantero.

Cuarta.- Las lesiones mas graves según el tipo de accidente se producen en el atropello y en segundo lugar en colisión con un vehículo parado.

Quinta.- En cuanto a la gravedad de las lesiones en función del tipo de vehículo se hallan en primer lugar las motocicletas y bicicletas con una letalidad del 31 % y del 28,6 % respectivamente.

Sexta.- Por lo que se refiere a la gravedad y situación en el vehículo, es el conductor el que sale peor parado con una letalidad del 32,7 % respecto al 22,9 y 22,6 por ciento del acompañante delantero y trasero, respectivamente.

Séptima.- La mayor frecuencia se detecta en los casos de lesión intracraneal con un total de 103 casos, siendo 37 casos los ocasionados por salida de la vía, lo que significa el 35,9% del total. El segundo cuadro lesivo más frecuente son las contusiones, cifra que asciende a 70 lesionados, siendo la causa más frecuente al igual que la anterior, la salida de la vía.

Octava.- En cuanto a la localización de las lesiones por regiones anatómicas, la más frecuente es la cabeza, representando el 33,4% del total, estas lesiones son muy variadas comprende desde contusiones a T.C.E. graves. Le sigue en frecuencia el tronco que representa el 26,2%. El tercer lugar, lo ocupan las lesiones de miembros inferiores que asciende al 17,2%.

Novena.- La diversidad de las lesiones encontradas hace que a pesar de haberse recogido un número elevado de casos y de haber sido codificadas las lesiones recogidas, no haya podido lograrse plenamente nuestro objetivo de caracterizar lesiones típicas de los diferentes tipos de accidente.

Décima.- Sería preciso un estudio mucho mas amplio en cuanto al espacio y al tiempo para obtener resultados estadísticamente significativos al respecto.

Undécima.- No obstante, se ha revelado de gran valor el método empleado de recopilar información clínica de los hospitales y, en los casos mortales, de los informes de autopsia del Instituto de Medicina Legal.

Duodécima.- Por otro lado, se ha puesto de manifiesto la gran dificultad de recopilar la información de los informes de autopsia, por no existir un servicio de documentación y por la carencia de una codificación de los hallazgos lesivos en los citados informes.

5. BIBLIOGRAFÍA.

1. Diccionario de la Lengua Española. 19ª edición. Ed.Espasa-Calpe,S.A. 1979.
2. Gisbert Calabuig JA, Verdú Pascual FA. Accidentes de tráfico. En Medicina Legal y Toxicología.5ªed. Barcelona: Ed.Masson, S.A.; 1998.p. 336-48.
3. Bonnet. Medicina Legal. Libreros López, 1980.
4. O.M.S. Organización Panamericana de la Salud. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. CIE-10. Décima revisión 1995.
5. CIE-9-MC, 4ªed, 9ª rev. Tomo II. Capítulo 17: Lesiones y envenenamientos. Pág:1.238-334. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid, 1999. Actualización, enero 2002.
6. Gisbert Calabuig JA, Verdú Pascual FA. 1998. op. cit.p.340-1.
7. Montoro González L. La Seguridad Vial desde la perspectiva del factor humano. Jornada de Seguridad Vial. Castellón, 1994.
8. López-Muñiz Goñi M. Accidentes de tráfico. Problemática e investigación. Ed Colex 1995.
9. Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal. B.O.E. nº 281, de 24 de noviembre de 1995.
10. Ley de Enjuiciamiento Civil. Modificada por Ley 10/1992 de 30 de abril, de Medidas urgentes de Reforma procesal B.O.E. nº 108 de 5 de mayo.
11. Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal.1995. op.cit.
12. Criado del Río MT. Valoración médico-legal del daño a la persona civil, penal, laboral y administrativa. Responsabilidad profesional del perito médico. Ed Colex 1999:103.
13. Criado del Río MT. 1999.op.cit.:279.
14. Criado del Río MT. 1999.op.cit.:246.
15. Criado del Río MT. 1999.op.cit.:249.
16. Villanueva Cañadas E, Hernández Cueto C. Valoración médica del daño corporal. En Gisbert Calabuig JA. Medicina Legal y Toxicología. 5 ed. Barcelona:Ed.Masson; 1998.p.455-65.
17. Criado del Río MT. 1999.op.cit.:393-526.

18. Varela Agrelo JA. La prueba pericial médica dentro del ordenamiento jurídico. Rev Esp del Daño Corporal 1995;1(1).
19. Marco Rossetti. La figura del perito designado de oficio en el pleito civil para el resarcimiento de los daños corporales. IV Congreso Internacional Médico-Jurídico; 1995; Italia. Boletín Información: Ministerio de Justicia nº 1.762.
20. Gisbert Calabuig JA. Aspectos médico legales y metodológicos en la valoración del daño corporal. 1ª Jornadas sobre Valoración del daño corporal; 1990 Nov 19-20; Valencia.
21. Ruiz Vadillo E. La valoración judicial del daño corporal y de la pérdida de la vida humana. 1ª Jornadas Andaluzas sobre la valoración del daño corporal. Consejo General de Corredores de Seguros de España; 1992.
22. Ley 30/1995 de 8 de noviembre de ordenación y supervisión de los Seguros Privados. B.O.E. de 9 de noviembre de 1995.
23. Sanchez Serrano S. Lesiones que aparecen en los accidentes de tráfico según la región anatómica afecta. JANO 1985 Mar 26-Abr 6.
24. Vaquerizo C. Traumatismos craneocefálicos. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidente de tráfico; 1999 Febrero 26-27; Madrid.
25. Murillo F. Epidemiología del traumatismo craneoencefálico. En traumatismo craneoencefálico grave. Barcelona: A.Net y L. Marruecos-Sant Springer-Verlag Ibérica; 1996.
26. Ingraham HJ.N.E.J. Med; 324 (22): 1.599-600.
27. Rimmer S y cols.Arch of ophthalmol 1991; 109:774.
28. Jagger J y cols. Neurosurgery 1987; 20:815-7.
29. Roseblack M y cols. N.E.J. Med 1991 Nov 21; 325(21): 1518-9.
30. Evans L. Accid Anal Prev 1990; 22: 167-75.
31. Gennarelli TA. Head injury biomechanics: a review. In Head Injury Mechanisms, AAAM Symposium Report. New Orleans; 1987.
32. Nee PA, Hadfield JM. Biomechanical factors in patients selection for radiography after head injury. Injury, 1993; 24 (7): 471-5.

33. González Cueva J, Marzán Choya R. Traumatología ósea maxilofacial. En Urgencias quirúrgicas. Ela; 1992; Madrid.
34. Hampson D. Facial injury: a review of biomechanical studies and test procedures for facial injury assessment. J. Biomechanics, 1995; 28(1):1-7.
35. Yoganandan N, Sances A. Traumatic facial injuries with steering wheel loading. The Journal of Trauma, 1991;31(5):699-710.
36. Gonzalez Cueva J, Marzán Choya R. Traumatología ósea maxilofacial. En: Moreno J, Vincent E. Urgencias quirúrgicas. Madrid: Ed Ela;1992.
37. Rohnch RJ, Shewmake KB. Evolving concepts of craniomaxillofacial fracture management. Clinics in Plastic Surgery, 1992; 19 (1):1-10.
38. Rudderman RH, Mullen RL. Biomechanics of the facial skeleton. Clinics in plastic surgery, 1992; 19 (1):11-29.
39. Ingersoll CD. Long Term effects of closed head injuries in sports. Injury Clinic, 1993; 16(5): 343-54.
40. Sheps S, Thibault LE. A proposed tolerance criterion for diffuse axonal injury in man. J Biomechanics, 1992; 25 (8): 917-23.
41. Martínez Monzón C. Traumatismos raquimedulares. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Febrero 26-27; Madrid.
42. Ryan GA y cols. Injury; 1994; 25 (8): 533-7.
43. Parmart HV, Raynakers R. Injury, 1993; 24 (2): 75-8.
44. Porter BR. Med. J, 1989; 298: 973.
45. Sánchez Izquierdo JA. Trauma torácico. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Febrero 26-7; Madrid.
46. Quesada Suescun A. Traumatismos abdominales. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Febrero 26-27; Madrid.

47. Jouvencel MR. Biocinemática del accidente de tráfico. Traumatismos de automóvil en la mujer embarazada. De la obra de Barret SM, Traumatismos en el embarazo de la obra, Politraumatismos (o.c.,RJ Wilder).p.203-17.
48. 7 Días Médicos 360, 27.3.98, Madrid..
49. Jouvencel MR. Biocinemática del accidente de tráfico. Los accidentes de circulación en la infancia. Madrid: Ed.Diaz Santos; 2000.p.147-53.
50. Parise J. Trauma infantil. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-7; Madrid.
51. Cal y Mayor R. Manual de reeducación y seguridad vial. México:Ed.Simusa; 1978.p.113-7. En Jouvencel MR.2000.op.cit.p.147.
52. Cambon de Lavalette B, Tursz A, De chaus-Rassiguer D. Les accidents de la circulation dans l'enfance.INRETS-Institute Nationale de Recherche sur les Transports et leur Sécurité-, Centre internationales de l'enfance. Paris: editeurs, Doin, Diffusion 1989; p.81-6. En Jouvencel MR.2000.op.cit.p.147.
53. Jouvencel MR.2000.op.cit.p.150.
54. Alex Haller JA, Buck JR. Politraumatismos, p.172-8. En Jouvencel MR.2000.op.cit.p.150.
55. Jouvencel MR.2000.op.cit.p.159-61.
56. Fabeck P. Syndrome cervical traumatique. En. Syndrome post- conmotionel et syndrome cervical. Bruselas Ediciones Juridoc; 1991.
57. Flórez JA. Conductores ancianos, demencia senil y accidentes de tráfico. Editorial Prous Science; 1997.
58. Pauzie A, Viellissement et capacités fonctionnelles. Bron (Francia). INRETS; 1989.
59. Bortoluzzi AS. En: Tratado de seguridad e higienen en el trabajo, tomo III. Madrid: Editado por el Ministerio de Trabajo;1971.p. 738.
60. Jouvencel MR.2000.op.cit.p.131- 45.
61. Vicard J. Contribution al etud des accidents de la circulation impliquant des pietons, a propos de 100 cas. These, Lyon; 1976.

62. Simonin C. Medicina legal y judicial, 2 nd.ed.Barcelona: ed. JIMS; 1982,p. 110-1.
63. López-Muñiz Goñi M. Accidentes de tráfico. Madrid: ed. Colex; 1995,p.196-7.
64. Muñoz Tuero, et al. Apuntes de medicina legal. Madrid; 1981.
65. Alonso Santos FJ. Seguridad vial y medicina de tráfico. Barcelona: Ed. Masson, S.A.; 1997, p. 191.
66. Guillém Garcia. Lesiones osteoarticulares en el accidente de tráfico o circulación; Mapfre Seguridad nº9. Madrid; 1983.
67. Cazzaniga A. En studio medico legale sopra le morti accidentali per investimento. En: *Archivio di Antropología Criminale, Psichiatria e Medicina Legale*.
68. De Vicentiis G. Studi sulla casuistica del Setorato medico legale romano. Prime osservazioni sugli investimenti del sessenio 1950-1966. En *Zacchia*,19; 1956.
69. Calavazzi D. La diagnosi differenziale nell, invesimento automobilistico delle lesioni da mezzo veloce con quelle da veicolo pesante. En: *Atti del XIV Congresso Nazionale della Società di Medicina Legale e delle Assicurazioni*, Napoli; 1957.
70. Ramet M, Vallet G. En *Typologie des accidents du trafic routier a partir de 5.459 dossiers*. Laboratoire de Chocs et de Biomécanique. Bron (Francia). INRETS, rapport nº 41; 1987.
71. Parton VZ. *Mecánica de la destrucción*. Moscú, Editorial MIR; 1990.
72. Budniok M. *La place du mort dans les accidents d,automobile*. Tesis doctoral. Lille Univ.; 1963.
73. Brenac T. L,analyse séquentielle d l,accident de la route. Comment la mettre en pratique dans le diagnostics de se,curité routiére. Pulicado por el INRETS, dentro de la serie *Outils et méthodes*, nº 7; marzo 1997.
74. Perrin C, Cavallero C, Bonnoit J, Ferández F. *Enquête multidisciplinaire sus les accidents de la circulación*. INRETS, Laboratoire de Biomécanique apliquée, Marseille, France. III *Coloque National sus la Sécurité Routiére*; 1996 Dic 5-6; Casablanca, Marruecos.
75. Estep CR, Lund AAK. *Dumy Kinematics in offet frontal crash tests*. Insurance Institute for Higway Safety. Arlington, USA; 1996.

76. Camps F. Lesiones por accidente de tráfico y reconstrucción del mecanismo de su modalidad. Primer Congreso de la Asociación Internacional de Medicina en los Accidentes y del Tráfico; 1963 Abril 25-30; Roma. Boletín de Información de la Asociación Nacional de Médicos Forenses, nº 40, 41 y 42 (abril, mayo y junio de 1963).
77. Kluin. Lesiones por accidente de tráfico y reconstrucción del mecanismo de su modalidad. Primer Congreso de la Asociación Internacional de Medicina en los Accidentes y del Tráfico; 1963 Abril 25-30; Roma. Boletín de Información de la Asociación Nacional de Médicos Forenses, nº 40, 41 y 42 (abril, mayo y junio de 1963).
78. Jouvencel MR. El estado anterior. En: Manual del perito médico. Fundamentos técnicos y jurídicos. Ed. Diaz Santos; 2002.p.31-3.
79. Lechner D, Malaterre G, Fleury D. Raport INRETS (Institute National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité) nº 21, Paris; 1986. También l,analyse se, quentielle de l,accident de la route (méthode INRETS). Comment la mettre en pratique dan le diagnostics de sécurité routiére. Brenac T, publicado por el INRETS, Outils el Métrodes nº 3; marzo 1997.
80. Rossinyol Miralles J. La fotogrametría aplicada a la reconstrucción de accidentes de tráfico. Mapfre Seguridad nº 30, Madrid; 1998.
81. Investigación y Ciencia, nº 260, mayo 1998. Prensa Científica. Barcelona.
82. Martinez L, Vera C, INSIA (Instituto de Investigación del Automóvil, Universidad Politécnica de Madrid), INDUTEC, VI Semana de la Ingeniería Industrial, marzo, 1998.
83. ATB model simulation of a rollover accident with occupant ejection. Huaining Cheng y Annette L. Rizer (Systems Ressearch Labs), Louise A. Obergefell (Department of the Air Force). Accident Reconstruction. Technology and Animation, SAE, febrero 1995.
84. Según notas tomadas del trabajo de David A. Renfroe Ph D, PE, Joe Partain BSME, Renfroe Engineering, Inc., Información facilitada por TNO Crash-Safety Research Centre, Delf-Holanda, 1998.
85. O'Neill B, Lund AK, Zuby DS, Estep CR. En: New Vehicle Crashworhiness Evaluations by the Insurance for Hyghway Safety. Trabajo presentado en la XV Conferencia Internacional de Seguridad en los Vehículos; 1996 May 13-7; Melbourne, Australia. Editado por el Insurance Instituto for Highway Safety, Arlington, EEUU; 1996.

86. Prat J, Vera P. Introducción a la biomecánica. En Comín M. Biomecánica del raquis y sistemas de reparación. Ed. Instituto de Biomecánica de Valencia. Valencia, 1995.p. 17-33.
87. Murray Nckay. Mecánica de la lesión y biomecánica. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico. World Journal of Surgery; 1999 Feb 26-27; Madrid.
88. Hernando Lorenzo AE. Accidentes en motocicletas. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid
89. Hernando Lorenzo AE, Martínez Monzón C. La Biomecánica de las lesiones de tráfico en motocicletas y utilización del casco en motoristas. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid.
90. Hernando Lorenzo AE. 1999. Accidentes en motocicletas. op. cit.
91. Hernando Lorenzo AE. Casco en motoristas. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid.
92. Hernando Lorenzo AE. Cinturón de seguridad y lesiones por cinturón de seguridad. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid.
93. Hernando Lorenzo AE, Parise Methol J. Dispositivos de seguridad en niños. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid.
94. Jolly BT, Grebing B. J Trauma 1997; 42 (6).
95. McConnell. J Trauma 1997; 43 (1).
96. Hernando Lorenzo AE. Air bag y lesiones por air bag. II Curso de Introducción Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Feb 26-27; Madrid.
97. NHTSA, 1992. O'Neill, 1992. Zator, 1993.
98. Masseur H y Hahn M. J Trauma 1997; 42 (6).
99. Hernando Lorenzo AE, Menchaca Anduaga A. Nuevas tecnologías de la NHTSA. Traducción de la revista Annals of Emergency Medicine 1997 Mayo.
100. Blanquer JJ, Rapa M, Melchor A, et al. Los accidentes de tráfico: un problema de salud pública. Aten. Primaria 1993; 4 (12): 212-4.

101. Giné Giné JM, Ramis Juan O. Prevención de los accidentes de tráfico. *Medic Clínica* 1992;98 (8): 317.
102. Rodríguez Getino JA, Hinojal Fonseca R. Hallazgos de las lesiones craneoencefálicas en 216 autopsias de politraumatizados por accidentes de tráfico. *Rev Esp Medic Legal* 1985; 12 (44-45):51-7.
103. Enciclopedia Universal Sopena. Barcelona:ed. Ramón Sopena; 1987. Visibilidad, 17: 12.275.
104. Rodríguez JI. Navegar sobre ruedas. *Rev Tráfico XII*, 1996; 114.
105. Guillen F, Aguinaga I, Aguinaga E. Helmet use by drivers and passengers of motorcycles in Pamplona (Spain). *Eur Jour Epidemiol* 11 (1): 87-9.
106. Panichaphongse V, Watanakajorn T, Kasantikul V. Effects of law promulgation for compulsory use of protective helmets on death following motorcycle accidents. *Jour Med Assoc Thai* 1995;78 (10):521-5.
107. Mcknigh AJ, Mcknigh AS. The effects of motorcycle helmets upon seeing and hearing. *Accid Anal Prev* 1995; 27 (4):493-501.
108. Doyle D, Muir M, Chinn B. Motorcycle accidents in Strathclyde Region, Scotland during 1992: a study of the injuries sustained. *Health Bull Edinb* 53 (6): 386-94.
109. Orsay E, Holden JA, et al. Motorcycle trauma in the state of Illinois: analysis of the Illinois Department of Public Health Trauma Registry. *Ann Emerg Med* 26 (4): 455-60.
110. Hinojal Fonseca R, Rodríguez Getino JA. Estudio de los diversos factores epidemiológicos del atropello de tráfico. *Rev Esp Medic Legal* 1987, 14 (53).p.115-7.
111. Miró García F. Lesiones producidas por el "airbag" y el cinturón de seguridad. *Cuad. Med. For* 1997; 7:8-11.
112. Meroño Carbajosa EA, Nuñez Rodríguez V, et al. Lesiones del tracto digestivo por accidentes de tráfico y su relación con el cinturón de seguridad. *Rev Sdad Valenciana Patol Dig* 1999; 18 (4): 155-8.
113. Villanueva E. Rotura traumática de la aorta en accidentes de tráfico. *Rev. Esp. de Medicina legal*, 1975; II (5): 33-9.
114. Artigues I, Lozano P, et al. Rotura traumática de la aorta torácica. *Angiología* 1999; 2: 77-82.