

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA.**

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA  
DETERMINACIÓN DE CAUSAS DE ACCIDENTES DE  
TRÁNSITO.**

**T E S I S.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(Á R E A M E C Á N I C A)  
P R E S E N T A :  
E F R E N F A B I Á N L U C A S.**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ALEJANDRO RAMÍREZ REIVICH.  
CO-DIRECTOR: DR. MARCELO LÓPEZ PARRA.**

**MÉXICO, D.F.,**

**FEBRERO DE 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE TEMÁTICO.

Índice.....	2
Introducción.....	6
Definición de “Hecho ó Accidente de Tránsito Terrestre ”.....	8
Objetivo y Alcance.....	9
<b>CAPÍTULO I. METODOLOGÍA APLICADA.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.- Breve historia de los vehículos de carga y pasajeros.....</b>	<b>13</b>
1.1.- Vehículos de transporte de carga.....	13
1.2.- Vehículos de transporte de pasajeros.....	16
<b>2.- Diferentes tipos de vehículos de carga y pasajeros.....</b>	<b>19</b>
2.1.- Vehículos de carga.....	19
2.2.- Vehículos de pasajeros.....	20
<b>3.- Factores que intervienen en un hecho de tránsito.....</b>	<b>20</b>
3.1.- Carencia de educación vial en la conducción de vehículos automotores.....	20
3.2.- Falta de práctica, experiencia, pericia o capacidad técnica, en la conducción de vehículos.....	21
3.3.- Influencia de bebidas alcohólicas o alguna otra droga en la conducción de vehículos.....	24
3.3.1.- Alcohol.....	25
3.3.2.- Medicamentos.....	30

3.4.- Exceso de velocidad. . . . .	33
3.5.- Falla mecánica en los vehículos. . . . .	34
3.5.1.- Sistema de frenos. . . . .	35
3.5.2.- Sistema de la dirección. . . . .	41
3.5.3.- Ruedas y neumáticos. . . . .	42
<b>4.- Clasificación de hechos de tránsito. . . . .</b>	<b>48</b>
4.1.- Colisión entre vehículos. . . . .	48
4.2.- Colisión de vehículo en contra de objetos fijos . . . . .	50
4.3.- Pérdida de control y salidas de las vías de circulación . . . . .	50
4.4.- Volcaduras. . . . .	51
4.5.- Atropellamientos. . . . .	51
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA. . . . .</b>	<b>53</b>
<b>1.- Desarrollo de la metodología para la determinación de causas de hechos de tránsito . . . . .</b>	<b>53</b>
<b>2.- Aplicación de la metodología desarrollada en la elaboración de un dictamen pericial en materia de tránsito terrestre. . . . .</b>	<b>57</b>
2.1.- Estudio y análisis documental del expediente(Averiguación Previa, Partida, etc.). . . . .	57
2.1.1.- Constancias. . . . .	57
2.1.2.- Declaraciones existentes. . . . .	57
2.2.- Inspección ocular del lugar de los hechos. . . . .	57
2.2.1.- Estudio topográfico del lugar de los hechos. . . . .	57
2.2.2.- Señalamientos. . . . .	60

2.2.3.- Huellas e indicios generados en el accidente . . . . .	61
2.3.- Revisión física de los vehículos. . . . .	62
2.3.1.- Marca, modelo, tipo, año de fabricación y otras características especiales. . . . .	62
2.3.2.- Tipo de daños en los vehículos. . . . .	63
2.3.3.- Ubicación, intensidad y características de sus daños. . . . .	63
2.4.- Estructura general de un dictamen pericial de tránsito terrestre con la aplicación de la metodología . . . . .	64
2.4.1.- Exordio. . . . .	64
2.4.2.- Antecedentes. . . . .	64
2.4.3.- Constancias y declaraciones . . . . .	65
2.4.4.- Inspección ocular del lugar de los hechos. . . . .	65
2.4.5.- Revisión física de los vehículos y descripción de sus daños . . . . .	65
2.4.6.- Posición final de los vehículos. . . . .	65
2.4.7.- Clasificación y mecanismo de lesiones de los conductores o peatones. . . . .	65
2.4.8.- Estudio de los elementos. . . . .	66
2.4.9.- Consideraciones. . . . .	66
2.4.10.- Determinación de causas. . . . .	67
2.4.11.- Conclusiones. . . . .	69
2.4.12.- Avalúo. . . . .	69
2.4.13.- Apoyo técnico. . . . .	70

<b>CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA, EN LA DETERMINACIÓN DE CAUSAS, EN UN CASO ESPECÍFICO.....</b>	<b>71</b>
<b>1.- Invasión de carril contrario de circulación.....</b>	<b>71</b>
1.1.- Técnica de las huellas e indicios localizados.....	71
1.2.- Técnica de la trayectoria post-colisional de los vehículos y su posición final.....	71
1.3.- Técnica de la fuerza centrífuga y velocidad crítica.....	71
 <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
 <b>ANEXO A.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>151</b>
 <b>Bibliografía.....</b>	<b>162</b>

## INTRODUCCIÓN.

El uso de vehículos automotores de carga y pasajeros reviste gran importancia en la actualidad, pues debido al gran crecimiento de las zonas urbanas, trae consigo el aumento de la población, y el incremento de la producción de insumos, que en la mayoría de los casos deben ser procesados, para la obtención final de un bien que satisfaga las necesidades del hombre directa o indirectamente, para ello tales insumos deben ser trasladados a lugares idóneos para su procesamiento, mismos que después de una serie de procesos, finalmente se obtienen los productos requeridos, los cuales nuevamente son trasladados al mercado en donde son puestos a disposición del consumidor.

Para esto se requiere de medios de transporte de carga, los que entre otros se tienen los transportes de carga terrestres. Por otra parte, el hombre se ve en la necesidad de recorrer grandes distancias, para desempeñar gran variedad de actividades de negocios o placer, por lo que para ello también requiere de medios de transporte individuales o colectivos con características muy variadas, para uso personal y todos aquellos vehículos del servicio público.

El progreso que ha tenido la tecnología de la Ingeniería Mecánica, en el autotransporte en general con autobuses motorizados modernos, en los camiones gigantes y los remolques tirados por tractores, y el gran desarrollo de las vías de comunicación terrestres en nuestro país, no van acordes con la educación vial de los conductores, puesto que el conductor en general desconoce los conocimientos del manejo de un vehículo automotor con respecto a la vialidad, no obstante de contar con autorización de las dependencias gubernamentales correspondientes.

Debido a ello el conductor frecuentemente se ve involucrado en algún hecho de tránsito terrestre en sus diferentes modalidades. De éstos resultan los delitos imprudenciales denominados en la actualidad como delitos "culposos".

No obstante que se han desarrollado ciertas técnicas físico - matemáticas de ingeniería para establecer y determinar las causas que originan los accidentes de tránsito, las cuales varían en los diferentes países, dependiendo de la idiosincracia, cultura, educación vial, modo de vida y el grado de desarrollo de las vías de comunicación.

**En nuestro país es necesario diseñar y desarrollar una metodología, que tenga una secuencia lógica y objetiva, para la estructuración de un dictamen pericial en materia de tránsito terrestre, metodología que debe ser clara, precisa y concisa, con el fin de determinar las causas motivo de un hecho o accidente de tránsito, y que vaya enfocado de alguna forma a los peritos en materia de tránsito terrestre, ingenieros, licenciados en derecho, ministerios públicos, jueces y todas aquellas autoridades que de alguna manera están involucradas en la procuración e impartición de justicia, así como toda persona que requiera de un documento que sirva de guía, consulta y orientación.**



## ***“HECHO O ACCIDENTE DE TRÁNSITO TERRESTRE”.***

Del análisis de los elementos que intervienen como causas y consecuencias, un hecho o accidente de tránsito terrestre, se puede definir como:

***“ El siniestro resultante de la colisión de un vehículo en circulación, en contra de otro o más de ellos, o en contra de objetos fijos, peatones o animales, derivado de la conducta imprevisible del actor o del desacato de los ordenamientos legales en la materia. Dando como resultado daños materiales, lesiones a personas e incluso la muerte, con perjuicios a terceros ”.***

## **OBJETIVO Y ALCANCE.**

### **OBJETIVO.**

El objetivo de diseñar y desarrollar una metodología para estructurar un dictamen pericial en materia de tránsito terrestre, es hacer frente a la difícil tarea de la procuración e impartición de justicia, en forma más eficiente, honesta y profesional, y proporcionar un documento que contemple los elementos necesarios para la elaboración de un dictamen pericial, y con ella establecer una secuencia lógica y objetiva, basada en evidencias físicas que se generan en un accidente de tránsito de vehículos.

Los motivos que impulsaron al autor a desarrollar la presente metodología fueron: que en el desempeño de las actividades como perito profesional, se observó que a nivel nacional en todas las instituciones de procuración e impartición de justicia, no existe ninguna metodología que sea objetiva en la elaboración de un dictamen pericial de tránsito terrestre, por lo que el deseo es plasmar un documento que sirva de base y se pueda adecuar a las necesidades requeridas actualmente.

Por lo que el propósito principal es implantar un método o procedimiento, de tal manera que se plasmen las evidencias físicas conocidas como elementos técnicos, que se generan en un siniestro de tránsito, las cuales al ser sometidas a la experimentación, con el auxilio de otras ciencias como: la química, la física y las matemáticas, a través de algunas técnicas o métodos de comparación y comprobación, se puedan formular hipótesis alternativas en conjunto con los elementos de tipo testimonial, para la determinación de causas de un accidente de tránsito.

## ALCANCE.

El deseo del desarrollo de ésta metodología, es que con la comprobación de las hipótesis planteadas, éstas se conviertan en hechos verdaderos y con ellas demostrar de manera objetiva, las causas que dieron origen a un accidente de tránsito, y sobre todo ilustrar a las autoridades encargadas de la procuración e impartición de justicia en el área de delitos “culposos”, para que la sociedad en general, obtenga una justicia más imparcial y eficiente.

Otros de los alcances, es que pueda ser utilizada por todas aquellas personas relacionadas con el área de tránsito de vehículos, abogados, ingenieros, peritos, criminálistas, etc., como material de consulta en la elaboración de un dictamen pericial referente al área.

## **CAPÍTULO I. METODOLOGÍA APLICADA.**

La metodología que se utilizó en el desarrollo del presente trabajo, consistió en:

**1.- Definición del problema,** que consiste en una procuración e impartición de justicia mas equitativa, imparcial y profesional a todo conductor de un vehículo automotor que se vea involucrado en un hecho de tránsito terrestre.

**2.- Investigación,** en esta etapa los resultados que se obtuvieron, es que a nivel nacional en todos los órganos de procuración e impartición de justicia fue que, no existe una metodología amplia, clara y precisa en donde se tomen en cuenta todos y cada uno de los elementos que intervienen antes y durante un hecho de tránsito y las consecuencias que se derivan del mismo.

**3.- Plasmar las experiencias laborales adquiridas,** en las experiencias laborales periciales durante muchos años en la elaboración de dictámenes, el autor detectó que algunas metodologías utilizadas son deficientes e incompletas, en razón de que no cuentan con una secuencia lógica y objetiva, lo que da cabida a muchas inconformidades, por las limitaciones que son impuestas por algunas autoridades periciales, dando origen a que en los interrogatorios por parte de las autoridades encargadas en la impartición de justicia y de abogados de la defensa, así como también en las juntas de peritos, las respuestas carezcan de total credibilidad, y por lo tanto, en algunas ocasiones los dictámenes no sean tomados en cuenta.

**4.- Recopilación de datos,** de los datos obtenidos en los interrogatorios y en las juntas de peritos, así como en otras fuentes, se observó que en la

intervención del perito en un hecho de tránsito, se deben de reunir la mayor cantidad posible de elementos que participan antes y durante un accidente, y los que se generan post-colisionalmente.

**5.- Selección y clasificación de los datos más importantes,** en esta etapa de la metodología se tuvieron que seleccionar los elementos participantes relacionados al hecho y que sirvieron de base como causas determinantes de un hecho de tránsito.

**6.- Estudio y análisis del material obtenido,** en este punto el material seleccionado por su importancia, se sometió a un amplio estudio y análisis, considerándose los puntos más importantes, desechándose algunas, para finalmente escoger a las más idóneas que nos puedan servir para demostrar la veracidad de un siniestro de tránsito.

## **CAPÍTULO II. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS.**

### **1.- Breve historia de los vehículos de carga y pasajeros(\*).**

La historia del transporte comienza desde la prehistoria, cuando el hombre primitivo deja de ser nómada y se convierte en sedentario, estableciéndose en un lugar fijo para vivir solo o en colectividad con otros miembros de la tribu, en donde para su supervivencia requiere de la recolección de alimentos, frutos y animales producto de su cacería. Con el tiempo cuando las tribus crecieron se desarrolló y se incrementó la producción de granos, frutas y legumbres, así como la ganadería, siendo en esta época cuando surge el comercio, que primeramente consistía en el intercambio o trueque de productos entre varias tribus.

Por lo que los productos se tuvieron que trasladar de un lugar a otro, surgiendo aquí ya los medios de transporte, que inicialmente era el mismo hombre, luego animales y posteriormente ciertos artefactos con ruedas, ocurriendo esto cuando se inventó la rueda, que inicialmente eran de madera y con el descubrimiento de los metales fueron recubiertos por ellos, vehículos que inicialmente eran de tracción humana y luego de tracción animal, los cuales podían al mismo tiempo transportar productos de consumo y personas, que para desempeñar alguna actividad tenían que trasladarse ciertas distancias.

#### **1.1.- Vehículos de transporte de carga.**

Los primeros medios de transporte de carga que se tienen registrados en la historia datan de hace unos 5000 años en Asia Menor, concretamente en Mesopotamia, ya que fueron encontrados carretas de cuatro ruedas tirados por

(\*) “Los medios de transporte”, Organización Editorial Novaro, S.A., 1982., tercera edición.

animales, hace unos 3000 años A.C. en la "tumba de la reina" en las ruinas de la ciudad de Ur en Mesopotamia. Vehículo de tracción animal que evolucionó en forma muy escasa a través de varios milenios.

**Fue durante el siglo XVI que es introducida la carreta en América, por el Español Sebastián de Aparicio.**

Para finales del siglo XVI en los caminos internos de las minas de Inglaterra se implantaron los vehículos, cuyas ruedas y caminos originalmente eran de madera simple, posteriormente estas se recubrieron de chapas metálicas que los denominaban "caminos de hierro". Surgiendo de esta forma en 1767 los rieles de madera rudimentaria los cuales sufrieron mejoras en 1789, cuando se creó la rueda de los trenes que primeramente eran vehículos de tracción animal, luego mixtos animal y mecánica, posteriormente surge la locomotora de vapor.

Las primeras pruebas experimentales de tracción con máquinas de vapor se remontan en el año de 1785, **y la primera aplicación práctica se hizo en 1801 “en Inglaterra con seis personas a bordo, y se desplazaba más rápido que un hombre a pie”**

Al siguiente año (1802) se proyectó una locomotora que más tarde consiguió transportar cinco vagones, 10 toneladas de hierro y 70 personas, a la velocidad de 5 millas por hora en un trayecto de 10 millas.

**Pero no fue sino hasta el año de 1818 que GEORGE STEPHENSON un autodidacta construyó su primera locomotora que fue adoptada por el ferrocarril de Stockton a Darlington de 60 kilómetros, siendo el primero en el mundo en efectuar un servicio regular, “no solo de mercancías sino también de pasajeros”.**

En 1829 se convocó un concurso con pruebas prácticas que tuvieron lugar en Rain Hill cerca de Liverpool con un premio de 500 libras esterlinas; ganando el concurso STEPHENSON con la célebre locomotora ROCKET que logró una velocidad de 24 Km/h.

**Después de muchas peripecias el ferrocarril Liverpool - Manchester se abrió al público el 15 de Septiembre de 1831, que fue la fecha de nacimiento del ferrocarril a vapor propiamente dicho.**

Después de una serie de desatinos, tales como aquella que profetizaron unos ilustres científicos de "la Royal Society of Sciences", de que a la velocidad de 50 Km/h., la succión del aire de los vagones provocaría la muerte a los pasajeros por asfixia.

La locomotora de vapor siguió definiéndose rápidamente en muchas naciones del mundo: Inglaterra 1825, Francia en 1828, EUA en 1829, Alemania y Bélgica en 1835, Rusia y Austria en 1837, Italia en 1839, Suiza en 1847 y China en 1876.

Con la aplicación de la energía eléctrica que alimenta la tracción a base de máquinas y motores eléctricos, permite largos recorridos sin parar con un peso mayor; además permite mayor desarrollo de velocidad con trenes más largos y pesados.

La locomotora de tracción eléctrica mas corriente esta constituida por una unidad que lleva a cada lado dos cabinas de mando idénticas, lo cual permite el cambio de sentido de la marcha sin hacer ninguna maniobra, su longitud y



capacidad varía, y se usa normalmente para trayectos urbanos y está construido de aleación de aluminio ligero para disminuir su peso.

Entre otros, los trenes más veloces del mundo son: entre Nueva York, Washington y Boston han entrado en servicio trenes que corren a velocidades de 180 km / h., en Japón el tren más velóz es el "Tokaido-Express" que une Tokio con Osaka, en España tenemos el "Talgo", el "Settello y el Tartaruga" en Italia, en Francia el "Capitole" que llega casi a 200 km / h., y muchos trenes alemanes que alcanzan los 180 km / h.

Con el motor diesel se acciona directamente a los ejes motores con sistemas de cambio de velocidad o por medio de una conexión eléctrica, en este caso, el motor acciona una dínamo que a su vez alimenta un motor aplicado a los ejes. Este sistema se llama Diesel - Eléctrica y esta muy difundida para potencias superiores a 1000 CV en Estados Unidos de Norte-América y en Gran Bretaña.

El diesel consiste en un combustible de costo no muy elevado, presenta la ventaja de un óptimo rendimiento energético y elimina las conexiones fijas de alimentación en las líneas largas, en las cuales la tracción eléctrica puede ser demasiado costosa.

## 1.2.- Vehículos de transporte de pasajeros.

**Transportes Urbanos.-** A mediados del siglo XIX por el enorme crecimiento de las poblaciones, y por consiguiente el aumento de las dimensiones de las zonas urbanas, se hizo necesaria la adopción del servicio público colectivo.

En el año de 1832 en el barrio de Harlem en Nueva York, los vehículos se desplazaban sobre un rail (riel) a nivel de la calle, por esta razón tuvo que estudiarse una rail especial que no interrumpiese el tráfico llamado "Phoenix". La tracción era animal y el vehículo tenía un doble enganche, uno en la parte delantera y otro en la parte posterior, de manera que una vez que llegaban al final del trayecto, bastaba cambiar los caballos para mantener el sentido de la marcha y poder regresar. Posteriormente en 1855 se tendieron nuevas líneas urbanas, ya en 1861 el Norte-Americano GEORGE TRAIN, lo llevó a Inglaterra, el cual fue bautizado como "TRAINWAY".

De la tracción animal se había pasado a la tracción de vapor, después a motores de aire comprimido, a gas y por fin a eléctricos.

**Los primeros de tracción eléctrica** se remontan en la exposición de 1879, previos y largos estudios en EUA y Europa. En 1890 en EUA experimentaron un tranvía eléctrico que funcionaba mediante cables, la corriente llegaba al vehículo gracias a un "mástil" de muelle pivotante, fijado sobre el techo llamado TROLLEY.

El ruidoso tranvía tenía la desventaja de la imposibilidad de maniobrar fuera de los railes, era un obstáculo para el tráfico de las grandes ciudades que necesitaban agilidad y nervios de acero.

**Autobús, Trolebús y Trén subterráneo (Metro).**- No hace muchos años, en la Cd. de México el tranvía se desplazaba por los rieles (vías), el cual tuvo que sustituirse por el trolebús y autobús que son más maniobrables. El trolebús al igual que el tranvía se traslada gracias a la electricidad, pero puede moverse más ágilmente de uno a otro lado por el amplio movimiento del trolley. El autobús que dispone de un motor propio puede desplazarse dondequiera.

Para los transportes colectivos de pasajeros foráneos interprovinciales e internacionales se han difundido casi en todas partes, entre los cuales tenemos, los autobuses con mayor capacidad y mayor velocidad, para grandes y largas distancias, algunos de los cuales ofrecen el máximo de comodidades; guía, bar, radio, televisión, aire acondicionado y todo lo que sirve para hacer el viaje más cómodo, ágil y agradable.

Los problemas de tráfico en las calles de las ciudades se ha incrementado, surgiendo los grandes embotellamientos e inclusive provocando inseguridad para los peatones, por lo que para resolver parte de tales problemas, se introdujo el transporte colectivo metropolitano subterráneo "Metro" exclusivo de grandes ciudades.

**El primero que entró en funcionamiento fué el de Londres el 10 de Enero de 1863, totalmente subterráneo a una profundidad de 8 - 12 metros cuyos vagones estaban iluminados con gas, maravilla de la época.**

En Nueva York se puso en funcionamiento el "metro" en 1867 proyectado como transporte subterráneo, posteriormente adaptado como ferrocarril de superficie, con tracción a cable; el igual fue sustituido en 1871 por una locomotora de vapor; pocos años después fue adoptada la tracción eléctrica con una locomotora DELFT, que se deslizaba por un sistema de tres vías.

En Berlín el primer "metro" fue construido en 1881 era igualmente de superficie.

En Liverpool el primer "metro" que se puso en funcionamiento fue en 1893, de superficie y tracción eléctrica.

Los metros más importantes de Europa se encuentran en Londres, París, Roma, Berlín, Budapest, Viena, Atenas, Madrid, Barcelona y Moscú.

En Estados Unidos de Norte-América los más importantes son los de Nueva York y Filadelfia.

Se puede decir que el más grande es el de Londres, el más bonito el de Moscú, el de Barcelona cuenta con algunas estaciones entre las más modernas.

En Italia el "metro" se inauguró hasta en 1955 en Roma, y en Milán en 1964 que es uno de los más modernos del mundo.

En México el "metro" empezó a funcionar el 4 de Septiembre de 1969, y es otro de los más funcionales y modernos del mundo

## **2.- Diferentes tipos de vehículos de carga y pasajeros.**

### 2.1.- Vehículos de carga.

Entre los vehículos de carga más comunes tenemos:

- Camionetas Pick-Ups en sus diferentes marcas y capacidades desde 750 Kgs., hasta de 1.5 Toneladas.
  - Camiones que varían dependiendo de su capacidad desde 3 a 20 toneladas.
  - Tracto camiones, con sus semi remolques sencillos o dobles de diferentes capacidades hasta de 100 toneladas.
  - Ferrocarriles de diferentes tipos, tamaños y capacidades.
- Etc.

## 2.2.- Vehículos de pasajeros.

Entre los vehículos terrestres de pasajeros más comunes tenemos:

Minibuses.

Microbuses.

Autobuses.

Omnibuses.

Ferrocarriles.

Camiones familiares adaptados.

Camiones de carga adaptados.

Automoviles adaptados. (taxis).

Bicitaxis.

Mototaxis.

## **3.- Factores que intervienen en un accidente de tránsito terrestre.**

### 3.1.- Carencia de educación vial en los conductores de vehículos automotores.

Todo conductor debe contar con la información del vehículo que conduce o conducirá, la cual se encuentra contenida en el manual de especificaciones, mantenimiento preventivo y recomendaciones en el manejo de los mismos, que es proporcionado por toda compañía automotriz fabricante.

Con esta información, el conductor debe de contar con conocimientos básicos del funcionamiento del vehículo, en los aspectos de: sistema eléctrico, sistema de frenos, sistema de encendido, sistema de carburación o inyección del motor, estado de neumáticos y el procedimiento para cambiarlos, nivel de

líquidos lubricantes y enfriamiento, tales como: aceites de motor y de transmisión, líquidos de frenos, líquido en la batería, anticongelante en el radiador, etc.

También debe tener conocimiento de ciertas normas legales de circulación que establecen las autoridades en la conducción de vehículos, como son: los Reglamentos de Tránsito que se aplican en determinadas poblaciones o en carreteras federales, Ley de vías generales de comunicación, Ley del auto transporte federal, etc., en el caso de nuestro país.

Con el conocimiento de tales disposiciones legales y el hecho de contar con un permiso o licencia de manejo, previa demostración de conocimientos prácticos y teóricos así como la documentación correspondiente, y después de cubrir todos los requisitos necesarios, puede el conductor conocer sus derechos y obligaciones con las autoridades correspondientes en el control de tránsito de vehículos.

Con el desconocimiento de lo anterior, da origen a que el vehículo sea conducido de manera inadecuada, lo que provoca en algunas ocasiones fallas, averías o desperfectos en algunas de las componentes; además de una conducta o comportamiento impropio del conductor en las vías de circulación, lo que trae como consecuencia los accidentes de tránsito.

3.2.- Falta de práctica, experiencia, pericia o capacidad técnica en la conducción de vehículos.

En principio, referente a la aptitud para conducir vehículos terrestres, la ley exige que el solicitante de una licencia o permiso, haya cumplido con la mayoría de edad y que posea determinadas condiciones psico - físicas, por lo que el aspirante debe ser sometido a exámenes más rigurosos para licencias de

conducción de vehículos de carga o pasajeros por el alto grado de responsabilidad que conllevan.

Los exámenes psico – físicos tienen que ser realizados por médicos debidamente capacitados, quienes además deberán de comprobar que los aspirantes de una licencia o permiso para la conducción de vehículos, reúnan entre otras cosas, además el siguiente estado de salud:

**Exámen somático.-** No debe de existir pérdida de un miembro anatómico o funcional, deformidad o vicios de conformación que impidan el libre movimiento de las articulaciones y los movimientos del tronco.

**Aparato circulatorio.-** No debe padecer lesiones cardiovasculares no compensadas.

**Sistema nervioso.-** No debe padecer epilepsia(1), parálisis general, tabes(2), esclerosis(3) en placas, ni otras enfermedades del sistema nervioso central o periférico.

**Agudeza Visual.-** Debe poseer una visión global de 12-10 en la escala de Wecker (4).

“Farmacología Experimental y Clínica”, Editorial Ateneo 1988, Séptima edición:

- (1) Epilepsia: trastornos, convulsiones, debido a la alteración eléctrica del cerebro.
- (2) Tabes: enfermedad provocada por lesiones de la médula espinal, caracterizada por una abolición gradual de la coordinación de los movimientos.
- (3) Esclerosis: endurecimiento de la mielina, la sustancia de las vainas, grasas que rodean los nervios de la médula espinal y del cerebro, con el tiempo interfiere en la transmisión de las señales nerviosas.
- (4) Wecker: unidad de medida de la agudeza visual.

**Campo Visual.**- Se admite hasta un 50% del campo visual normal global. El sentido cromático debe ser normal y no debe existir hemeralopía (5), que dificulte la visión nocturna o los movimientos oculares.

**Oído.**- No debe de padecer la enfermedad de meniere (6). El solicitante debe demostrar su agudeza auditiva, debe escuchar el tíc - tac de un reloj a un metro o la voz baja a tres metros de distancia.

La deficiencia de algunos de los puntos antes citados, induce parcialmente a la falta de capacidad técnica o pericia en la conducción de vehículos, lo que pone en riesgo los bienes materiales y la vida de los usuarios de las vías públicas.

Con el aumento de tránsito de vehículos, se hace evidente que los conductores deben de gozar de todas sus facultades físicas y mentales en óptimas condiciones, para conducir eficazmente.

Otros factores que intervienen para que un accidente de tránsito se lleve a cabo son:

**La fatiga.**- Cuando interviene la fatiga disminuye la concentración y el rendimiento, ya que produce falta de atención, vacilación, lentitud de reflejos, reducción de la firmeza de las manos, incluso se pueden sufrir ilusiones y alucinaciones, cometándose errores técnicos potencialmente peligrosos, que pueden compararse con los efectos del alcohol que se pueden considerar como “borrachos de fatiga”.

“Farmacología Experimental y Clínica”, Editorial Ateneo 1988, Séptima edición:

(5) Hemeralopía, visión normal durante el día, pero incompleta en la semioscuridad.

(6) Meniere, trastorno del oído humano, puede haber pérdida auditiva parcial.



Por lo que es necesario iniciar un viaje sin cansancio y con un programa de periodos de descansos de unos 10 minutos de relajación, estirar las piernas y respirar aire fresco por cada hora de viaje, es recomendable no emprender un viaje con hambre.

El vehículo debe tener en su interior una ventilación adecuada, pues con deficiencia de ella produce letargo y falta de atención. El aire debe circular libremente para lograr una temperatura agradable. En los vehículos modernos que cuentan con calefacción y aire acondicionado, siempre es necesario abrir las ventanillas para refrescar el interior, solo así se establece un equilibrio entre los iones positivos y negativos, ya que la ventilación y calefacción propios del vehículo perturban el equilibrio eléctrico del aire “fresco” pues las partículas eléctricas(iones) de la atmósfera afectan los sentidos y actos. El exceso de iones negativos en la atmósfera después de una tormenta o a elevadas altitudes produce una sensación de alegría; por el contrario el exceso de iones positivos, antes de una tormenta favorece la somnolencia y la depresión.

**La fatiga física debido al embotellamiento del tráfico de vehículos, ruidos y vibraciones, la inactividad en el manejo pueden producir letargo y somnolencia, la tensión nerviosa por la impaciencia e irritabilidad del conductor, por pretender adelantar vehículos sin lograrlo, por las demoras del tráfico. La monotonía y el aburrimiento, por lo que es necesario de alguna forma tratar de eliminarlos.**

3.3.- Influencia de bebidas alcohólicas o alguna otra droga en los conductores de vehículos.

En la mayoría de los países incluyendo el nuestro, se considera delito, la conducción de vehículos bajo los efectos de bebidas alcohólicas, drogas tóxicas o estupefacientes, ya que representan una amenaza potencial para la capacidad de los conductores, pues ponen en peligro su vida y la de los usuarios de la vía pública.

### 3.3.1.- El Alcohol

El alcohol es una bebida excitante, pero muy peligroso en forma de aguardiente, su efecto es muy rápido pero de poca duración.

La mente bajo los efectos de alcohol se deslumbra con una gran cantidad de ideas que surgen. Al mezclarse con la sangre todos los órganos entran en excitación, la imaginación aumenta, brotan ideas geniales y se atropellan unas con otras.

Con los efectos del alcohol no es posible efectuar trabajos de precisión que requieren calma y concentración; la facilidad de palabra aumenta, las frases adecuadas se encuentran sin dificultad; al pasar el efecto da principio la depresión para recuperar la energía gastada, es necesario por lo menos dos horas de sueño.

“El peligro consiste en que al notarse que principian a desaparecer los primeros efectos agradables, se pretenda prolongarlos ingiriendo nuevas dosis sin conseguir los resultados satisfactorios, aumentándose imprudentemente la cantidad dando como consecuencia largas horas de embrutecimiento, con los cuales se paga los instantes fugases de esplendor inicial”.

Debido a la gran diferencia que existe entre la duración de la brillantez mental y las largas horas necesarias para la recuperación, el alcohol ha sido considerado como un deprimente, con un engaño principio de excitación.

### **Existen tres fases de embriaguéz:**

**En la primera fase**, la tensión rebasa los límites de la mente, surgiendo la euforia y la verborrea, el ser impulsivo se vuelve incontenible, el instinto animal se adueña de la situación y desaparece la reflexión. Por lo que es una gran mentira de que los borrachos digan las verdades, desaparece el sentido común, la razón y la sagacidad, el sentido de responsabilidad, las normas sociales y la facultad de apreciación van desapareciendo hasta dejar de existir, se entorpece la facultad de equilibrio, la lengua se pone pastosa y pesada, comenzándose a balbucear y a tartamudear, la mirada se torna vaga y las cosas se ven fuera de foco, todo el ser se tambalea, dando un aspecto repulsivo e impresionante por su brutalidad.

**En la segunda fase**, aparece una idea fija que se repite hasta el cansancio, idea que por lo general es absurda. En esta fase surgen todos los malos instintos y las bajas pasiones que conducen a la persona al ridículo y al desprestigio, y algunas veces a la tragedia.

**En la tercera fase**, el borracho al pretender salir de ese lamentable estado y recordando los primeros instantes de euforia placentera, el borracho cree que ingiriendo más alcohol puede componerse y lo que consigue es que la embriaguez aumente en intensidad, momento en que cae al suelo con un sueño intenso, pudiendo morir.

En las investigaciones judiciales frecuentemente se habla de tres aspectos o fases en la ingestión del alcohol.

- 1.- Aliento alcohólico.
- 2.- Ebriedad incompleta
- 3.- Ebriedad completa.

**El primer término “Aliento alcohólico”**, es muy relativo ya que aliento alcohólico lo tiene desde una persona que acaba de ingerir una copa, hasta un borracho que se encuentra en su tercera fase, por lo que debe suprimirse.

**El segundo término “Ebriedad incompleta”**, que ha sido sustituida por “Bajo la influencia del alcohol” pero no dominado por él, es cuando tiene un 0.10% o 100 mg. de alcohol en las venas en cada 100 mililitros de sangre, porcentaje que no ocasiona trastornos graves en los reflejos. A partir de 0.10% hasta el 0.15 % la persona se encuentra en un estado eufórico en el cual hace cosas que no haría en estado normal.

**El tercer término, “Ebriedad completa”**, cuando la persona tiene en su organismo más de 0.35 % o 350 mg. de alcohol, se encuentra en estado de ebriedad completa, porque entra en estado de coma o a la tercera fase, y si alcanza el 0.50 %, lo más probable es que muera.

Según estadísticas de tránsito se ha comprobado que los accidentes son provocados por personas que conducen con 0.10% a 0.20 % de alcohol, estado en el cual no se consideran borrachos, sino mas bien lúcidos e incluso llegan a afirmar que manejan mejor. Sin embargo los experimentos han demostrado que la habilidad para manejar en ese estado se ha reducido hasta un 50 %.

Hay cuatro métodos para determinar la cantidad de alcohol en el sistema circulatorio del cuerpo humano:

- a).- **Exámen del líquido espinal.** (Este procedimiento es el más preciso, puesto que el líquido cerebro-espinal proviene del cerebro.)
- b).- **Análisis de la sangre.**

**c).- Análisis de la orina.**

**d).-La intensidad alcohólica del aliento, que es el más práctico y usual.**

En algunos casos para decidir si una persona se encuentra en la segunda fase de la embriaguez, además de la intensidad del aliento alcohólico, los policías u otras autoridades recurren a las siguientes observaciones:

- La forma de pararse de una persona, si se bambolea o se ve en la necesidad de abrir el compás de las piernas para evitar caerse.
- La postura del cuerpo, por lo general desgarbada en forma anormal.
- El modo de caminar.
- El lenguaje confuso, sin separar las sílabas, arrastrando las palabras y frecuentemente la tartamudez.
- La repetición de la idea.
- La dilatación de las pupilas que indican el entorpecimiento de los centros nerviosos.

**El grado de embriaguéz lo determina la cantidad de alcohol que llega al cerebro.**

“El alcohol pasa al torrente circulatorio a los dos minutos de haberse ingerido y de haber llegado al estomago. Se elimina por proceso de oxidación (pérdida de electrones) al mezclarse con el oxígeno, eliminándose como un 90 %,

lo que queda, se distribuye en el cuerpo, según la cantidad de líquido que contengan los órganos, así el cerebro recibe una gran cantidad por su elevado contenido acuoso.

La oxidación se verifica primeramente en el hígado, dos onzas (56.70 gr) de Whisky se eliminan aproximadamente en tres horas. También se elimina por aliento alcohólico, la orina y el sudor.

**Un conductor con 0.15 % de alcohol en su sistema circulatorio, se considera bajo la influencia del alcohol y tiene un 25 % más probabilidades de sufrir un accidente, que cuando esta sobrio. El campo visual disminuye proporcionalmente al alcohol que se consume, ignorándose los peatones y los vehículos que se encuentran a los lados. Por lo que no es recomendable manejar en ese estado.**

A continuación se establece una tabla indicadora del máximo de alcohol que puede tomarse en un período de 3 horas y estar en condiciones de manejar.

Cantidad.	Hombre.	Mujer.
Vasos de licor.	3	2
Tarros de cerveza.	3	2
Botellas de cerveza.	2	1
Copas de vino.	4	3

Tabla 1.- Indicadora del máximo de alcohol que puede tomarse en un período de 3 horas y estar en condiciones de conducir un vehículo. ( Libro “Peritajes de Tránsito”, E. Sodi y L. F. Sotelo, Editorial Limusa S.A. 1978.)

### 3.3.2.- Medicamentos.

También muchos medicamentos preparados tales como: jarabe para la tos, los preparados antirreumáticos, la insulina para los diabéticos, las tabletas que regulan la tensión arterial y muchas sustancias más, contienen ingredientes que pueden afectar el comportamiento del conductor.

Los peligros mas evidentes se encuentran en dos grupos de medicamentos:

I).- Los depresores.

II).- Los estimulantes del sistema nervioso central.

Los efectos difieren según el medicamento, la dosis, el estado físico y mental e incluso el peso, así como la edad de las personas, las personas de mayor edad tienden a reaccionar más a los efectos de estos compuestos que los jóvenes. Desgraciadamente no se puede saber que sustancias se pueden o no ingerir cuando se a va a conducir, los mismos médicos reconocen que no se sabe lo suficiente respecto de las medicinas prescritas. Puesto que la intensidad de los efectos secundarios combinados sobre todo con el alcohol o con otras sustancias varía desde un ligero vértigo hasta un colapso total. Por lo que es recomendable que el automovilista consulte a un médico o farmacéutico.

Entre los medicamentos depresores y estimulantes del sistema nervioso central tenemos:

- I).- DEPRESORES
- 1.- Sedantes . . . . { Barbitúricos,  
e hipnóticos. } no Barbitúricos.
  - 2.- Tranquilizantes { Principales y  
secundarios
  - 3.- Antialérgicos. . . . Antihistamínicos.

- II).- ESTIMULANTES.
- 1.- Estimulantes y . { Anfetaminas y  
supresores del } compuestos afines.  
apetito.
  - 2.- Antidepresores { Inhibidores de la  
Monoaminoxida.  
Timolépticos.



**I.1).-** La distinción entre los **hipnóticos y sedantes**, es más un concepto de dosis, los sedantes producen tranquilidad y por lo tanto disminuyen la ansiedad y la intranquilidad, las dosis hipnóticas inducen directamente al sueño y son de duración variable; **los barbitúricos** se administran principalmente contra el insomnio; trastornos emocionales, ansiedad, tensión, condiciones de excitación e irritación o para tratar la epilepsia.

Los efectos secundarios son: somnolencia, laxitud-(debilidad o aflojamiento), vértigo, confusión mental y tartamudez, y surten mayor efecto en personas de edad; los síntomas clínicos de la intoxicación por barbitúricos son semejantes a los del alcohol, dificultad para pensar, inestabilidad emocional, euforia, juicio deficiente, falta de coordinación muscular, lo que conduce a caídas, lesiones, etc.

**I.2).-** También la distinción en **los tranquilizantes** es la dosis: aunque el uso común de estos es en los hospitales, también se prescriben para los casos de ansiedad, tensión, agitación, los efectos son similares a los barbitúricos aunado a la lentitud de reflejos, parkinsonismo, a veces coma y convulsiones.

**I.3).- Los antialérgicos - antihistamínicos**, se aplican para fiebres del heno y alergias de piel, mareo en los viajes, congestiones nasales y conjuntivitis. Los efectos secundarios son: sedación, de somnolencia hasta en sueño profundo, silbidos en los oídos, dolor de cabeza y otros similares a los anteriores.

El alcohol y los antihistamínicos refuerzan la acción de los sedantes e hipnóticos.

**II.1).- Los estimulantes – anfetaminas**, se utilizan para estados depresivos en general, fatiga, obesidad. Sus efectos secundarios, son pérdida de juicio, mayor impulsividad, excesiva confianza en si mismo, euforia y desorientación, efectos similares a los que aparecen después de la embriaguez.

**II.2).- Los antidepresivos inhibidores**, se utilizan para estados de depresión y ansiedad. Sus efectos secundarios son: palpitaciones, sudor, visión confusa, defectos de apreciación de colores, agitación, excitación y ansiedad, temblor, visión confusa, sensibilidad del deslumbramiento; en combinación con el alcohol y con otras drogas, así como alimentos como el queso y las habas son peligrosos.

**Tanto los depresores como los estimulantes combinados con el alcohol y otras drogas aceleran y aumentan sus efectos y son peligrosos.**

#### 3.4.- Exceso de velocidad.

El exceso de velocidad es otro de los factores que más interviene como causa de un accidente de tránsito terrestre, y se puede definir como una velocidad mayor de la que se establece para circular en determinadas calles, vías de circulación o carreteras y puede estar restringida por medio de señalamientos restrictivos de “máxima velocidad permitida”, esto con base al estudio topográfico de las vías de circulación. Normalmente este tipo de señalamientos se encuentran colocados en determinados tramos de carretera, próximo a curvas, pendientes ascendentes o descendentes, cimas, vados, próximo a algún obstáculo que reduzca la visibilidad, o también por la existencia de neblina y/o lluvia en determinadas regiones, existencia de grava suelta, próximo a zonas de mantenimiento de carreteras. En zonas urbanas, próximo a escuelas, hospitales, estación de bomberos, zona de “obras”, retenes de policía o ejército, zona de revisión aduanal de vehículos en las zonas fronterizas.

En carreteras o alguna otra vía de circulación en poblaciones donde no existen señalamientos restrictivos de velocidad, la velocidad máxima permitida es la que

se establece en los Reglamentos de Tránsito, tal es el caso del Reglamento de Tránsito del Distrito Federal en vigor, que establece como la velocidad máxima permitida de 70 km/h.

Cuando se rebasan los límites de velocidad establecidas, es muy probable que los vehículos se vean involucrados en un accidente, debido a que las calles o carreteras están diseñadas para determinadas velocidades, por lo que el conductor que rebese esa velocidad, no estará en condiciones de evitar algún accidente, tal es el caso de los vehículos que rebasan la velocidad crítica en determinadas curvas, en donde el vehículo forzosamente se desplazará lateralmente hacia el exterior de la curva y lo más probable es que se salga de la carretera y sufra posibles volcadura. Bajo la influencia de bebidas alcohólicas o algún otro estimulante, es muy frecuente que los conductores tripulen sus vehículos a exceso de velocidad, lo que trae como consecuencia los hechos o accidentes de tránsito.

### 3.5.- Falla mecánica en los vehículos.

#### **a).- ¿Cómo se sabe si un problema mecánico causó el accidente?**

De inicio, se parte de las declaraciones del conductor del vehículo o de testigos presenciales, que refieran como causa de un accidente alguna de las fallas mecánicas tales como: falla en el sistema de frenos(que es la más frecuente), falla en el sistema de la dirección, falla en ruedas y neumáticos.

## b).- ¿Cómo se le hace?

Para corroborar o desvirtuar la información obtenida en las declaraciones, referente a alguna falla mecánica en el vehículo involucrado, se procede primeramente, a la verificación del estado de uso y conservación en forma superficial de las componentes principales de un sistema de frenos, de dirección y de neumáticos. Posteriormente deben revisarse las condiciones de funcionamiento de los sistemas por investigar; para ello es necesario y de ser posible que se ponga en funcionamiento el motor y el vehículo en su conjunto. De los resultados obtenidos, si se detectan fallas, se procederá a la revisión física en forma amplia y minuciosa de todas y cada de las componentes que conforman el sistema mecánico averiado, ya sea el sistema de frenos, dirección o neumáticos según sea el caso; revisión que se tiene que efectuar de preferencia en compañía de alguna autoridad que tenga Fé Pública, para que los datos recabados se den Fé y tengan validéz legal.

De la información obtenida en las declaraciones y la experiencia laboral adquirida por el autor, se ha detectado que: las fallas mecánicas más frecuentes que pueden ocasionar accidentes de tránsito son:

### 3.5.1.- El Sistema de Frenos.

Existen varios tipos de frenos, los más comunes que se usan en vehículos automotores terrestres a excepción de los ferrocarriles, tenemos:

- a).- Frenos hidráulicos
- a.1).- Frenos de tambor.
  - a.2).- Frenos de disco.
  - a.3).- Sistema de frenos ABS(Antibloqueo) de disco.

b).- Frenos de potencia.

c).- Frenos de aire.

NOTA. La información técnica sobre los diferentes tipos de frenos y su funcionamiento, en el **ANEXO A**, página 126.

**c).- ¿Qué puede fallar en frenos y cómo se detecta?**

En el caso de una falla mecánica en el sistema de frenos hidráulicos, lo que puede fallar entre otras cosas es, que se dañe algún conducto y provoque la fuga de algún fluido de frenos, los recubrimientos(balatas) de las zapatas pueden estar muy desgastadas y comienzan a rayar el tambor o al disco y por tanto los frenos no funcionan en forma normal, también puede fallar alguna junta o sello en los cilindros.

Tanto en frenos de servicio como en frenos de emergencia. Esta falla puede detectarse, a través del pedal de frenos cuando éste se oprime, mientras mayor sea el recorrido(cuando se va hasta el fondo), nos indica que el vehículo carece de frenos o que se encuentran funcionando en forma deficiente, porque alguno de sus componentes no operan normalmente o se encuentran averiados; para ello deben revisarse los elementos principales que son más susceptibles de sufrir alguna avería, tales como: primeramente se revisan las caras internas de los neumáticos, para comprobar posibles fugas del líquido de frenos, posteriormente se revisará el nivel del líquido de frenos en “el cilindro maestro”, así como todos los ductos o mangueras que parten del cilindro y conducen al fluido a cada uno de los neumáticos, de igual forma se deben revisar el estado de los cilindros de rueda y los recubrimientos(balatas) de las zapatas, el tambor, los resortes, el plato.

También es conveniente efectuar una revisión física en forma minuciosa del sistema de frenos de emergencia o de estacionamiento, que es un sistema mecánico independiente de los frenos de servicio, para ello se sigue el mismo procedimiento que en los frenos de servicio.

#### **d).- ¿Porqué falla el sistema de frenos?.**

Pueden ser varias las causas, entre las mas comunes y principales se deben a que la fricción que se produce entre una parte fija del vehículo(pastillas o balatas) y un disco o tambor que giran con la rueda, en donde su produce un par necesario para reducir la velocidad, y convierte la energía cinética(energía de movimiento) en energía calorífica, parte de la cual se transmite al medio ambiente. En este caso el aire del medio ambiente se convierte en el fluido refrigerante, por lo que el exceso de fricción y el escaso fluido refrigerante, ocasiona un sobrecalentamiento entre ambas piezas disminuyendo la eficacia de los frenos de tambor-balatas, que consecuentemente se desgastan o se dañan dichas componentes.

Mientras que los frenos de disco están más expuestos al aire, por lo que eliminan el calor con mayor rapidéz que en los frenos de tambor y por lo mismo tienen menos probabilidad de sobrecalantarse y perder eficacia

El calentamiento excesivo de los frenos como consecuencia de una frenada prolongada o repetida, pueden perder eficacia. El calor provoca cambios temporales de las propiedades de los materiales en la fabricación de las pastillas y zapatas y los frenos pierden eficacia a medida que se van calentando. Al enfriarse recuperan su eficacia normal.

Otro de los factores que disminuye la eficacia de los frenos, es que el sistema de frenos actúe más en una rueda que en las demás, provocando una frenada desigual, pudiendo ocurrir un derrape. Por lo que es conveniente la utilización de un material que reúna las propiedades de resistir altas temperaturas sin perder sus cualidades y por consiguiente la eficacia de los frenos.

Causas que también provocan la pérdida de eficacia o falla en el sistema de frenos, es que se produzca una fuga del líquido de frenos en algunos de los circuitos hidráulicos, por el desgaste o mala calidad del material de fabricación de las tuberías o mangueras del circuito, o en su caso el desgaste o mala calidad de los gomas que sirven de sellos en el interior de los cilindros de rueda, fuga de aceite que comúnmente se puede apreciar en el interior de los rines y neumáticos con escurrimiento del fluido hidráulico.

También las componentes que contribuyen a una falla en el sistema de frenos son: varilla de accionamiento del cilindro maestro con demasiado juego o defectuoso, tambores apretados u ovalados, discos alabeados, circuito de frenos mal purgados, aire en las canalizaciones(ductos), fuga ligera en el circuito, cables de freno bloqueados o agarrotados, muelles de retorno de las zapatas estriados o rotos, falta de juego entre la varilla empujadora del pedal y el pistón del cilindro maestro, juntas de los cilindros en mal estado.

### III).- SOLUCIONES Y MEJORAS.

#### **SOLUCIONES.**

Puesto que las fallas mecánicas en los sistemas de frenos, ocurren en porcentajes muy elevados del 98% aproximadamente por falta de mantenimiento preventivo, y en raras ocasiones por falla de materiales con los que están fabricados muchos de los componentes de los sistemas, éstas se pueden evitar con un mantenimiento preventivo aplicado con mayor periodicidad, o como se establece en el manual de mantenimiento, y se registran en una bitácora que proporcionan las compañías automotrices en la venta de sus vehículos.

Es también conveniente establecer y comprobar, que el esfuerzo de frenado sea distribuido entre las ruedas delanteras y traseras en proporción al peso que soportan, el cual varía según el tipo de vehículo, con el motor delantero o trasero, el número de personas que viajan en él y el equipaje que se transporta.

Para que la distribución de frenado sea equitativa en las cuatro ruedas del vehículo, es conveniente que el inflado o presión de aire de los neumáticos sea uniforme en las cuatro ruedas, con una alineación adecuada de convergencia o divergencia de las ruedas delanteras, de acuerdo al manual de mantenimiento del vehículo, que el vehículo frene en línea recta hacia su sentido de circulación, alineación que además impida que el vehículo tienda a desplazarse en forma diagonal hacia la derecha o izquierda.



## **MEJORAS.**

Para que el sistema de frenos no pierda su eficacia, o en su caso no falle, es conveniente reducir el calor que se genera en su aplicación, para ello es recomendable que:

a).- Se utilicen materiales que posean las propiedades de soportar mayor resistencia al calor sin cambiar sus propiedades.

b).- Diseñar, colocar y hacer funcionar un sistema de enfriamiento en las ruedas de los vehículos, que funcione alternativamente o simultáneamente con los sensores o reductores de velocidad en cada rueda que poseen los sistemas de frenos ABS, utilizando fluidos refrigerantes idóneos para ello.

c).- Para la reducción del calor generado se coloca un termostato, y el aire acondicionado del vehículo se utiliza como refrigerante, el cual debe de inyectarse hacia las ruedas requeridas.

d).- Para la detección de un exceso de calor generado en la aplicación de los frenos, una alternativa es colocar un dispositivo sensor de calor en las balatas o pastillas de los discos y que esto se transmita en el tablero de instrumentos a través de una luz testigo, para que en su caso se pueda aplicar manualmente el aire acondicionado hacia las ruedas.

### 3.5.2.- Sistema de la dirección.

Mecanismo de la dirección.- Para dirigir cualquier vehículo automotor se emplea el volante, que orienta las ruedas delanteras en la dirección deseada. La dirección debe de incorporar un sistema de desmultiplicación de esfuerzos del conductor y a veces de un dispositivo de asistencia mecánica para ampliar el esfuerzo que realiza el conductor en el volante. Algunos modelos de vehículos poseen una columna de dirección ajustable, la cual puede moverse y colocarse en un ángulo deseado a la altura y posición del conductor.

Para que el sistema de la dirección funcione normalmente y en condiciones satisfactorias, es necesario que las partes que conforman el sistema y que afectan directa e indirectamente, se encuentren en buenas condiciones de uso y debidamente montadas y ajustadas en sus respectivos lugares.

En la actualidad la mayoría de los vehículos producidos en serie montan dirección servoasistida, con la que se reduce el esfuerzo necesario para girar el volante y se facilitan las maniobras a baja velocidad, sobre todo en proceso de estacionamiento en espacios reducidos. La dirección asistida también aumenta la seguridad del conductor. Con una dirección convencional, el conductor puede perder el dominio del volante si se produce un reventón de algún neumático o si se entra en un bache o tope muy grandes. La servoasistencia evita la respuesta violenta del volante, con lo que se pierde el control.

La mayoría de los sistemas emplean fluido hidráulico que llega a presión desde un depósito independiente. Si el sistema falla, el vehículo aún puede dirigirse manualmente.

Los principales elementos del sistema son:

- **La bomba**, que proporciona presión al líquido y que se mueve por una extensión en el generador o por una correa.
- **Las válvulas sensibles**, que funcionan con el movimiento del volante o por la deflexión de las ruedas directrices.
- **El cilindro de asistencia**, en donde se ejerce la presión del líquido por medio de un pistón.
- **Las tuberías de conexión**, en donde se desplaza el fluido.

NOTA. Parte de la información técnica referente a los diferentes tipos de dirección y su funcionamiento, en el **ANEXO B**, en la página 147.

### 3.5.3.- Ruedas y neumáticos.

#### **Ruedas.**

No basta con que la rueda sea redonda; también debe de ser fuerte, ligera, bien equilibrada, flexible ante ciertas fuerzas y rígida ante otras, la elasticidad es otra propiedad para que absorba los golpes bruscos que inevitablemente recibe. Las ruedas están sometidas a grandes esfuerzos, tienen que soportar el peso del vehículo, las fuerzas de aceleración y frenado y las que se producen en los cambios de dirección. Con frecuencia se ven obligados a soportar varias de estas fuerzas al mismo tiempo. Puede ocurrir que se combinen la aceleración o frenado con un cambio de dirección. Para que el control de la dirección sea perfecto, las ruedas deben de ser de construcción rígida de preferencia de aleación ligera.

La rueda necesita una pestaña a su alrededor que permita la colocación y desmontaje del neumático; la altura de la pestaña de la rueda constituye un factor

importante en el comportamiento del coche. Si es demasiado baja en relación con la sección del neumático, éste se deformara excesivamente al tomar una curva a mucha velocidad, si por el contrario, si la pestaña es demasiado alta, la marcha será más dura, porque los flancos del neumático no podrán curvarse ni ceder adecuadamente al rodar sobre las irregularidades de la carretera.

Existen tres tipos de ruedas:

- De disco de acero estampado.
- Con radios de alambre de acero.
- De aleación ligera.

### **Neumáticos.**

El neumático es un anillo hinchable de goma que se coloca alrededor de la rueda, consta de una carcasa interna que le presta resistencia, con aros de metal embutidos en la zona de contacto con el borde de la rueda. Sus paredes son delgadas y flexibles. La banda de rodamiento con su dibujo facilita la adherencia a la carretera en condiciones variables.

Existen neumáticos con cámara y sin cámara. En la actualidad en los vehículos pequeños, los neumáticos con cámara tienden a desaparecer. La diferencia entre ambos consiste en que el neumático con cámara tiene un balón interior independiente que contiene el aire, mientras que el neumático sin cámara contiene el aire por sí mismo.

El neumático sin cámara presenta una serie de ventajas sobre el convencional(con cámara), es más fácil de colocar; en el caso de una pinchadura

pierde el aire más lentamente porque el revestimiento blando de goma adherido a la carcasa actúa como junta de estanqueidad y la reparación provisional del pinchazo puede efectuarse sin necesidad de quitarse la rueda, obturando el pinchazo con un tapón especial.

Durante muchos años, los neumáticos fueron de caucho natural, pero en la actualidad han sido sustituidos por caucho sintético, del que existen varios tipos.

El caucho sintético más empleado es el estireno butadieno por su capacidad de amortiguación que supera al caucho natural y si se usa en la banda de rodadura mejora la adherencia especialmente en tiempo lluvioso.

También el material sintético que se usa mucho es el polibutadieno, que se trata de un caucho muy resistente y menos sensible a la temperatura que otros, el polibutadieno puede mezclarse con el estireno butadieno, con caucho natural o con ambos. Sea cual sea la mezcla deben incluir otros aditivos como aceite, negro de humo y azufre. El aceite mejora la adherencia al piso, el negro de humo aumenta la resistencia a la abrasión y al azufre actúa como agente vulcanizante.

Además de mejorar comodidad del vehículo por su efecto de colchón de aire, los neumáticos deben de soportar esfuerzos considerables, generados durante la aceleración, frenado y curvas, debe de responder a cualquier tipo e irregularidades del camino, mojada o seca sin calentarse demasiado. En la actualidad se fabrican de acuerdo al tipo de piso por el que se prevé circulará el vehículo. Un dibujo de pastillas y resaltes gruesos es ideal para circular por nieve y barro, pero no es apta para las grandes velocidades, ya que por su grosor genera demasiado calor, lo que puede deteriorar el neumático.

El rendimiento del neumático no solo depende de su forma y de los materiales empleados en su fabricación, sino también de su presión de inflado.

Por lo que las especificaciones establecidas por los fabricantes deben respetarse. Ya que si la presión de inflado es demasiado baja o alta el neumático no se comportará correctamente y puede calentarse y sufrir un prematuro desgaste.

Un inflado correcto repercutirá en una buena adherencia a la carretera, poco calentamiento, poca resistencia y también en el consumo de gasolina normal.

NOTA. La información técnica referente a las ruedas y neumáticos, se puede consultar en el **ANEXO C**, en la página 151.

### **¿Qué falla y porqué?**

Entre otras, **las componentes del vehículo que afectan la dirección son:** los muelles rotos, la alineación incorrecta de los neumáticos, bieletas de mando o articulaciones de la dirección flojas, deterioradas o defectuosas, el inflado incorrecto de los neumáticos, juego excesivo de los balancines, cojinetes de biela fundidos, el tope del embragado en mal estado, fuga del fluido, cadena de distribución estirada o tensor desajustado, entrada de aire en el colector de admisión, amortiguadores flojos, caja de la dirección floja, suelta o averiada, falta de engrase, engranaje de la dirección desajustada, desgaste desigual de los neumáticos, frenos excesivamente tensados, ajuste incorrecto de la caja de la dirección.

En cuanto a **la falla de las ruedas y neumáticos** que se pueden considerar como causas de un hecho de tránsito terrestre, en la mayoría de los casos ocurre en los neumáticos por alguna pinchadura y por el desgaste natural por el uso, y las ruedas sufren daños generalmente como consecuencia de un accidente. En muchas de las ocasiones los neumáticos se desgastan de manera irregular en su banda de

rodamiento, tal es el caso de mayor desgaste en los bordes que en el centro. Desgaste irregular de los neumáticos que también se debe por la alineación incorrecta de las ruedas delanteras, ruedas desequilibradas, elementos de suspensión deteriorados o inservibles, bieletas de mando o articulaciones de la dirección flojas, deterioradas, o defectuosas, los neumáticos poco inflados y también por una conducción inadecuada del vehículo, como es el caso de frenamientos o aceleraciones bruscos continuos, contacto continuo con las guarniciones de las banquetas o camellones.

Las fallas mecánicas anteriormente citadas que contribuyen al mal funcionamiento de la dirección de un vehículo, se deben en su mayoría por falta de mantenimiento preventivo y en escasas ocasiones por defectos de los materiales de que están fabricadas las piezas del sistema de la dirección.

Debido a la relación directa que existe en el funcionamiento del sistema de la dirección, las ruedas y los neumáticos, las soluciones y mejoras se establecerán en su conjunto.

## SOLUCIONES Y MEJORAS.

Después de un amplio análisis del sistema de la dirección, ruedas y neumáticos, se observa que las fallas tienen un origen común, por la relación directa que tienen sus componentes en su funcionamiento, por lo tanto las soluciones también afectan o benefician directamente al sistema en su conjunto.

Por el tipo y cantidad de componentes que intervienen en el funcionamiento del sistema de la dirección, ruedas y neumáticos, y que la mayoría de las fallas se deben a una falta de mantenimiento preventivo y en un porcentaje muy bajo por defecto o falla de materiales con que están fabricados los componentes, se recomienda como soluciones: en que al vehículo en su conjunto se le dé el mantenimiento preventivo idóneo con mayor periodicidad, dependiendo del uso a que esté destinado el vehículo, siguiendo las especificaciones del manual que proporciona toda compañía automotriz, así como el cuidado adecuado en el manejo de sus componentes como es, un inflado adecuado de los neumáticos, una distribución correcta de la carga, sustitución de los elementos que sean necesarios, alineación de las ruedas, apretar correctamente los tornillos de fijación de algunos elementos, engrasado de las partes que lo requieran, rellenado de aceite de la caja de la dirección, equilibrado de todas las ruedas.

De detectarse que algunas componentes se desgastan con mayor facilidad que otras, se debe de buscar o fabricar las mismas piezas pero elaborados con materiales que obviamente reúnan las propiedades y que resistan los esfuerzos a que están sometidos.



#### **4.- Clasificación de hechos de tránsito.**

Existen diversos tipos de hechos de tránsito terrestre, los cuales pueden clasificarse de la siguiente manera:

##### **4.1.- Colisión entre vehículos.**

Estos pueden ocurrir entre dos ó mas vehículos en circulación o algunos de ellos estáticos, y los casos mas comunes que pueden presentarse son las siguientes:

##### **a).- Colisiones frontales.**

Cuando los vehículos circulan en sentidos opuestos y uno o ambos no conservan sus carriles correspondientes, es decir que invaden el carril contrario de circulación, efectuándose el contacto con sus partes frontales, con mayor frecuencia con sus partes frontales izquierdas.

##### **b).- Colisiones laterales.**

Se presenta cuando dos o más vehículos circulan sobre la misma arteria que puede ser en la misma dirección o en sentidos opuestos y uno de ellos pretende cambiar de carril de circulación o cambio de dirección de vuelta a la derecha o izquierda. En estos casos el contacto entre los vehículos se realiza con los vértices delanteros izquierdo o derecho de un vehículo y costados delantero derecho o izquierdo de un segundo vehículo.

Este de tipo de daños también se presentan por pérdida de control de la dirección del vehículo, y ocurre cuando por alguna causa el conductor pierde el control direccional del vehículo, y éste derrapa desplazándose lateralmente de costado derechoo izquierdo, en algunas ocasiones debido a la elevada velocidad de

circulación del vehículo, siendo más frecuente en las curvas al rebasarse la velocidad crítica establecida en cada curva.

c).- Colisiones transversales.

Ocurre cuando la colisión entre los vehículos se realiza en un crucero, cuando los vehículos circulan en forma transversal uno con respecto al otro, y al aproximarse al crucero en forma perpendicular, el contacto se efectúa entre la parte frontal de un vehículo y el costado izquierdo o derecho del segundo.

d).- Colisiones por alcance.

Se lleva a cabo cuando los vehículos circulan sobre la misma vía colinealmente, sobre un mismo carril de circulación y en la misma dirección, realizándose el contacto entre la parte frontal de un vehículo que alcanza, y la parte posterior del segundo que le antecede en su circulación.

e).- Colisión con vehículos estáticos.

En estos se pueden presentar dos casos, cuando uno o mas vehículos se encuentran detenidos momentáneamente debido a las necesidades de la circulación, por la existencia de semáforos, o por otras causas, algunas veces por embotellamiento de vehículos ó cuando se encuentran debidamente estacionados. En carreteras es común que los vehículos se encuentren estacionados invadiendo parte de la superficie de rodamiento, sin señalamientos o abanderamientos reglamentarios colocados adecuadamente.

#### f).- Colisiones en reversa.

Comúnmente se presentan cuando uno de los vehículos al desplazarse en reversa, colisiona su parte posterior, y ocurre cuando al encontrarse estacionado pretende salirse del cordón de vehículos estacionados, o salirse de una cochera. Por lo que los daños causados son relativamente leves.

#### 4.2.- Colisión de vehículo en contra de objetos fijos.

Estos se presentan cuando uno o más vehículos colisiona con su parte frontal, parte posterior o alguno de sus costados en contra de algún objeto fijo, que puede ser: poste metálico, poste de concreto, poste de madera o de algún otro material, sostén de alumbrado público, cables conductores de energía eléctrica o cables de teléfonos. Otros objetos fijos pueden ser árboles, semáforos, casas, inmuebles, escuelas o alguna otra propiedad particular, municipal, estatal ó federal.

#### 4.3.- Pérdida de control y salidas de las vías de circulación.

Consisten en salidas de la carretera, arroyos de alguna otra vía de circulación de vehículos, ocurriendo cuando el vehículo abandona la superficie de rodamiento destinado para la circulación de vehículos automotores, subiéndose a las banquetas, camellones, acotamientos, cunetas, etc., colisionando con algunas de sus partes, frecuentemente con sus partes inferiores o simplemente se sale de la vía de circulación. Las causas pueden ser muy variadas: distracción o descuido del conductor, maniobras direccionales incorrectas ejecutadas por al tratar de evitar el contacto con algún vehículo, peatón ó algún otro objeto, pinchadura de los

neumáticos, avería del sistema de la dirección, avería de la suspensión, fallas mecánicas en la mayoría de los casos previsibles.

También puede deberse a la pérdida de control de la dirección del vehículo al cruzar algún tope, bache, desnivel, vado, coladera abierta, que existen en el pavimento del arroyo de circulación de vehículos.

#### 4.4.- Volcaduras.

Estas pueden ocurrir dentro de algún arroyo de circulación de vehículos o fuera del mismo, y generalmente se presenta cuando el conductor realiza maniobras indebidas, que pueden ser de frenamiento y direccionales simultáneamente, dando como consecuencia dichas maniobras la salida del camino, aunada con las altas velocidades a que son conducidos los vehículos, presentándose las volcaduras en un costado, de ambos y parte superior.

#### 4.5.- Atropellamientos.

Hay dos tipos de atropellamientos, que son: con peatones y con semovientes (animales) en movimiento o inmóviles.

Con los peatones puede ser en los costados izquierdo o derecho, parte frontal y parte posterior de su cuerpo, y que pueden ocurrir dentro o fuera de los arroyos de circulación de vehículos, también puede ocurrir sobre las banquetas, camellones, acotamientos de las carreteras, zona de seguridad para peatones marcadas sobre el pavimento o alguna otra área destinada o no para el cruzamiento de peatones, como puede ser: vías de acceso controlado con carriles de circulación de altas

velocidades, zonas próximas de puentes elevados de seguridad para el cruzamiento de peatones, que están colocados en algunas vías como: Anillo Periférico, Calzada de Tlalpan, Circuito Interior y algunos Ejes Viales.

En los atropellamientos además de la revisión del vehículo participante, se debe de analizar y estudiar el mecanismo de lesiones del cuerpo del atropellado, ya sea físicamente, en fotografías o por medio de certificados médicos o en su caso en certificados de necropsia cuando fallecen, así como también para determinar sus facultades físicas y mentales al momento de su atropellamiento, es muy importante contar con el dictamen de química forense del análisis de la sangre u orina del atropellado, para con esto establecer si el peatón se encontraba bajo el influjo de alcohol o alguna otra droga, y por lo tanto su estado psico - físico.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.**

### **1.- Desarrollo de la metodología para la determinación de causas de hechos de tránsito terrestre.**

#### **A).- Exposición de los elementos, base de estudio.**

##### **I).- Observación documental.**

1.- Antecedentes.

2.- Constancias.

Reporte de accidente.

Certificados de los estados psico-físicos de los conductores.

Certificados médicos existentes.

Dictámenes periciales existentes.

3.- Declaraciones existentes.

Declaraciones de los conductores.

Declaraciones de testigos presenciales de los hechos.

##### **II).- Observación o inspección ocular del lugar de los hechos.**

1.- Ubicación y fijación del lugar de los hechos.

2.- Descripción de la configuración topográfica del lugar.

3.- Señalización: tipos, características y ubicación

4.- Búsqueda, localización, identificación y ubicación de las evidencias físicas que se generaron en el hecho de tránsito, descripción precisa de sus características.

5.- Condiciones meteorológicas o especiales del lugar.

6.- Levantamiento y embalaje de los indicios físicos para su estudio comparativo y análisis químico en el laboratorio.

7.- Planimetría ( cróquis, gráficas y planos).

8.- Fotografías.

### III).- Revisión física de los vehículos.

1.- Características de lo(s) vehículo(s), marca, modelo, tipo y año de fabricación, color, su(s) estado(s) de uso, conservación y mantenimiento.

2.- Ubicación, tipo y características de sus daños producidos por el hecho de tránsito.

3.- Revisión mecánica en sus sistemas de frenos y dirección, así como el estado de sus neumáticos.

4.- Análisis y estudio de los residuos impregnados en los vehículos tales como: pintura de otros vehículos, manchas hemáticas, residuos de fibras de ropa, etc.

5.- Levantamiento y embalaje de los indicios, para su estudio comparativo y análisis químico en el laboratorio

6.- Diagramas y fotografías.

### IV).- Posición final de los vehículos.

1.- Posición final real de los vehículos.

2.- Ubicación, forma y orientación con respecto a los puntos cardinales o algún punto de referencia que no sea susceptible de cambiar, con respecto a la orientación de la vía de circulación.

En la posición final de los vehículos se pueden establecer algunas técnicas para determinar las causas de un hecho de tránsito, como es el caso del ejemplo específico de la aplicación de la metodología.

## **B).- Estudio y análisis de los elementos técnicos y testimoniales.**

### I).- Estudio y análisis de:

- 1.- Los elementos técnicos obtenidos en la observación del lugar de hechos.
- 2.- La ubicación y características de los daños presentados en los vehículos.

### II).- Estudio y análisis técnico de la posición final de los vehículos.

### III).- Estudio y análisis de las constancias

### IV).- Selección de los elementos obtenidos en el estudio de las constancias, que nos pueden servir de base en la determinación de causas.

### V).- Aplicación entre otras, de las siguientes técnicas :

- 1.- Técnica de las huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos.
- 2.- Técnica de la trayectoria post-colisional seguida de los vehículos y su posición final.
- 3.- Técnica de la fuerza centrífuga hacía el exterior del radio vector de una curva y la velocidad crítica.

## **C).- Consideraciones.**

### I).- Dirección de circulación previa de los vehículos y/o peatones.

### II).- Dinámica de la colisión.



III).- Determinación de la zona de colisión.

IV).- Velocidades de circulación de los vehículos y/o peatones.

**D).- Determinación de causas del hecho de tránsito terrestre.**

**E).- Conclusiones.**

**F).- Avalúo de daños en los vehículos.**

I).- Daños por reparación de sus partes.

II).- Daños por sustitución de sus partes.

III).- Daños mixtos.

**G).- Apoyo técnico.**

I).- Cálculos físico-matemáticos.

II).- Fotografías del lugar y de los vehículos.

III).- Gráficas.

IV).- Diagramas.

V).- Planos.

## **2.- Aplicación de la metodología desarrollada en la elaboración de un dictamen pericial en materia de tránsito terrestre.**

2.1.- Estudio y análisis documental del expediente que se conoce como Averiguación Previa, Partida, etc.

### 2.1.1.- Constancias.

Consiste en el estudio y análisis documental del expediente en todo su contenido, básicamente del parte informativo o reporte de accidente que elabora la Policía Federal Preventiva (PFP) al tratarse de un hecho de tránsito que haya ocurrido sobre una vía de circulación federal, se hayan causado daños a bienes de propiedad federal o que los vehículos ostenten placas de circulación del servicio público federal, también el parte informativo o reporte de accidente elaborado por los agentes de tránsito de algún estado, municipio, denuncia formulada por alguna otra autoridad, etc., certificados médicos de los estados psico-físicos y mecanismos de lesiones de los conductores o peatones, y algunos otros dictámenes periciales de otras áreas de la criminalística.

### 2.1.2.- Declaraciones existentes.

En ésta parte se estudian y analizan todas las declaraciones, de ser necesario se hace un resumen de lo que se considera más importante de las declaraciones de los conductores, acompañantes, peatones y todos aquellos que fueron testigos presenciales de los hechos.

2.2.- Inspección ocular del lugar de los hechos.

### 2.2.1.- Estudio Topográfico del lugar de los hechos.

Configuración topográfica del lugar.- En todos los hechos de tránsito terrestre, lo que primeramente se debe de analizar es la configuración topográfica del terreno, su sentido de orientación, siempre bajo un punto de referencia que no sea susceptible de cambiar, con el auxilio del equipo que para ello se requiera, que podrá consistir en: alguna brújula para su orientación, cintas métricas o marca pasos o alguno otro dispositivo para medir longitudes, áreas, pendientes, ángulos, radios de curvatura etc., accidentes de tránsito que podrán suscitarse en:

- Calles, carreteras en línea recta o curvas, con alguna pendiente ascendente o descendente, curvas a nivel(planas) o con peralte (pendientes transversales de la carretera) de algunas curvas
- Cruceos al tratarse de zonas urbanas, suburbanas o rurales, siendo éstos cuando las arterias son perpendiculares o diagonales entre sí y se cruzan en forma normal.
- Cruceos irregulares. Cuando existen defasamientos de una calle con respecto a otra arteria o vía de circulación de vehículos, con reducción o ampliación de sus dimensiones.
- Carreteras suburbanas, conocidas como libramientos en los grandes poblados, con sus características especiales.
- Vías de acceso controlado con sus características especiales, a las cuales se les denomina de esta manera, en razón de que sus entradas y salidas se encuentran debidamente diseñadas para tal fin, con sus respectivos señalamientos colocados en lugares idóneos.

- Glorietas, que son vías de circulación de forma circular en donde intersectan, desembocan o derivan varias arterias.

Tipo y condiciones del piso.- En los lugares señalados como el de los hechos, además de la configuración topográfica, se tiene que analizar los diferentes tipos de piso, que pueden ser tan variados de acuerdo al material que constituye su conformación, los tipos más comunes son: asfáltico, hidráulico, adoquinado, empedrado, terracería suelta o conformada; y su estado que pueden ser: seco, mojado, limpio o con residuos de algún material líquido o sólido, y su estado de conservación y mantenimiento: bueno, regular, malo.

Visibilidad.- La visibilidad es el campo visual con que cuenta el conductor en el lugar de los hechos, para la conducción de algún vehículo, pudiendo ser este:

Amplio.- Cuando no existe ningún obstáculo que reduzca o impida la visibilidad de un conductor en un ángulo visual de 180 grados, al frente de su circulación

Reducido.- Se presenta cuando debido a la configuración topográfica del lugar, en un cruce al tratarse de zona urbana, las esquinas de las calles son en ángulo recto y carezcan de banquetas o que estas sean muy reducidas; en las carreteras se presenta en curvas muy cerradas a la derecha o a la izquierda, con cerros o taludes muy marcados, una vegetación muy espesa, algún otro obstáculo, curvas verticales conocidos también como “columpios”, también se reducirá la visibilidad, por las condiciones meteorológicas que prevalezcan, pudiendo ser estas: lluvia, neblina, humo por la quema de algún material, tolvaneras, tornados, en la noche la luminosidad artificial deficiente en zonas urbanas o suburbanas.

### 2.2.2.- Señalamientos.

En la mayoría de las vías de circulación, tanto en zonas urbanas como rurales, en carreteras, calles y cruceros, normalmente son colocados diversos tipos de señalamientos, de acuerdo a las necesidades requeridas para cada lugar, mismos que se deben especificar y precisar su tipo así como su ubicación, acotándose con algún punto de referencia al momento de realizarse la inspección ocular.

Los señalamientos más conocidos se dividen en tres grupos :

**a).- Informativos.**

**b).- Preventivos.**

**c).- Restrictivos.**

**a).- Las señales informativas.-** Como su nombre lo indica, son señales que nos informan de la existencia y ubicación próxima de algo como: poblado próximo, gasolinera, parada de autobuses, taller, restaurantes, hospitales, escuelas, zonas militares, retenes de revisión, aduanas, nomenclatura de kilometraje, etc., son de diferentes formas y tamaños, rectangulares y cuadradas, normalmente son de colores, blanco con fondo verde, azul y rosa.

**b).- Las señales preventivas.-** Nos avisan de la existencia próxima de algo que represente un peligro, como son: señales de curvas, cruce de ferrocarril, puente angosto, estrechamiento de la carretera, zona de derrumbes, semáforos, cruce de ganado, vados, etc., y son de forma cuadrada con letras negras y fondo amarillo.

**c).- Las señales restrictivas.-** Estas señales restringen ciertas normas en la conducción de vehículos, tales como: “disminución de velocidad”, “velocidad máxima permitida”, efectuar “alto total”, “ceder el paso”, “sentidos de circulación”, señalamientos que “prohiben la vuelta hacia la izquierda o hacia la derecha”, “de no estacionarse en determinados lugares”, “no uso del claxon”, “no fumar”, etc., son de forma cuadrada y rectángulares con letras negras, algunas veces con líneas negras atravesadas en forma diagonal, excepto las señales de “Alto” que es de forma octagonal con letras blancas y fondo rojo, y la señal de “ceda el paso” que es de forma triangular con letras negras con fondo blanco, limitado en su orilla por una línea roja

### 2.2.3.- Huellas e indicios generados en el accidente.

En la inspección ocular del lugar del siniestro causado por un hecho de tránsito, después de establecer la configuración topográfica y la ubicación de los señalamientos, es necesario e indispensable el acordonamiento del lugar, para resguardar y proteger las evidencias físicas que puedan relacionarse con el hecho que se investiga, posteriormente se procederá a la búsqueda minuciosa de huellas e indicios que se generaron en el evento, que siempre existirán por pequeño que sea un hecho de tránsito, las cuales se deben de identificar, clasificar, ubicar y medir sus dimensiones, acotándose en la zona del evento, algunas de las cuales se deben de recolectar para su estudio e interpretación posterior, refiriéndolas con algún punto de referencia, que no sea susceptible de variar o desaparecer, huellas que pueden consistir en:

a).- Huellas de frenamiento, de arrastre, de desplazamiento y de rodamiento, producidos por los neumáticos de los vehículos participantes.

b).- Fricciones o rayones producidas por cuerpo duro sobre el pavimento, que pueden ser causados por las partes inferiores de los vehículos o algún componente semidesprendido.

c).- Fragmentos de cristales, micas, molduras, esquirlas de pintura y otras partes automotrices de los vehículos involucrados.

d).- Manchas de sangre, residuos de algunas partes del cuerpo humano, manchas de aceite, diesel, líquido de radiador, gasolina, residuos de tierra, etc.

### 2.3.- Revisión física de los vehículos.

#### 2.3.1.- Marca, Modelo, Tipo, Año de fabricación y otras características especiales de los vehículos.

En la revisión física de los vehículos es muy importante, identificar y describir la marca, modelo, tipo, año de fabricación y alguna otra característica especial de los vehículos, que pueden ser: automóvil, autobús, camión, trailer en sus diferentes presentaciones con sus respectivos tipos de semi-remolques que pueden ser de: tipo caja cerrada, jaula, tanque (pipa), tolva, cama-baja para transporte de maquinaria pesada, plataforma, etc., de igual forma con sus marcas, modelos y años de fabricación.

La revisión física de los vehículos participantes, es otro de los puntos más importantes para la determinación de causas que motivaron un hecho de tránsito, revisión que debe efectuarse en todas y cada una de sus componentes, en algunas ocasiones auxiliados por algún especialista en determinada parte de la mecánica automotriz.

### 2.3.2.- Tipo de daños en los vehículos.

Los daños que pueden presentar los vehículos son de diversos tipos, tales como:

Los producidos por cuerpo duro, son los que resultan de la colisión entre dos o más vehículos, algunos en movimiento y otros que pueden estar sin movimiento, y en algunas ocasiones con objetos fijos tales como: postes que comunmente son de concreto o metálicos, muebles urbanos de sostén múltiple, árboles, muros de las casas, bandas metálicas de protección, guarniciones de las banquetas y camellones, puestos de periódicos, etc.

Los producidos por cuerpo blando, son los que resultan del contacto con el cuerpo de alguna persona al ser atropellada o algún semoviente u otro objeto blando, en estos casos es necesario efectuar la búsqueda de la posible impregnación de algún residuo de piel humana o animal, manchas hemáticas, masa encefálica, cabellos, y de alguna fibra textil de ropa. Cuando no son perceptibles o que el vehículo a simple vista no presente daños, ni residuos de ningún tipo en todo el contorno de su carrocería, se realizan rastreos hemáticos en los neumáticos y partes más expuestas a contactos en su circulación (defensas), por lo que se toman muestras de residuos en dichas partes, los cuales se analizarán químicamente, para con ello detectar la posible existencia de sangre o materia orgánica en el vehículo.

### 2.3.3.- Ubicación, intensidad y características de los daños en los vehículos.

En estos casos los daños se deben precisar y ubicar en el contorno de la carrocería del vehículo, especificandose las características y dimensiones de los daños presentados, además de mencionarse las partes afectadas a simple vista.



Características que consisten en; hundimiento o penetración de materiales, corrimientos, deformaciones y desprendimiento de sus componentes. Su ubicación en el contorno de la carrocería del vehículo, parte frontal izquierda, derecha, media o en la totalidad, parte posterior parcial o total, lados izquierdo o derecho, costados izquierdo o derecho, parte superior o inferior al tratarse de salidas del camino o volcaduras, roturas y con posible desprendimiento total o parcial de algunas partes automotrices.

Frecuentemente cuando los vehículos colisionan con sus partes frontales, sus componentes que generalmente más se dañan son: defensa, parrilla, faros delanteros, cofre, micas y cuartos de luz, en su parte inferior algunas componentes del sistema de la dirección o suspensión delantera, se rompen y se desprenden parcial o totalmente.

2.4.- Estructura general de un dictamen pericial de tránsito terrestre con la aplicación de la metodología.

2.4.1.- Exhordio.

El exhordio consiste en asentar el lugar donde se elabora el dictamen, es decir dirección o departamento de alguna institución de gobierno, en donde se hace referencia el número de expediente, la autoridad a que va dirigida, el tipo de intervención, el número de expediente, la Ciudad, al tratarse de un asunto foráneo que proceda de alguna parte de la República Mexicana, la fecha de intervención.

2.4.2.- Antecedentes.

Que consiste en una breve exposición de los hechos, tales como: tipo de accidente, lugar y fecha.

#### 2.4.3.- Constancias y declaraciones.

De ser necesario, exponer el contenido de algunas constancias y un breve resumen de las declaraciones del conductor, acompañantes, peatones y testigos presenciales de los hechos.

#### 2.4.4.- Inspección ocular del lugar de los hechos

La inspección ocular del lugar de los hechos, que implica la configuración topográfica del lugar, los señalamientos existentes y todas las huellas e indicios localizados, generados en el evento, adjuntando los croquis y planos correspondientes, así como fotografías.

#### 2.4.5.- Revisión física de los vehículos y descripción de sus daños.

Aquí se debe especificar, la marca, el modelo, el año de fabricación y el tipo de vehículo, así como el tipo, la ubicación, intensidad y características de sus daños.

#### 2.4.6.- Posición final de los vehículos.

Aquí se debe de precisar y establecer, las trayectorias post-colisionales seguidas y las distancias recorridas de los vehículos hasta sus posiciones finales, con sus orientaciones con respecto al sentido de la vía de circulación.

#### 2.4.7.- La clasificación y mecanismo de lesiones de los conductores o peatones (al tratarse de atropellamientos), su declaración y su estado psico – físico.

Se deben de describir el tipo y la ubicación de las lesiones en el contorno del cuerpo con que resulta el peatón, con base a los certificados médicos o

certificados de necropsia al tratarse de cadáveres, y de igual forma su posición final en la vía de circulación.

#### 2.4.8.- Estudio de los elementos.

Aquí se estudian todos los elementos recabados y aportados en el expediente, y se aplican o se hacen referencia las técnicas correspondientes según sea el caso.

#### 2.4.9.-Consideraciones.

En éstas, con base al estudio amplio y un análisis minucioso de los elementos técnicos, mismos que después de una interpretación lógica y objetiva, y después de los resultados obtenidos con base al método científico de las evidencias físicas que se generaron en el hecho de tránsito, se corroboran o desvirtúan algunas de las declaraciones existentes; es como se vierten las consideraciones en el siguiente orden y bajo los siguientes subtítulos:

I.- Dirección de circulación previa de los vehículos y/o peatones al tratarse de atropellos. Su procedencia y dirección, así como el nombre de los conductores.

#### II.- Dinámica de la colisión o atropellamiento

Aquí se debe de establecer la forma de la colisión, precisándose las partes con que efectuaron contacto los vehículos, su origen y dirección y también las trayectorias que siguieron después de la colisión hasta su posición final, así como las partes del cuerpo del peatón en donde recibió el contacto.

### III.-Determinación de la zona de colisión.

Con base al análisis técnico de las huellas e indicios localizados en el lugar y la ubicación de los daños presentados en el vehículos, así como la aplicación de las técnicas correspondientes, se establece la zona de colisión

### V.- Velocidades de circulación de los vehículos.

La velocidad de los vehículos se determinará efectuando los cálculos, tomando como base la longitud de las huellas de frenamiento, de desplazamiento, de rodamiento, empleándose para ello las leyes de la física y las matemáticas con las fórmulas correspondientes. Cuando no existan en el lugar de los hechos algunas de las huellas citadas que nos permita determinar técnicamente las velocidades, estas se deducirán o se estimarán en forma aproximada, con base a la intensidad y características de los daños presentados en los vehículos.

### Velocidades de circulación de los peatones.

La rapidéz con que se desplazan los peatones, sobre los arroyos de circulación tiene gran importancia, para el desarrollo de los cálculos físico-matemáticos, para con ello determinar si un conductor estuvo en condiciones de evitar el atropellamiento, por lo que para ello se toman en cuenta tres formas de desplazamientos del peatón, caminando, paso apresurado y corriendo.

### 2.4.10.- Determinación de causas.

#### Determinación de causas de una colisión.

Se deducen y establecen las causas determinantes de una colisión, tomando como base los elementos técnicos recabados en la inspección ocular del lugar

de los hechos y en la revisión física de los vehículos participantes. Comúnmente se realizan los cálculos físico-matemáticos correspondientes, donde se aplicarán los conceptos de ingeniería que para ello se requieran. Con los elementos técnicos citados, se corroboran o desvirtúan algunas declaraciones existentes y los reportes de la policía federal preventiva o alguna otra autoridad que haya aportado alguna opinión sobre las causas que originaron el hecho de tránsito.

#### Determinación de causas de los atropellamientos.

En este tipo de hechos es de suma importancia establecer, la velocidad a la que circulaba cada uno de los vehículos y el desplazamiento de los peatones, las distancias recorridas de los peatones en el arroyo de circulación y dentro del campo visual de los conductores, para con ellos determinar en base a cálculos matemáticos, si un conductor de vehículo estuvo en condiciones de evitar el atropellamiento, con base a los tiempos que todo conductor requiere, en éste caso se aplican los siguientes tiempos: tiempo de frenamiento y es el que transcurre en la distancia de frenamiento hasta la detención total del vehículo, mismo que esta en función de la velocidad a que circulaba, el tiempo de percepción, es el que transcurre al percatarse el conductor de la presencia del peatón, y el tiempo de reacción, el que transcurre al aplicar los pies hacía el pedal de frenos.

Además de la revisión del vehículo, es también muy importante el análisis del mecanismo de lesiones del cuerpo del atropellado, ya sea físicamente, en fotografías o por medio de certificados médicos y en su caso con certificados de necropsia cuando las lesiones que resultan del atropellamiento causan la muerte al peatón.

Como elementos técnicos que también sirven de base en la determinación de causas de un atropellamiento, son los lugares del atropellamiento, la

existencia o no de zonas de seguridad para cruzamiento de peatones, que pueden ser puentes elevados, en algunas vías de intensa circulación de vehículos con carriles de altas velocidades, como lo son: el Anillo Periférico, Calzada de Tlalpan, Circuito Interior y otras.

Se analizan y se valoran las declaraciones de no existir otros elementos de carácter técnico.

De igual forma aquí también se analiza minuciosamente el reporte de accidente de la policía municipal, estatal o federal preventiva, el cual se corrobora o se desvirtúa con los elementos técnicos que sirvieron de base en la determinación de causas.

#### 2.4.11.- Conclusiones.

En ésta parte de la estructura se emite una opinión técnica a la autoridad que la solicita, y se especifica y precisa en forma concreta las causas determinantes que direon origen al desarrollo del hecho de tránsito que se esta investigando, indicándose cuántos y cuales de los conductores de los vehículos participantes incurrieron en determinadas conductas no permitidas para la conducción normal de un vehículo, que se establecen en ciertas normas legales o en los artículos del reglamento de tránsito, municipal, estatal o de carreteras federales, en algunas ocasiones se transcribirá parte de dichos artículos, cuando el caso así lo requiera.

#### 2.4.12.- Avalúo.

Esta parte de la estructura de un dictamen se considera muy importante, dado que con el avalúo de daños con que resultaron los vehículos, en algunas ocasiones la autoridad correspondiente tomará como base para establecer o fijar la cantidad de fianza o caución, con el cual

algún conductor podrá obtener su libertad provisional, fianza que garantizará los daños o lesiones que se causaron a terceros en el siniestro.

Para emitir el avalúo de daños de un vehículo se debe de tomar como base, el tipo, marca, modelo, y año de su fabricación de un vehículo, su procedencia nacional o extranjera, condiciones de uso y conservación en todos sus componentes, con los datos anteriores se cotiza en el mercado de todas y cada una de las piezas dañadas que se describen en la revisión de vehículo, piezas que se tengan que reparar ó sustituir y el costo de mano de obra en los talleres idóneos de la sustitución o reparación de las partes que tengan que ser reparadas. Es recomendable determinar el avalúo en forma aproximada, dado que los costos varían frecuentemente en diferentes lugares y fechas.

#### 2.4.13.- Apoyo técnico.

En esta parte del dictamen se aportan los cálculos efectuados, diagramas, croquis, planos, exposiciones fotográficas, el resultado de las pruebas químicas y metalúrgicas, así como dictámenes periciales de otras áreas de la criminalística, etc.

## **CAPITULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLADA, EN LA DETERMINACIÓN DE CAUSAS EN UN CASO ESPECÍFICO.**

Debido a la gran variedad de hechos de tránsito terrestre, se tomará como ejemplo uno de los más comunes que ocurren en las carreteras de nuestro país; tomando el papel como perito oficial de la Procuraduría General de la República.

### **1.- Invasión de carril contrario de circulación.**

La invasión de carril contrario de circulación por parte de algunos de los vehículos, es muy frecuente en las carreteras con circulación para ambos sentidos y consiste en colisión frontal entre dos vehículos, en donde se aplicarán los siguientes métodos y técnicas:

- 1.1.- Técnica de las huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos.
- 1.2.- Técnica de la trayectoria post-colisional seguida de los vehículos y su posición final.
- 1.3.- Técnica de la fuerza centrífuga hacia el exterior del radio vector de una curva y la velocidad crítica.

La aplicación de la metodología desarrollada en la elaboración de un dictamen pericial en materia de tránsito terrestre, se puede observar en el siguiente ejemplo: que se podría ser en la Procuraduría General de la República o en cualquier otra institución de procuración o impartición de justicia.

### **2.- Ejemplo de aplicación de la metodología:**



PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA  
SUBPROCURADURÍA DE COORDINACIÓN DE PLANEACIÓN,  
DESARROLLO E INNOVACIÓN INSTITUCIONAL.

DIRECCIÓN GENERAL DE COORDINACIÓN  
DE SERVICIOS PERICIALES.  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INGENIERÍAS  
Y ESPECIALIDADES TÉCNICAS.

DEPARTAMENTO: TRÁNSITO TERRESTRE  
NÚMERO FOLIO:  
NÚMERO DE EXP.:

ASUNTO: SE RINDE DICTAMEN.

México, D.F., a \_\_\_\_ de febrero de 2006.

**Licenciado:**

\_\_\_\_\_  
Agente del Ministerio Público de la Federación  
Titular de la Mesa \_\_\_\_\_  
Subdelegación de Procedimientos Especiales.  
P r e s e n t e .

El que suscribe perito oficial en materia de tránsito terrestre, designado para intervenir en el expediente al rubro citado, se permite informar lo siguiente:

Atento a su solicitud con número de oficio \_\_\_\_\_, recibida en ésta Dirección General, en fecha \_\_\_\_\_ del mes de febrero del año en curso, en donde solicita la designación de peritos en materia de tránsito terrestre, es como después de enterarse del contenido de la misma, procedo a rendir el siguiente:

## DICTAMEN TÉCNICO DE LAS CAUSAS QUE ORIGINARON LA COLISIÓN.

En el presente dictamen pericial en materia de hechos de tránsito terrestre se aplicara la metodología desarrollada en la de determinación de causas, como se describe a continuación:

### A.- EXPOSICION DE LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES. PARA LA DETERMINACION DE CAUSAS DE LA COLISION.

#### **I.- Observación documental.**

- 1.- Antecedentes.
- 2.- Constancias y Actuaciones
  - 2.1.- Reporte de accidente de la Policía Federal Preventiva.
  - 2.2.- Fe ministerial de las diligencias efectuadas..
- 3.- Declaraciones existentes.

#### **II.- Observación e inspección ocular del lugar de los hechos.**

- 1.- Ubicación y descripción general de la configuración del lugar de los hechos.
- 2.- Visibilidad y condiciones especiales.
- 3.- Señalamientos de tránsito.
- 4.- Huellas e indicios localizados en el lugar.
- 5.- Planimetría.
- 6.- Fotografías del lugar.

#### **III.- Revisión física de los vehículos involucrados.**

- 1.- Automóvil marca Volkswagen con placas de circulación 886-CYG
  - 1.1.- Características físicas.
  - 1.2.- Ubicación, tipo y características de los daños producidos por colisión en contra del omnibús..
  - 1.3.- Daños producidos por colisión en contra de objetos fijos.

- 2.- Omnibús marca Masa con placas de circulación 463-AB.
  - 2.1.- Características físicas.
  - 2.2.- Ubicación, tipo y características de los daños producidos por colisión con el automóvil.
- 3.- Gráficas y fotografías de los dos vehículos.

#### **IV.- Posición final de los vehículos.**

Ubicación, forma y orientación con respecto a los puntos cardinales.

### **B.- ESTUDIO Y ANALISIS DE LOS ELEMENTOS TECNICOS Y TESTIMONIALES.**

#### **I.- Estudio y análisis técnico de:**

- 1.- Estudio de los daños presentados en los vehículos.
- 2.- Estudio de las huellas e indicios generados en la colisión.
- 3.- Selección de los elementos que nos permitan determinar las causas que dieron origen a la colisión.
- 4.- Estudio y análisis técnico de las declaraciones y del reporte de accidente de la policía federal preventiva.
- 5.- Aplicación de las técnicas correspondientes.

### **C.- CONSIDERACIONES.**

#### **I.- Dirección de circulación previa de los vehículos.**

#### **II.- Dinámica de la colisión.**

#### **III.- Determinación de la zona de colisión.**

#### **IV.- Velocidades de circulación de los vehículos.**

### **D.- DETERMINACION DE CAUSAS QUE ORIGINARON LA COLISION.**

### **E.- CONCLUSIONES.**

### **F.- AVALUO DE DAÑOS EN LOS VEHICULOS.**

**H.- APOYO TECNICO.**

**I.- Memoria de cálculos.**

**II.- Fotografías del lugar de los hechos, de los daños en los vehículos y de la posición final del automóvil.**

**III.- Gráficas.**

**IV.- Planos ilustrativos.**

De acuerdo con éste orden se procede a detallar los puntos antes citados.

## A.- EXPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA DETERMINACION DE CAUSAS DE LA COLISION.

### I.- Observación documental.

#### *1.- Antecedentes.*

El hecho que se investiga, consiste en colisión frontal entre dos vehículos en circulación por invasión de carril contrario de circulación, los cuales se desplazaban en sentidos opuestos, ocurrió aproximadamente a las 15:10 horas del día 5 de Mayo del año en curso, en el kilómetro 236.100 de la carretera (150-D), México-Veracruz, en el tramo: Magueyes-Maltrata, interviniendo en el mismo los siguientes vehículos:

- a).- Automóvil marca Volkswagen tipo caribe modelo 1985, con placas de circulación 463-CYG, el cual era conducido por PEDRO GARCÍA GARCÍA.
- b).- Omnibus marca Masa Somex, modelo 1985, con placas de circulación 463-AB, conducido por JUAN LÓPEZ LÓPEZ.

Con motivo de esta colisión, resultaron dañados los dos vehículos involucrados y la carretera en su banda metálica de contención, se generaron huellas e indicios en el lugar, y resultaron los tres ocupantes del automóvil Volkswagen con lesiones que les causaron la muerte.

#### *2.- Constancias y actuaciones oficiales.*

##### *2.1.-Reporte de accidente de la policía federal preventiva.*

El reporte de accidente de la policía federal preventiva, en su párrafo titulado “Investigaciones y Causas Determinantes” , menciona lo siguiente:

“Transitaba el vehículo (1)ómnibus, de oriente a poniente con dirección a México, en vía de dos carriles con circulación en ambos sentidos, en curva ascendente

cerrada hacía la izquierda, efectuando su conductor maniobra de adelantamiento con tránsito en sentido opuesto, motivo que originó chocara con su ángulo delantero derecho contra la parte media frontal del vehículo (2) Automóvil Volkswagen que transitaba con dirección a Veracruz, quedando finalmente el vehículo (1) paralelo al eje del camino y el vehículo (2) transversal al eje del camino”.

En el reporte de accidente se anexa un croquis que establece la forma de contacto entre los dos vehículos, observándose que el ómnibus invade el carril contrario de circulación, y además ubica al automóvil en su posición final sobre el carril norte con su frente dirigido hacía el sureste y el ómnibus al poniente del automóvil, sobre el mismo carril norte con su frente dirigido hacía el poniente, indicándose además que la carretera presentó daños en la banda metálica de contención.

## 2.2.- Fe Ministerial.

EL ministerio público del fuero común de Orizaba, Ver., en su inspección ocular indica: que se trasladó con las formalidades legales a la autopista Orizaba - Puebla, tramo: Maltrata – Magueyes, a la altura del kilómetro 236.100, en donde da fé de lo siguiente:

“Sobre el carril derecho pegada a la banda de protección, con su frente señalando hacía el oriente, una camioneta Volkswagen Caribe color blanco con placas de circulación 886-CYG, en su interior se encuentran dos personas sin vida, en el asiento delantero una persona del sexo femenino, del asiento posterior sobre el lado derecho fue rescatado el cuerpo de un menor; el automóvil Volkswagen Caribe está totalmente destruido, el golpe principal se le aprecia en la parte delantera del lado derecho; se encuentran presentes los CC. Jorge Sánchez Velázquez y Felipe Hernández Mimendi, sub-oficiales de la Policía Federal Preventiva, quienes informan al personal actuante que éste accidente ocurrió aproximadamente a las 15:00 horas, que en esos momentos llovía, que al autobús

Masa con placas de circulación 463-AB, se le aprecia sumida la salpicadera y defensa delantera del lado derecho “.

### *3.-Declaraciones existentes.*

El conductor JUAN LÓPEZ LÓPEZ del ómnibus marca Masa Somex con placas de circulación 463-AB, manifiesta en su declaración que el día de los hechos conducía su vehículo sobre la carretera 150-D, en dirección de oriente a poniente procedente de la Cd. de Veracruz y con destino a la Cd. de México, a una velocidad del orden de los 60 km/h., y sobre su carril derecho de circulación, cuando de repente un automóvil pequeño, en forma intempestiva le invadió su carril de circulación, no pudiendo evitar el hecho por la forma tan rápida como ocurrió el hecho.

## **II.- Observación del lugar de los hechos.**

### *1.-Panorama general y descripción del lugar de los hechos.*

La carretera nacional (150-D) México - Veracruz, tramo: Magueyes - Maltrata en las proximidad del kilómetro 236.100, tiene un trazo topográfico en forma de curva horizontal con radio de 250 metros y su centro de curvatura al sur, ésta curva presenta una pendiente descendente del 3 % respecto a la orientación de poniente a oriente, de la Ciudad de México hacia la Ciudad de Veracruz, y se constituye por un arroyo de circulación de 7.00 metros de ancho, delimitado por dos líneas blancas continuas, con acotamientos en ambos lados de 1.30 metros de ancho, consta de dos carriles divididos en la parte media por dos líneas, una blanca continua del lado sur y otra amarilla discontinua del lado norte, tránsito permitido para circulación de vehículos predominantemente de oriente a poniente con rumbo

a la Ciudad de México y de poniente a oriente con rumbo a la Ciudad de Veracruz, el piso de concreto asfáltico en buen estado de conservación.

En el sitio donde ocurrió la colisión, kilómetro 236.100, el arroyo de circulación tiene un peralte del 3 % descendente al sur. Observándose que en el límite norte de la carpeta asfáltica y hacía el oriente del kilómetro antes citado, la carretera se encuentra limitado por una banda metálica de contención, y al norte de ésta existe un terreno en declive con piso cubierto de tierra y pasto. Al poniente del punto de inicio de la banda de protección, se observa un camino vecinal con piso de terracería, que continúa hacía el norte, dando acceso a casas rústicas ubicadas en ese lugar, al poniente de éste camino y lado norte de las carretera existe una cuneta en forma de “V” de 1.50 metros de ancho, y al norte de ésta zona el terreno cuenta con una pendiente ascendente al norte, con piso de tierra cubierta de pasto.

Por otra parte, del lado sur y frente al camino de terracería citado con anterioridad, limita la carretera al sur un tramo de banda metálica de contención de 12.00 metros de longitud y tanto al oriente como al poniente existen en la orilla sur de la cinta asfáltica, postes de alineamiento de concreto “fantasmas” y un terreno a desnivel con piso de tierra cubierto de pasto, al sur de éstos a todo lo largo de la curva, se observan postes de concreto sostén de cables conductores de energía eléctrica y alumbrado público.

En el plano número 1 (de la página 120) se observan las características generales del tramo de carretera en el que se produjo la colisión.

## *2.- Señalamientos de tránsito.*

Tanto para los vehículos que se aproximan a la curva en dirección predominante de oriente a poniente con rumbo a la Ciudad de México, como para



los vehículos que a su vez se aproximan a esta curva en dirección predominante de poniente a oriente con dirección a la Ciudad de Veracruz, existen antes de llegar a la misma, señalamientos preventivos a ambos lados de la carretera, que indican la proximidad, orientación y características de la curva.

### *3.- Huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos.*

Desde el punto en donde se inicia la banda metálica de contención que limita la carretera del lado norte, aproximadamente a 13.20 metros al oriente y del lado norte del carril con tránsito permitido de oriente a poniente con rumbo a la Ciudad de México, se inicia una mancha de aceite y tierra que cubre una área irregular de 1.42 x 8.00 metros con trayectoria hacía el poniente, en el carril norte de 1.42 metros de ancho, para terminar en una extensión aproximada de 8.00 metros; al poniente de ésta mancha, se observa en una área irregular de 5.20 metros de longitud por 2.44 metros de ancho y que incluye el acotamiento norte y parte del carril del mismo lado, indicios consistentes en derrame de tierra, aceite, combustible y fragmentos de carrocería, en los que se observa escurrimientos de materiales de norte a sur, zona que refleja la posición final que guardaba el automóvil con placas 886-CYG; y al norte de ésta área, se localizó una fricción de pintura de color blanca ( perteneciente al color del automóvil) sobre la cara sur de la banda metálica de protección norte.

En el plano 2 (de la página 121), se ilustran las huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos.

### *4.- Visibilidad.*

Como se observa en las fotografías, al ingresar a la curva, el campo visual para el conductor del automóvil Volkswagen Caribe era amplio a todo lo largo de la

curva, dado que la tierra y paso no constituye un obstáculo a la visión; las condiciones del campo visual para el conductor del ómnibus Masa eran similares. Todo lo antes expuesto se puede observar en las fotografías de la 1 a la 12.

Para ambos conductores, la iluminación natural era regular, ya que el hecho ocurrió aproximadamente a las 15:00 horas y su visibilidad se encontraba restringida por la lluvia que en ese momento prevalecía sobre la carretera donde ocurrió la colisión.

#### *5.- Condiciones especiales.*

En lo que se refiere a las condiciones especiales, se tiene que para el automóvil Volkswagen, que se desplazaba sobre un tramo de carretera en forma de curva a su derecha con pendiente descendente, actuaba sobre el mismo una fuerza centrífuga generada por su trayectoria semicircular, su masa y su velocidad, la cual tenía una resultante hacía la izquierda del vehículo, impulsándolo hacía el carril de circulación contraria (hacía el carril norte con tránsito permitido de oriente a poniente con rumbo a la Ciudad de México), así mismo el ómnibus Masa, que transitaba sobre un tramo de carretera en forma de curva a su izquierda con pendiente ascendente, la fuerza centrífuga tenía resultante hacía el derecha del vehículo, impulsándolo hacía afuera de la carretera del lado norte.

En la memoria de cálculos anexa a este dictamen, se determina la velocidad máxima a que podía desplazarse un vehículo, sin sufrir desplazamiento lateral, bajo condiciones en las que se suscito la colisión, y en la sección de apoyo técnico, se anexan los planos y fotografías.

### **III.- Revisión física de los vehículos.**

#### *1.-Automóvil marca Volkswagen tipo Caribe.*

##### 1.1.- Características físicas.

El automóvil marca Volkswagen tipo caribe año-modelo 1985, con placas de circulación 886-CYG de color blanco y de cuatro puertas, con capacidad para 5 pasajeros, presenta las bandas de rodamiento de sus cuatro neumáticos con desgaste mayor a la mitad de profundidad de su dibujo, con mayor desgaste la delantera derecha, las dimensiones básicas de ésta unidad son las siguientes:

Largo = 3.86 m.

Ancho = 1.61 m.

Alto = 1.41 m.

Peso bruto del vehículo = 1030 kg.

1.2.- Ubicación, tipo y características de los daños producidos por colisión con el omnibús.

Como resultado de su colisión con el ómnibus Masa, éste automóvil presentó daños en toda su parte frontal y todo el costado derecho, con características de hundimiento de materiales de adelante hacía atrás con corrimiento de izquierdo a derecha, la penetración de materiales se inicia en toda su parte frontal de adelante hacía atrás, posteriormente continua con dirección diagonal de adelante hacía atrás y de izquierda derecha, para terminar en el costado posterior derecho del automóvil, con desplazamiento de sus componentes estructurales hacía afuera del costado derecho.

Las partes básicas afectadas en el frente son: defensa, parrilla, cofre, salpicaderas, unidades de luz, suspensión, dirección, motor; en el costado derecho: puertas, cristales, y costado de carrocería, el costado izquierdo descuadrado y abombado.

### 1.3.- Daños producidos por colisión contra la banda metálica de contención.

Presentó daños de mediana intensidad en su vértice posterior izquierdo, con características de hundimiento de materiales en forma diagonal, de atrás hacia adelante y de izquierda a derecha, afectando: defensa, calavera, salpicadera. Los daños del vehículo se pueden apreciar en las fotografías de la 13 a la 18.

## 2.- *Omnibus marca Masa Somex.*

### 2.1.- Características físicas.

Ómnibus marca Masa Somex año-modelo 1985, diseñado y utilizado para transporte foráneo de pasajeros; de colores naranja, blanco y negro; sus dimensiones básicas son las siguientes:

Largo = 11.00 m.

Ancho = 2.50 m.

Alto = 3.30 m.

Peso bruto del vehículo = 16.000 kg.

2.2.- Ubicación, tipo y características de los daños producidos por colisión con el automóvil.

Como producto de la colisión, este ómnibus resultó con daños en su parte frontal media y derecha, con características de hundimiento de materiales de adelante hacia atrás y corrimiento de los mismos de izquierda a derecha, la penetración de materiales se inicia en el frente medio derecho, continuando con dirección diagonal de adelante hacia atrás y de izquierda a derecha, dañando la parte inferior delantera y el costado delantero derecho de esta unidad.

Afectando las siguientes partes básicas: lienzos de lámina de aluminio del frente, tapa de porta - llantas y estructura de la misma, defensa delantera con sus secciones media y derecha, faros derechos, biseles, tolva, bastidor, puerta de acceso, estribo, lámina del costado delantero derecho, cuarto de luz direccional delantero derecho. Los daños de éste vehículo se pueden apreciar en la fotografías de la 19 a la 22.

Se anexan gráficas y fotografías de las dimensiones y daños de los dos vehículos

#### **IV.- Posición final de los vehículos.**

La posición final que guardaban los vehículos después de la colisión es como se observa en las fotografías 13 y 14 (página 115), que se anexan a este dictamen, la cual se corrobora con el reporte de accidente rendido por la policía federal preventiva; después de la colisión los vehículos quedaron en la siguiente forma:

El automóvil Volkswagen Caribe se detuvo sobre el acotamiento y carril norte el cual tiene sentido de circulación para vehículos de oriente a poniente únicamente, con rumbo a la Ciudad de México, con su frente en dirección al sureste y con su vértice posterior izquierda efectuando contacto con la banda metálica de contención que limita la carretera del lado norte, encontrándose este vehículo sobre el centro de una área de 5.20 metros de longitud por 2.44 metros de ancho de indicios de derrame de tierra, aceite, combustible y fragmentos de carrocería.

Por otra parte, la posición final del ómnibus Masa lo fue a 10.00 metros al poniente del sitio en que se encontró el automóvil, sobre el carril norte (su carril correspondiente de circulación) y con su frente dirigido hacía el poniente.

En el plano número 4( de la página 123) se ilustra la posición final en donde se detuvieron los vehículos después de la colisión.

**B).- ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS TÉCNICOS Y TESTIMONIALES.**

**I).- Estudio y análisis técnico de las huellas e indicios producidos en la colisión.**

*1).- Estudio de los daños que presentaron los vehículos.*

Después de analizar los daños con que resultaron los vehículos después de la colisión, se determina que estos se produjeron de la siguiente manera:

Inicialmente se produce una colisión frontal, teniendo contacto toda la parte frontal del automóvil Volkswagen Caribe, en contra de la parte frontal media y derecha del ómnibus Masa como se observa en los diagramas 1 y 2 ( de la página 107).

Posteriormente, al continuar el ómnibus Masa con su trayectoria hacía el poniente, desplaza hacía atrás y hace girar al automóvil Volkswagen aproximadamente 50 grados en sentido horario, penetrando el vértice delantero derecho del ómnibus, en la parte frontal media y derecha del automóvil con trayectoria de adelante hacía atrás y de izquierda a derecha, hasta finalizar en el costado posterior derecho del automóvil (diagrama #3, página108 ), después los vehículos se separan entre sí. Al ser desplazado hacía atrás y hecho girar, el automóvil Volkswagen efectúa contacto con su vértice posterior izquierdo, en la banda metálica de protección que limita la carretera del lado norte en este lugar, contacto que restringe su giro y provoca que la intensidad de daños con que resultó, sea mayor al ser comprimido en contra de la mencionada banda metálica de protección (Diagrama No. 4 página 108).

Se anexan diagramas esquemáticos que ilustran la forma en que se produjeron los daños en los vehículos.

*2).- Estudio de las huellas e indicios localizados.*

En su posición final, el automóvil Volkswagen, genera el área irregular de 5.20 metros de longitud por 2.44 metros de ancho, indicios de tierra, aceite, combustible y fragmentos de carrocería, con escurrimiento de materiales de norte a sur; en función de lo anterior y tomando en cuenta las trayectorias de aproximación a la zona de colisión de ambos vehículos y su posición final, se establece que la mancha producida por derrame de tierra y aceite que se inicia 13.20 metros al oriente de donde principia la banda metálica de protección, mancha que continua hacia el poniente con ancho aproximado de 1.42 metros y que termina con extensión de 8.00 metros, se produjo durante el primer contacto vehicular y en el desplazamiento post-colisional del automóvil Volkswagen.

*3).- Intervencion de la fuerza centrífuga.*

Por la configuración topográfica de la carretera, curva hacia la derecha y en pendiente descendente en dirección predominante hacia el oriente con rumbo a la Cd. de Veracruz, actuaba sobre la misma, una fuerza centrífuga con resultante hacia la izquierda (exterior de la curva), por lo que en el automóvil Volkswagen al desplazarse en esa dirección actuaba sobre el mismo dicha fuerza, generada por su trayectoria circular, su masa y velocidad; la cual tenía una resultante hacia la izquierda del vehículo, impulsándolo hacia el carril contrario con tránsito vehicular que corresponde al sentido de circulación de oriente a poniente; por su parte también sobre el ómnibus Masa al circular en curva a su izquierda con pendiente ascendente, la fuerza tenía una resultante hacia la derecha del vehículo, impulsando a dicho ómnibus hacia fuera de la carretera del lado norte.

Los efectos de ésta fuerza centrífuga fueron incrementados al ocurrir el accidente, debido a que la superficie de rodamiento se encontraba mojado por la lluvia, con lo que se disminuyó el coeficiente de fricción lateral, y la velocidad a la que podía circular un vehículo en ésta curva sin sufrir desplazamiento lateral, era menor que la máxima crítica con el piso seco, en las fotografías se observan las condiciones que presenta este tramo de carretera al encontrarse con la superficie de rodamiento mojado.

## **II).- Estudio y análisis del reporte de accidente de policía federal preventiva.**

*Análisis.-* Al analizar minuciosamente el reporte de accidente, se observa inicialmente que la maniobra de adelantamiento por parte del ómnibus Masa de la que hace mención, no se corrobora técnicamente, dado que como se ha demostrado en el cuerpo de este dictamen, la zona de la carretera en la que se produjo la colisión, se ubica sobre el carril norte, el cual tiene tránsito permitido de oriente a poniente con rumbo a la Ciudad de México; la determinación de esta zona de colisión se basa en los siguientes factores:

1.- Como se observa en las fotografías, las cuales fueron tomadas muy poco tiempo después de producida la colisión y cuando todavía el automóvil Volkswagen Caribe se encontraba en su posición final original; los fragmentos de tierra que se desprendieron de las partes internas inferiores de los vehículos durante la colisión, mismos que se depositaron únicamente en el lado norte del carril del norte y con trayectoria de oriente a poniente, esta área de la superficie de rodamiento con impregnación de tierra, refleja la trayectoria post-colisional seguida por ambos hasta que se separan entre sí.



2.- La posición final de ambos vehículos, el automóvil Volkswagen sobre el acotamiento y carril norte, con su frente en dirección al sureste y con su vértice posterior izquierdo sobre la banda metálica de contención que limita la carretera del lado norte en este lugar, y el ómnibus Masa 10 metros al poniente del automóvil, sobre el carril norte (su carril correspondiente de circulación) y con su frente dirigido hacia el poniente.

3.- Las características de los daños con que resultaron ambos vehículos, las cuales indican que después de la colisión frontal, el automóvil es desplazado hacia atrás y hecho girar en sentido horario simultáneamente, lo cual ocasiona que este automóvil efectúe contacto con su vértice posterior izquierdo con la banda metálica de contención, limitándose su giro y ocasionándose la penetración del vértice delantero derecho del ómnibus, en la parte frontal media y derecha, así como todo el costado derecho del automóvil, con trayectoria de adelante hacia atrás y de izquierda a derecha.

Con los puntos antes descritos, se desvirtúa totalmente la dinámica de la colisión mencionada en el reporte de accidente, dado que de haberse producido la colisión sobre el carril sur como se indica en el mismo, por el ancho del arroyo de circulación y acotamientos, así como la longitud del automóvil, este habría continuado su giro en sentido horario, disminuyendo así su penetración de materiales que sufrió en su sección delantera y media derecha.

Así mismo, en el reporte de accidente en estudio se indica que la colisión vehicular se produce entre el vértice delantero derecho del ómnibus, en contra de la parte frontal media del automóvil, lo cual es totalmente erróneo, dado que como se observa en las fotografías, la colisión se inicia entre toda la parte frontal del automóvil y la parte frontal media y derecha del ómnibus.

Es importante hacer notar, que la posición final que se marca en el reporte de accidente para el automóvil volkswagen no se encuentra apegada a la realidad ya que lo ubican ocupando todo el carril norte, y como se observa en las fotografías, este vehículo quedó en su posición final real sobre el acotamiento norte e invadiendo sólo parcialmente el carril del lado norte.

*Resultado del análisis.-* Como resultado del análisis del reporte de accidente rendido por la policía federal preventiva, se tiene que el mismo no se encuentra apegado a la realidad de como ocurrió el accidente, en virtud de que ubica la zona de colisión en el lugar erróneo y no se tomaron en cuenta para su elaboración las características de daños, las huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos y la posición final que guardaban los vehículos en forma real.

Con lo anterior y tomando en cuenta todos los elementos técnicos aportados, y después de un análisis y estudio minucioso de los mismos, es como procedemos a formular las siguientes:

#### C).- CONSIDERACIONES.

##### **I).- Dirección de circulación previa de los vehículos.**

Los vehículos en su aproximación a la zona de colisión, circulaban en direcciones opuestas como así lo prueba el hecho de que colisionaron con sus frentes, circulando como se indica a continuación:

El automóvil Volkswagen, conducido por PEDRO GARCÍA GARCÍA, circulaba sobre un tramo de carretera con pendiente descendente, en dirección de

poniente a oriente con rumbo a la Ciudad de Veracruz, aproximándose en su circulación a una curva cerrada hacía su derecha.

El ómnibus conducido por JUAN LÓPEZ LÓPEZ, circulaba sobre un tramo de carretera con pendiente ascendente, en dirección de oriente a poniente rumbo a la Ciudad de México, aproximándose en su circulación a una curva cerrada a su izquierda.

Posteriormente al ingresar al tramo curvo, ambos vehículos se ven sometidos a una fuerza centrífuga con resultante en dirección norte, la cual actúa sobre el automóvil impulsándolo hacía el carril de circulación contraria y en el ómnibus impulsándolo hacía fuera de la carretera del lado norte; los efectos de esta fuerza centrífuga se incrementaron dado que cuando ocurrió el hecho, el piso se encontraba mojado por la lluvia, con lo que se disminuyó el coeficiente de fricción lateral entre el hule de los neumáticos y la superficie de asfalto sobre la que se desplazaban.

La trayectoria de aproximación a la zona de colisión de ambos vehículos se aprecia en el plano número 3 (página 122).

## **II).- Dinámica de la colisión.**

Después de circular en la forma y direcciones antes descritas, cuando ambos vehículos ya se encontraban sobre el tramo de carretera en forma de curva (curva cerrada a la derecha para el automóvil y a la izquierda para el ómnibus), se produce la colisión inicialmente entre la parte frontal del automóvil y la parte frontal media y derecha del ómnibus; posteriormente el ómnibus por su notable mayor masa, desplaza hacia atrás al automóvil una distancia del orden de 13.00 metros, haciéndolo girar en sentido horario un ángulo aproximado de 50 grados, causando con esto que el vértice posterior izquierdo del automóvil efectúe contacto contra la

banda metálica de contención que limita la carretera al norte en este lugar; simultáneamente a lo anterior, se produce la penetración de materiales del vértice delantero derecho del ómnibus en la parte frontal media y derecha así como el costado delantero y medio derecho del automóvil, para finalmente separarse ambos vehículos y detenerse, el automóvil del lado norte de la carretera con su frente hacia el sureste y con el vértice posterior izquierdo efectuando contacto en la banda metálica de contención, y el ómnibus sobre el carril norte con su frente dirigido hacia el poniente, habiendo recorrido 10 metros después de separarse del automóvil.

Durante el desarrollo de esta colisión, se produce el desprendimiento de tierra de las partes inferiores internas de los vehículos, tierra que se deposita sobre la superficie de rodamiento del lado norte del carril del mismo lado, así como desprendimiento de fragmentos metálicos y vidrios que se localizaron sobre el carril norte, acotamiento y orilla norte de la carretera. Resultando así dañados ambos vehículos y la banda metálica de contención, y los tres ocupantes del automóvil Volkswagen con lesiones que les causaron la muerte.

En el plano número 4 (página 123) se observa en forma esquemática la dinámica de la colisión hasta su posición final.

### **III).- Determinación de la zona de colisión.**

Tomando en cuenta que al producirse la colisión vehicular, se desprenden de las partes inferiores internas de los vehículos, partículas de tierra y aceite, las cuales se depositan sobre la superficie de rodamiento en el lado norte de la carretera, y en la parte media del carril norte con trayectoria de oriente a poniente, situación que nos indica la trayectoria post-colisional que siguió el automóvil desde la zona de contacto hasta su posición final sobre el acotamiento norte y carril del mismo lado, con su frente hacia el sureste, así como en función de la posición final del ómnibus

Masa al poniente del automóvil, sobre su carril original de circulación y con su frente dirigido hacía el poniente; se determina que la zona de la carretera en la que se produjo el primer contacto vehicular, se ubica en la mitad del carril norte, con sentido de circulación de oriente a poniente con rumbo a la Ciudad de México.

Por otra parte, de acuerdo al hecho de que la colisión se inicia entre toda la parte frontal del automóvil Volkswagen y la parte frontal media y derecha del ómnibus Masa; se deduce que en el momento de la mencionada colisión, el ómnibus se encontraba sobre el carril norte con su frente dirigido hacía el poniente y el automóvil Volkswagen se encontraba sobre el mismo carril norte con su frente dirigido hacía el oriente invadiendo totalmente el citado carril.

#### **IV).- Velocidades de circulación de los vehículos.**

Considerando la situación e intensidad de los daños que presentaron los vehículos\*, sus propias masas y trayectorias post-colisionales resultantes de la dinámica de la colisión, en la cual el ómnibus detiene el movimiento del automóvil desplazándolo hacía atrás una distancia aproximada de 13 metros y recorriendo él una distancia adicional de 10 metros respecto al automóvil, y tomando en cuenta la pendiente ascendente y descendente por donde se desplazaban, se determina que al ocurrir la colisión, circulaban con velocidades del orden de:

Automóvil Volkswagen de - - - - - 98 km/h.

Omnibus Masa- - - - - 64 km/h.

Este cálculo de velocidades, además se encuentra debidamente soportado en la memoria de cálculos que se anexa.

\* De las tablas del libro “Accidentología vial y pericia”, de Victor A. Irureta, Ediciones la Rocca, 1996

#### D).-DETERMINACIÓN DE CAUSAS QUE ORIGINARON LA COLISIÓN.

Con base a la posición final que guardaban los dos vehículos, ambos sobre el lado norte de la carretera, el automóvil sobre el acotamiento y carril norte y el ómnibus sobre el mismo carril norte, las huellas e indicios, consistentes en fragmentos de partes automotrices, manchas de aceite y residuos de tierra que se desprendió de la parte inferior de los vehículos; evidencias físicas que se localizaron sobre el carril y acotamiento norte, son elementos técnicos que permitieron determinar y establecer que la zona de colisión lo fue en el carril norte que corresponde al sentido de circulación de oriente a poniente, de Veracruz hacía la Cd. de México.

Con lo anterior se determina que, las causas que originaron la colisión fueron:

1.- La invasión del carril contrario de circulación por parte del conductor del automóvil Volkswagen, colisionando en contra del ómnibus que circulaba dentro de su carril correspondiente.

2.- Por otra parte, en atención a la velocidad de 98 km/h. con que circulaba el automóvil, se considera que la causa que originó que el conductor del automóvil invadiera el carril norte, fue que no redujo su velocidad, tomando en cuenta las condiciones del camino (pendiente descendente, curva cerrada hacía la derecha y piso mojado) y las de su propio vehículo (llantas con poco dibujo principalmente la delantera derecha); al no reducir la velocidad, causó que la fuerza centrífuga que generaba su movimiento sobre la curva cerrada descendente a su derecha lo desplazara a la izquierda, invadiendo el carril contrario de circulación. El desplazamiento hacía la izquierda del automóvil quedo reflejado en la ubicación y características de los daños que presentaron los vehículos.

## E).- CONCLUSIONES.

Con fundamento en las consideraciones técnicas formuladas anteriormente, el que suscribe determina que, las causas que dieron origen a la colisión fueron:

La falta de precaución por parte del conductor del automóvil Volkswagen, con placas de circulación 886-CYG, PEDRO GARCÍA GARCÍA (hoy occiso), por:

a).- No disminuir su velocidad de acuerdo a las condiciones topográficas de la carretera, pendiente descendente y curva cerrada a su derecha, a las condiciones especiales, piso mojado y a las de su propio vehículo, llantas con poco dibujo en su banda de rodamiento.

b).- Al no reducir su velocidad, causó que la fuerza centrífuga que generaba su movimiento al desplazarse sobre curva cerrada descendente a su derecha, piso mojado y llantas con poco dibujo, que su vehículo sufriera un desplazamiento lateral a la izquierda con respecto a su sentido de circulación, invadiendo el carril contrario de circulación cuando en sentido opuesto se aproximaba el ómnibus Masa.

c).- Las actitudes viales erróneas en que incurrió el conductor del automóvil Volkswagen, como son: la no reducción de velocidad, tomando en cuenta las condiciones del camino y del vehículo, así como la invasión de carril de circulación contraria cuando en sentido opuesto se aproximaba otro vehículo, se encuentran contempladas en los artículos 119 y 100 del Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales, respectivamente.

## F).- AVALÚO DE DAÑOS EN LOS VEHÍCULOS.

Con respecto a los daños que presentaron los vehículos, los cuales se describen con anterioridad y tomando en cuenta: la marca, el modelo, el tipo y año de fabricación de los vehículos, su estado de uso y conservación, con los cuales se cotizaron en fuentes idóneas automotrices, se considera que los daños tienen un costo aproximado de reparación como se indica en el siguiente:

### **A v a l ú o.**

1).- Automóvil Volkswagen Caribe, año de fabricación 1985 con placas de circulación 886-CYG, ..... \$ 15,000.00  
(QUINCE MIL PESOS 00/100 M.N.)

2).- Ómnibus Masa tipo Somex año de fabricación 1985, con placas de circulación 463-AB, ..... \$ 8,000.00  
(OCHO MIL PESOS 00/100 M.N.)

## G).- APOYO TÉCNICO.

### **I).- Memoria de Cálculos.**

Se anexan los cálculos efectuados para determinar la velocidad de circulación de ambos vehículos, así como la velocidad máxima crítica a la que el automóvil volkswagen Caribe podía haber circulado sobre la curva sin peligro de derrapamiento por deslizamiento lateral (páginas 97 - 104).



## **II).- Diagramas**

Se cuenta en el presente con diagramas que nos muestran: las dimensiones básicas de los vehículos, los daños que presentaron los vehículos y los numerados del 1 al 4 (páginas 109 y 110) se aprecia paso a paso la dinámica de la colisión ocurrida.

**III).- Fotografías: se aportan fotografías del lugar de los hechos, de daños de los vehículos, de la posición final del automóvil y de las huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos (páginas 109-119).**

## **IV).- Se aportan 4 planos con los siguientes títulos:**

Plano 001.- Panorama general y condiciones topográficas del lugar de los hechos.

Plano 002.- Huellas e indicios localizados en el lugar de los hechos.

Plano 003.- Forma y dirección de circulación previa de los vehículos a la zona de colisión.

Plano 004.- Aproximación a la zona de colisión, dinámica de la colisión y posición final de los vehículos.

(paginas 120 a la 123).

A T E N T A M E N T E.

EL PERITO.

Rúbrica.

a).- MEMORIA DE CÁLCULOS.

El objeto de esta memoria de cálculos, es el de determinar la magnitud de la velocidad de contacto de los vehículos que participaron en la colisión, tomando en consideración que el ómnibus marca Masa disipa totalmente la Energía Cinética del automóvil Volkswagen al detenerlo, y posteriormente dicho ómnibus desplaza al automóvil una distancia de 13 metros en trayectoria postcolisional propia hasta su posición final; en este cálculo, se tomarán en cuenta la situación, intensidad y características de los daños con que resultaron ambos vehículos, sus respectivas masas y pesos, la resistencia mecánica de los componentes estructurales que tuvieron contacto entre sí y el tipo de superficie sobre la que se produjo la colisión.

Así mismo se calculará para la curva ubicada en el kilómetro 236.100 de la carretera 150-D, México-Veracruz, tramo Magueyes- Maltrata, cual es la velocidad máxima a que pueden desplazarse los vehículos de las características del automóvil Volkswagen Caribe y omnibus Masa, sin problemas de desplazamiento lateral (derrape), considerando el radio de curvatura, el peralte, la pendiente y el hecho de que la superficie rodamiento se encontraba mojada por la lluvia; esto con la finalidad de establecer si las velocidades a que se desplazaban los dos vehículos, influyó en la causa del accidente.

Para este caso específico se tienen los siguientes datos reales.

D A T O S.

Peso del ómnibus = 16,000 kg.

Peso del automóvil = 1,030 kg..

(Vo)- Velocidad del ómnibus = ?

(Va)- Velocidad del automóvil = ?

(da)- Distancia que es desplazado el automóvil = 13 m.

(Do = da + do ) desplazamiento post-colisional total del ómnibus = 23 m.

Donde: da = 13 m. y do = 10 m.

(  $\mu$  ) - Coeficiente de fricción en frenado con piso mojado = 0.6

( f ) - Factor de fricción lateral con el piso mojado = 0.2

(  $\alpha$  ) - Peralte de la curva = 3.5% = 2°

( r ) - Radio de la curva. = 250 metros.

(  $\gamma$  ) - Pendiente descendente de poniente a oriente. = 3% = 1.7°

(  $\delta$  ) - Coeficiente de resistencia a la rodadura y tren motriz = 0.03

### **Velocidad del ómnibus.**

De acuerdo a la situación, intensidad y características de los daños con que resultó el ómnibus Masa, la resistencia mecánica de sus componentes estructurales que resultaron dañados y la deformación de sus materiales, se estima que el valor de la velocidad es de 25 km/h., o sea 6.94 m/s.\*

\* De las tablas del libro "Accidentología vial y pericia", de Victor A. Irureta, Ediciones la Rocca, 1996

Posteriormente a la colisión, el ómnibus desplaza al automóvil Volkswagen 13 metros, en trayectoria postcolisional sobre pendiente ascendente del 3% y piso mojado, para lo que se requiere de la siguiente Energía Cinética.

$$E_c = \frac{1}{2} (m_a V^2) \quad m_a - \text{masa del automóvil}$$

$$E_c = \text{Trabajo del automóvil} = F d_a$$

Pero  $F = F_r = \mu N$ , y  $m = W/g$ , y  $N = W$ , sustituyendo nos queda:

$$\frac{1}{2} m_o V_o^2 = \mu N d_a$$

$$V_o = \sqrt{2 g d_a \mu (m_a/m_o)} \quad ; \quad \text{donde:}$$

$$d_a = 13 \text{ m.}$$

$$\mu = 0.6 \cos 1.7^\circ + \sin 1.7^\circ \quad *$$

$$\mu = 0.628$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2.$$

$$(m_a/m_o) = 1030 / 16000 = 0.064$$

Sustituyendo los valores:

$$V_o = \sqrt{2 (9.81 \text{ m/s}^2) (13 \text{ m}) (0.628) (0.064)} = 3.20 \text{ m/s.}$$

$$V_o = 11.52 \text{ km/h.}$$

La velocidad del ómnibus correspondiente a la energía consumida en desplazar al automóvil 13 metros es : 11.52 km/h.

Así mismo el ómnibus recorre después del primer contacto, en trayectoria

\*El libro "Los accidentes de tránsito", Cutberto Flores Cervantes, Editorial Porrúa, Quinta edición 1996

postcolisional inicial 13 metros desplazando al automóvil y posteriormente 10 metros hasta su posición final, por lo que su recorrido total es de 23 metros, sometido al coeficiente de resistencia a la rodadura ( $\delta$ ) en pendiente ascendente de 3% ( $1.7^\circ$ ).

$$\begin{aligned}\delta &= 0.03 + \operatorname{tg} 1.7^\circ = 0.056 = 0.03 \cos 1.7^\circ + \operatorname{sen} 1.7^\circ \\ &= 0.03(0.99) + 0.029 = 0.058.\end{aligned}$$

$$V = \sqrt{2 \delta g D_o} = \sqrt{2 (0.058) (9.81 \text{ m/s}^2) (23 \text{ m})}$$

$$V = 5.11 \text{ m/s.} = 18.41 \text{ km/h.}$$

$$V_o = 18.41 \text{ km/h.}$$

La velocidad del ómnibus correspondiente a su desplazamiento postcolisional es de 18.41 km. / h.

En función de todo lo anterior, la velocidad de contacto del ómnibus masa, tomando en cuenta la deformación de materiales, desplazamiento del automóvil y trayectoria postcolisional propia, es:

$$V(\text{ómnibus}) = V(\text{deformación de materiales}) + V(\text{desplazamiento del automóvil}) + V(\text{trayectoria propia})$$

$$V_o. = 25 \text{ km/h.} + 11.52 \text{ km/h.} + 18.41 \text{ km/h.}$$

$$V_o. = 54.93 \text{ km/h.}$$

$$\text{Velocidad de contacto del ómnibus} = \mathbf{54.93 \text{ km. / h.}}$$

### Velocidad del automóvil.

En lo que se refiere al automóvil Volkswagen Caribe, su Energía Cinética fue totalmente disipada durante el contacto vehicular, convirtiéndose en calor y deformación de materiales, por lo tanto esta energía tenía una magnitud igual a la de la Energía consumida por el ómnibus en la misma colisión y que corresponde en velocidad del ómnibus mencionado, por lo tanto la velocidad de contacto del automóvil, es:

$$\begin{array}{rcl} \text{Energía Cinética de contacto} & - & \text{Energía Cinética de con-} \\ \text{ómnibus (Eco)} & & \text{tacto automóvil (Eca)} & = 0 \\ \text{Eco.} & = & \text{Eca.} \end{array}$$

$$Eco = \frac{1}{2} (m_o V_o^2) \quad \text{donde } V_o = 25 \text{ km. / h.} = 6.94 \text{ m / seg.}$$

$$Eco. = \frac{(16\,000 \text{ kg}) (6.94 \text{ m / seg.})^2}{2} = 385308.8 \text{ J.}$$

$$Eco. = Eca. = 385308.8 \text{ J.}$$

$$V_a = \sqrt{\frac{2 Eca}{m_a}} = \sqrt{\frac{2(385308.8 \text{ J})}{1030 \text{ kg}}} = 27.35 \text{ m / s}$$

$$V_a = 27.35 \text{ m / s} = 98.46 \text{ km / h.}$$

**Velocidad de contacto del automóvil = 98.46 km/h.**

Por lo tanto las velocidades en el momento de la colisión de ambos vehículos fue del orden de:

Ómnibus marca Masa - - - - -54.93 km/h..  
Automóvil marca Volkswagen - - - - 98.46 km/h..

### **Velocidad máxima crítica.**

Dado que en su aproximación a la zona de colisión, el automóvil Volkswagen Caribe se desplazaba sobre un tramo de carretera en forma de curva a su derecha, con pendiente descendente y piso mojado por la lluvia, se calculará la velocidad máxima a que podía desplazarse en dicho tramo sin deslizarse lateralmente.

De la fórmula:

$$V = \sqrt{\frac{rg (\mu + \tan \alpha)}{1 - \mu \tan \alpha}}$$

Esta fórmula se desarrolla en la página 153 del libro "Los accidentes de tránsito", de Cutberto Flores Cervantes, Editorial Porrúa, Quinta edición 1996

En virtud de que se trata de evitar el deslizamiento lateral, se tomará el valor de fricción lateral que para una curva de este tipo tiene una magnitud de 0.2<sup>1</sup>, haciéndose la observación de que si este coeficiente aumenta de valor (tendiendo a 0.8 que es el coeficiente de fricción en frenado), la velocidad máxima que pueda desarrollar un vehículo en la curva sin deslizarse lateralmente, se aumentará también.

En este caso se tienen los siguientes valores reales:

Radio de curvatura - - - - - r = 250 m.

Aceleración de la gravedad. - - - - g = 9.81 m / s<sup>2</sup>.

Factor de fricción lateral - - - - - f = 0.2

con piso mojado.

Sobreelevación o peralte - - - - - α = 2°

Pendiente descendente - - - - - γ = 1.7°

Para este caso específico se tienen que el automóvil se desplaza dentro de la curva en una pendiente descendente de 1.7°, por lo tanto el factor de fricción lateral queda:

$$f = 0.2 - \tan 1.7^\circ = 0.17 = \mu$$

Por lo que al sustituir los valores tenemos:

$$V_c = \sqrt{(250 \text{ m.}) (9.81 \text{ m/s}^2.) \left( \frac{(0.17 + 0.03)}{1 - 0.22 (0.03)} \right)}$$

1. Tabla de valores, pagina 67, Libro "Accidentología vial y pericia", Ediciones La Rocca, 1996,



$$V_c = 22.25 \text{ m/seg} = 22.25 \text{ m / seg} ( 3.6) = 80 \text{ km./ h.}$$

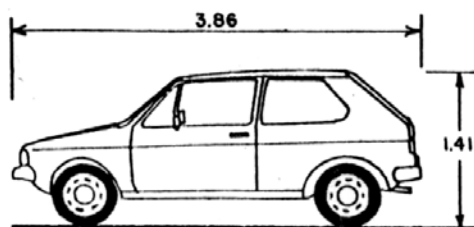
$$V_c = 80 \text{ km/h.}$$

Por lo tanto la velocidad máxima a que podía haberse desplazado el automóvil Volkswagen dentro de la curva, sin sufrir los efectos del desplazamiento lateral era de 80 km / hr.

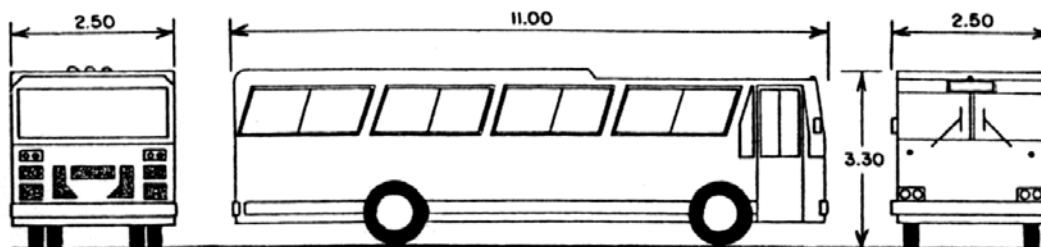
### **Observaciones de los resultados matemáticos.**

Como se observa de los resultados de este desarrollo matemático, en el momento de la colisión el Omnibus Masa se desplazaba con una velocidad del orden de los 54.93 km/h., y el automóvil Volkswagen lo hacía con una velocidad del orden de los 98.46 km/h., lo cual comparado con la velocidad máxima crítica de la curva con el piso mojado y pendiente descendente con respecto al sentido de circulación del automóvil, que es de 80 km./ hr., se establece que el conductor del automóvil se desplazaba con su vehículo a una velocidad mayor de la requerida por seguridad y probablemente al rebasar la velocidad máxima crítica de la curva, su vehículo sufrió un deslizamiento lateral de sur a norte, invadiendo el carril contrario de circulación, aunado a que el automóvil contaba con los neumáticos desgastados.

## DIMENSIONES BASICAS DE LOS VEHICULOS



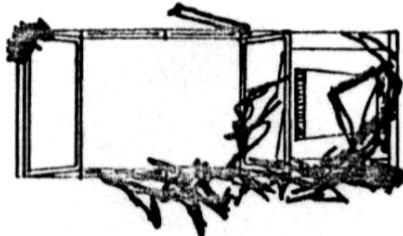
AUTOMOVIL VW. CARIBE



OMNIBUS MASA

ACOTACION: Metros  
ESCALA: Sin

## DAÑOS QUE PRESENTARON LOS VEHICULOS



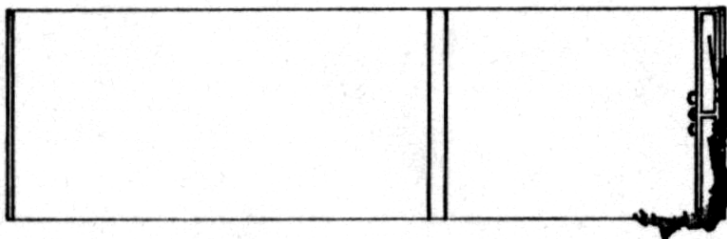
(Vista superior)



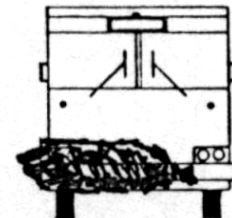
(Vista frontal).

Automóvil marca volkswagen caribe con placas 886-CYG.

Como resultado de su colisión con el ómnibus Masa, éste automóvil presenta años en toda su parte frontal con mayor intensidad en su lado derecho, así como en su costado delantero y medio derecho, con características de hundimiento de materiales de adelante hacia atrás y corrimiento de los mismos de izquierda a derecha, con desplazamientos de sus componentes estructurales hacia fuera del costado derecho. Además presentó daños de mediana intensidad en su vértice posterior izquierdo, con características de hundimiento de sus materiales en forma diagonal de atrás hacia adelante y de izquierda a derecha.



(Vista superior)



(Vista frontal)

Ómnibus marca Masa con placas 463-AB (del S.P.F.)

Como consecuencia de la colisión con el automóvil Volkswagen, éste omnibús resultó con daños en su parte frontal media y derecha, con características de mediano hundimiento de materiales de adelante hacia atrás y corrimiento de los mismos de izquierda a derecha; la penetración de materiales se inicia en el frente medio y derecho, continuando con dirección diagonal hacia la derecha, dañando, la parte delantera y costado delantero derecho.

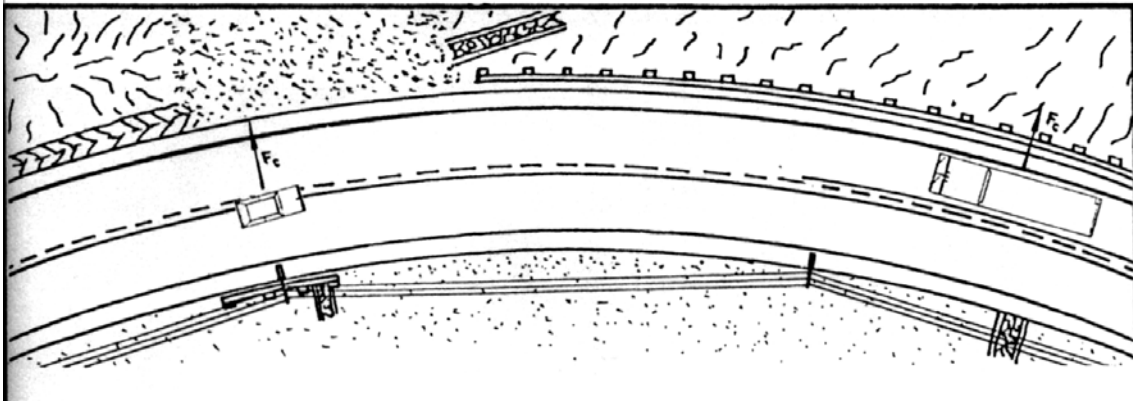


Diagrama No. 1.

Los vehículos en su aproximación a la zona de colisión, circulaban en direcciones opuestas, al ingresar al tramo de carretera curvo, ambos vehículos se ven sometidos a una fuerza centrífuga con resultantes en dirección hacia el norte, sobre el automóvil actúa impulsándolo hacia el carril de circulación opuesta, y al omnibús hacia fuera de la carretera del lado norte; los efectos de ésta fuerza centrífuga, se incrementan por encontrarse el piso mojado el pavimento; con lo anterior el automóvil sigue una trayectoria hacia el noreste, encontrándose sobre el carril norte, invadiendo el carril de circulación contraria.

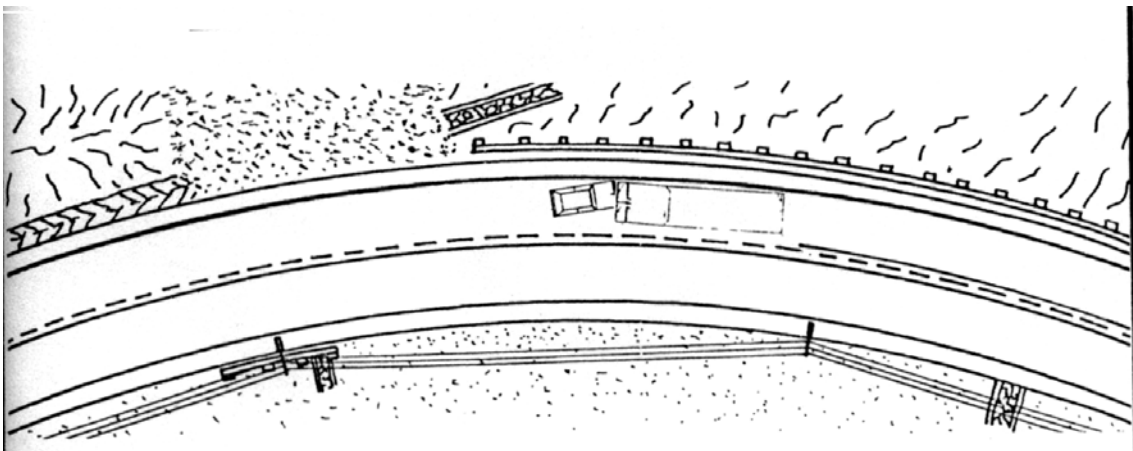


Diagrama No. 2.

El contacto inicial presenta características de una colisión frontal, y ocurre entre toda la parte frontal del Volkswagen, y la parte delantera media y derecha del ómnibus; al producirse la colisión frontal entre los vehículos, sus ejes longitudinales formaban un ángulo aproximado de 150 grados, esto se deduce de la dirección de daños que presentaron el automóvil y el ómnibus; y que debido a la diferencia notable de masas (el automóvil 1.03 toneladas, y el omnibús 16 toneladas), el automóvil será desplazado hacia atrás, por el empuje del omnibús.

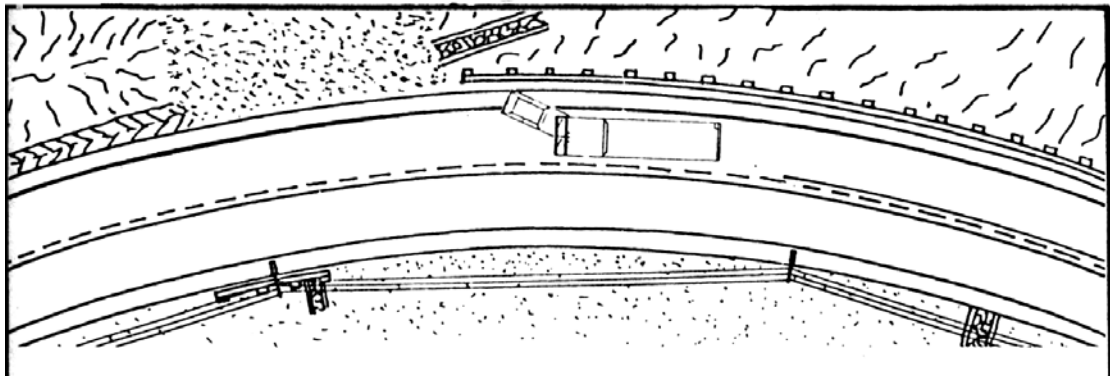


Diagrama No. 3

Posteriormente al continuar el ómnibus su trayectoria hacía el poniente, desplaza hacía atrás al automóvil, haciendolo girar en sentido horario aproximadamente 50 grados, a la vez que penetra su vértice delantero derecho en la parte frontal media y derecha del automóvil, para finalizar la penetración hasta el costado posterior derecho del citado automóvil; la penetración ocurre de ésta manera, debido a que la construcción y las componentes del omnibús, y que por su diseño es de mayor robustez, que el automóvil.

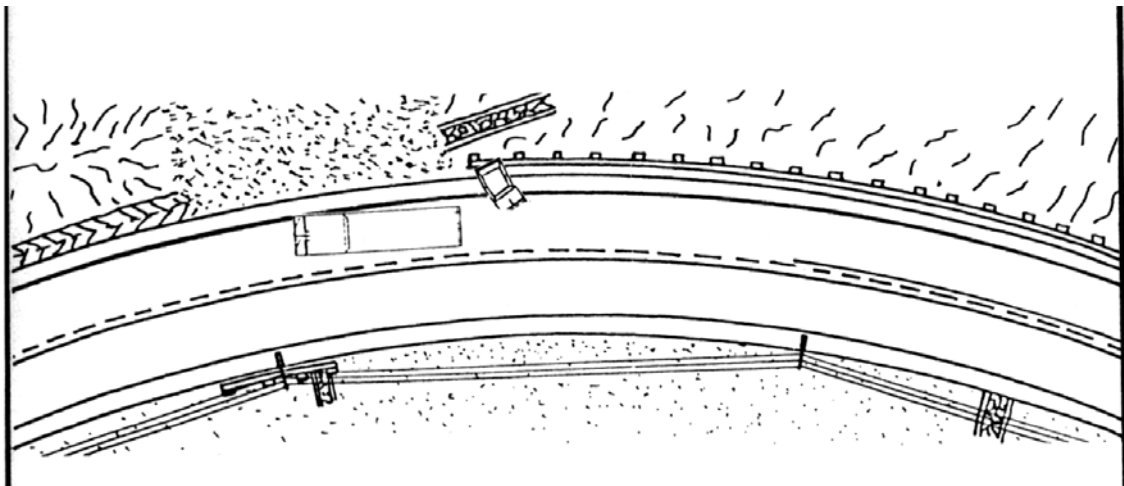
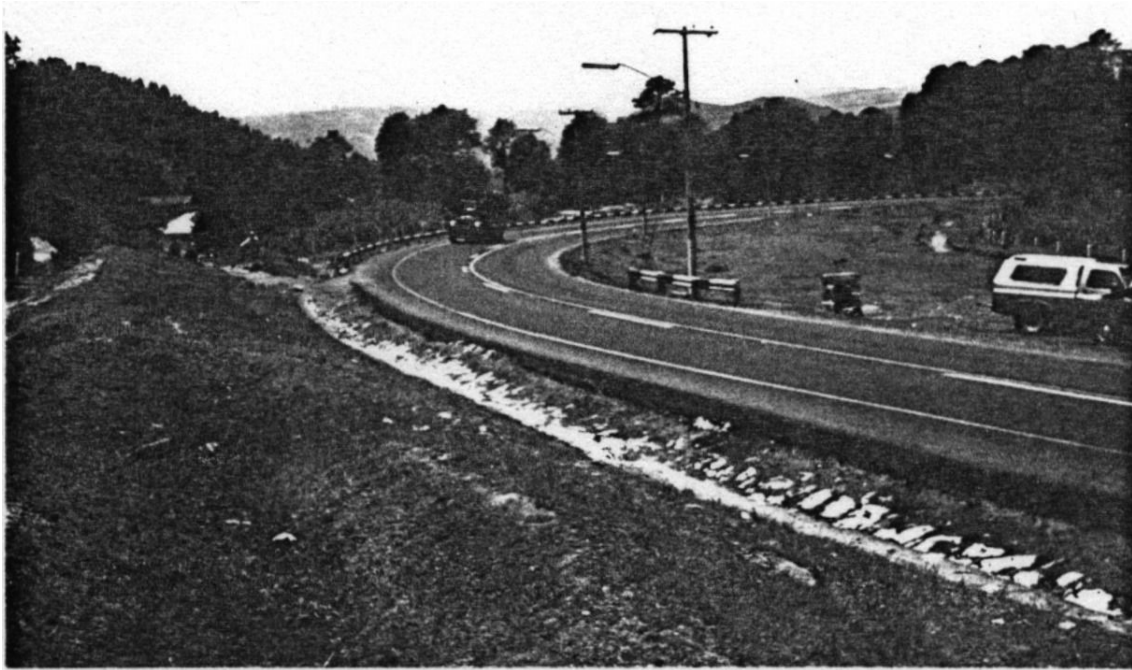


Diagrama No. 4.

Al ser desplazado hacía atrás y hecho girar el automóvil, efectúa contacto con su vértice posterior izquierdo, contra la banda metálica de protección que limita la carretera del lado norte, el cual restringe su giro y provoca que la intensidad de daños del automóvil en su parte delantera y costado derecho, sean de mayor intensidad, ya que el ómnibus al continuar desplazandose desgarrar y arranca los materiales del automóvil de izquierda a derecha.



Fotografía No. 1



Fotografía No. 2.

La colisión vehicular en estudio, ocurrió: en el kilómetro 236.100 de la carretera nacional (150-D), México – Veracruz, vía corta Puebla – Córdoba, tramo: Maguelles – Maltrata, en estas dos fotografías se aprecian las características generales de ésta zona de la carretera.

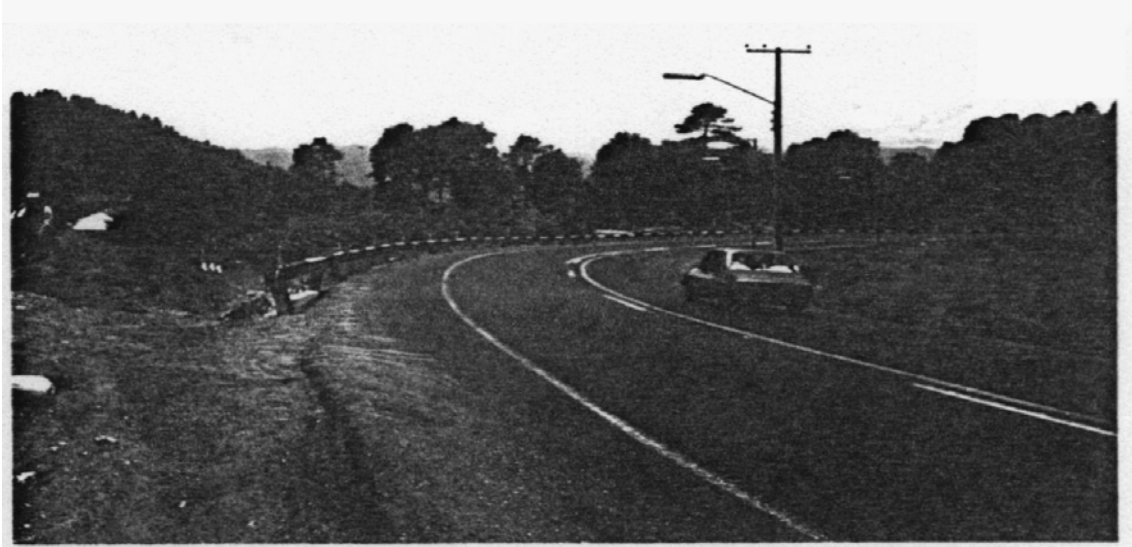


Fotografía No. 3.



Fotografía No. 4.

Aquí se observa que la carretera cuenta con una curva horizontal, hacía la izquierda, con una pendiente descendente de aproximadamente 3%, respecto a la orientación de poniente a oriente, así como un peralte de 3%, descendente al sur a lo ancho del arroyo de circulación.



Fotografía No. 5.



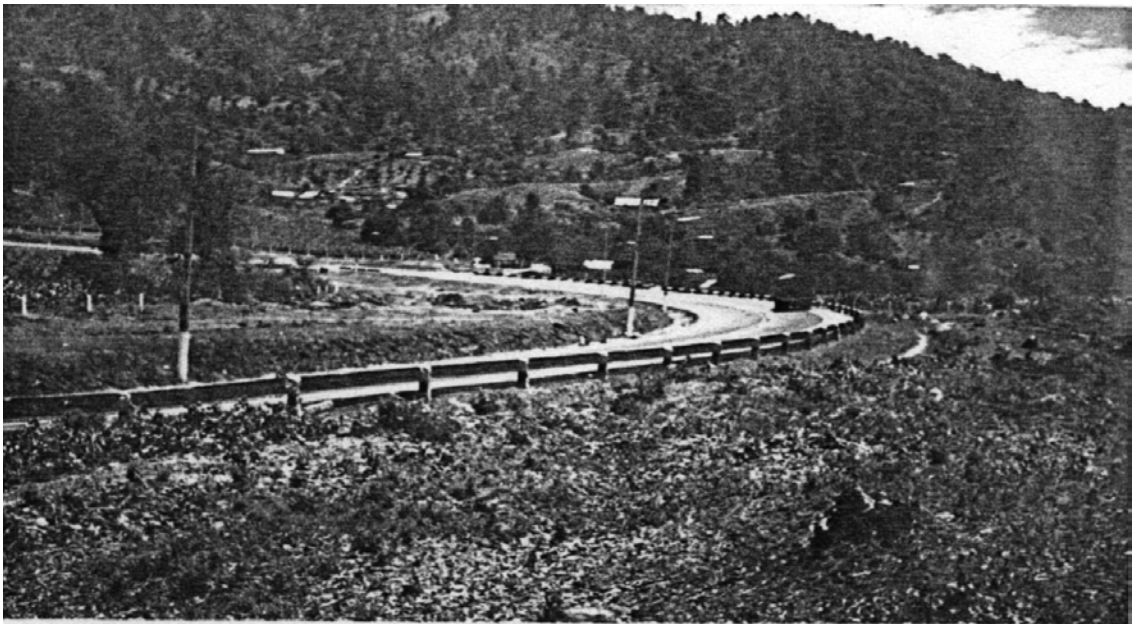
Fotografía No. 6

El arroyo de circulación tiene 7.00 metros de amplitud, con acotamientos de 1.30 metros de ancho, y tránsito permitido para vehículos predominantemente de poniente a oriente y viceversa, el piso de asfalto en buen estado de conservación; éste arroyo consta de dos carriles útiles para circulación de vehículos, divididos por una línea blanca discontinua en el carril norte y una amarilla continua sobre el carril sur.



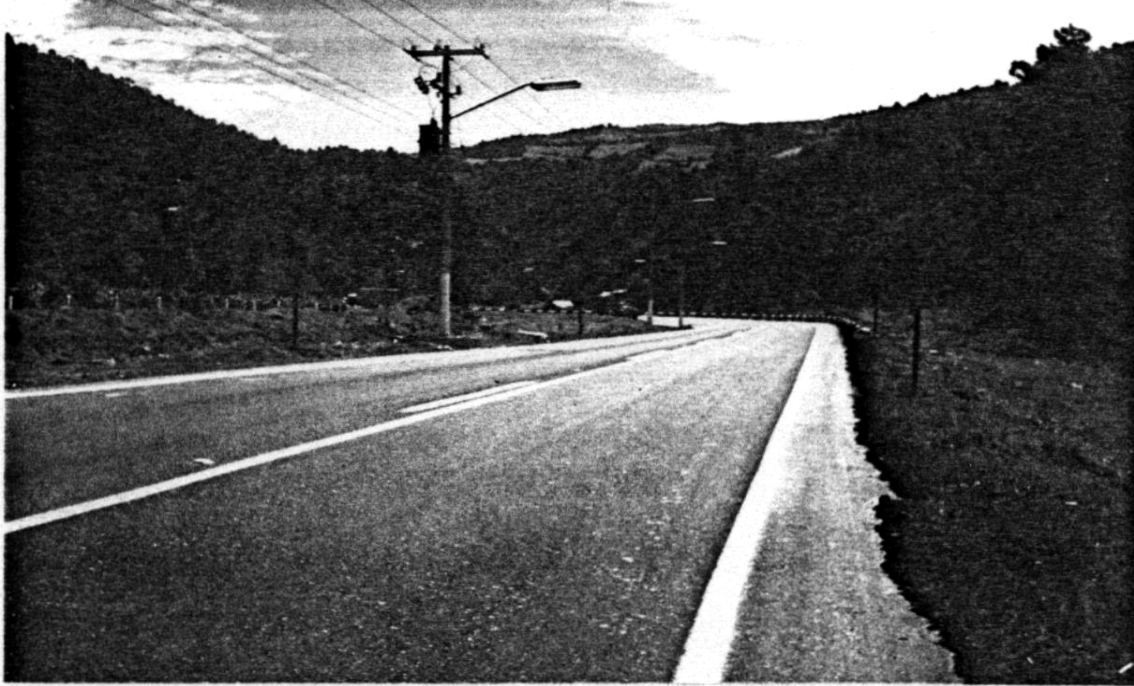


Fotografía No. 7.



Fotografía No. 8.

A partir de ésta zona y hacía el oriente, la carretera se limita del lado norte por una banda metálica de protección, y del lado sur por medio de postes de alineamiento, al sur de los cuales a todo lo largo del interior de la curva se observan postes de concreto con arbotantes del alumbrado público.



Fotografía No. 9.



Fotografía No. 10.

Tanto para los vehículos que se aproximan a la curva en dirección predominante de oriente a poniente, como para los que a su vez se aproximan en dirección opuesta, existen antes de llegar a la curva, señalamientos preventivos que indican la proximidad de la misma.



Fotografía No. 11.

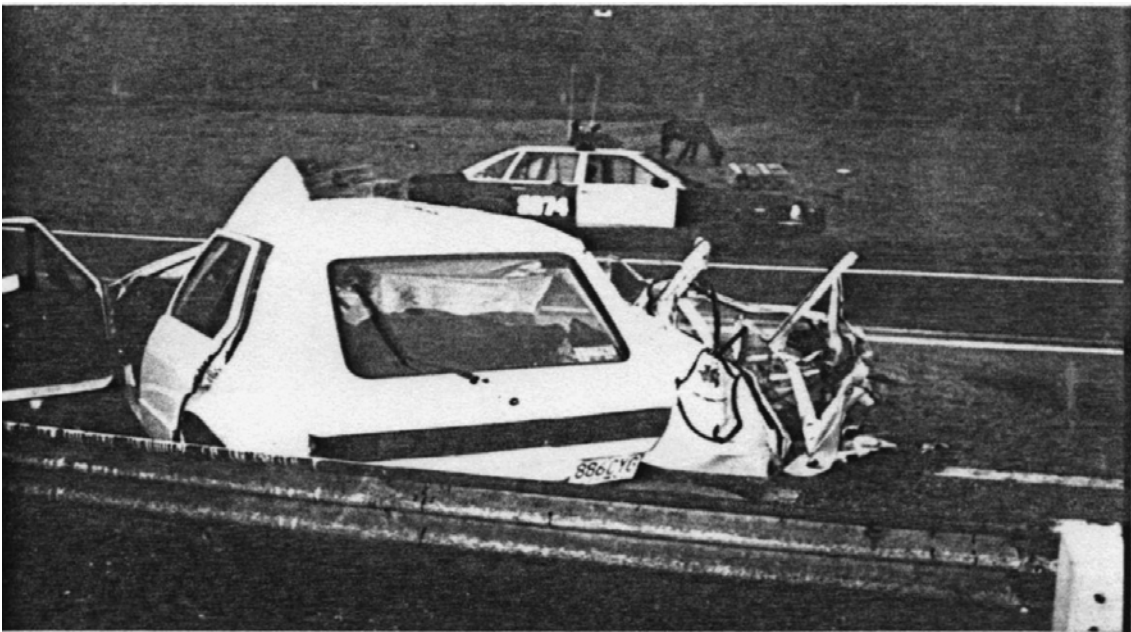


Fotografía No. 12.

Estas fotografías tomadas inmediatamente después de ocurrido el accidente, y con el automóvil Volkswagen aún en su posición final original, muestran los indicios de tierra que se depositaron con trayectoria de oriente a poniente, sobre el carril norte, carril con sentido de oriente a poniente y con rumbo a la Cd. de México, y en el que se desplazaba normalmente el omnibús Masa; la ubicación y características de éstos indicios determinan que el primer contacto vehicular se produjo sobre el mencionado carril de circulación norte.



Fotografía No. 13.



Fotografía No. 14.

Como se aprecia, la posición final del automóvil fue sobre el acotamiento y carril norte, con su frente en dirección al sureste y con su vértice posterior izquierdo sobre la banda metálica de protección que limita a la carretera al lado norte.

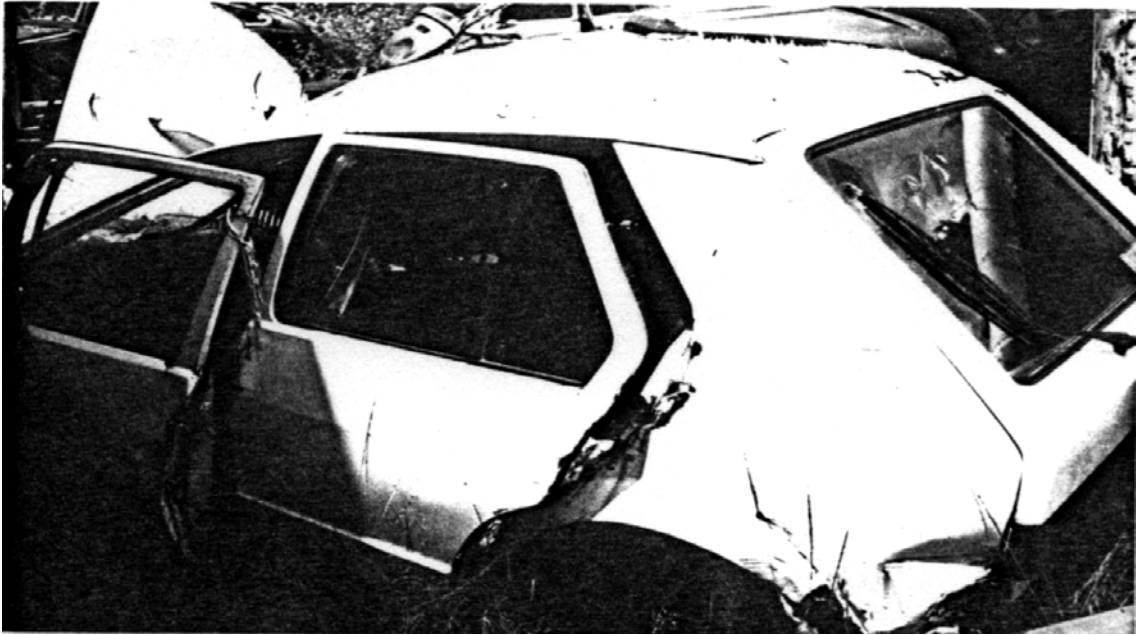


Fotografía No. 15



Fotografía No. 16.

La penetración de materiales se inicia en todo la parte frontal de adelante hacia atrás, posteriormente continua con dirección diagonal de adelante hacia atrás y de izquierda a derecha, para finalizar en el costado posterior derecho del automóvil con desplazamiento de sus componentes estructurales hacia afuera del costado derecho.



Fotografía No. 17.



Fotografía No. 18.

Por colisión contra la banda metálica de protección, el automóvil V.W. resultó con daños en su vértice posterior izquierdo, con hundimiento de materiales en forma diagonal de izquierda a derecha y de atrás hacía adelante.



Fotografía No. 19.



Fotografía No. 20.

El ómnibus Masa modelo 1985 con placas de circulación 463-AB, resultó con daños en su parte frontal media y derecha, con características de hundimiento de materiales de adelante hacia atrás con corrimiento de izquierda a derecha; así mismo presenta daños en su costado delantero derecho.



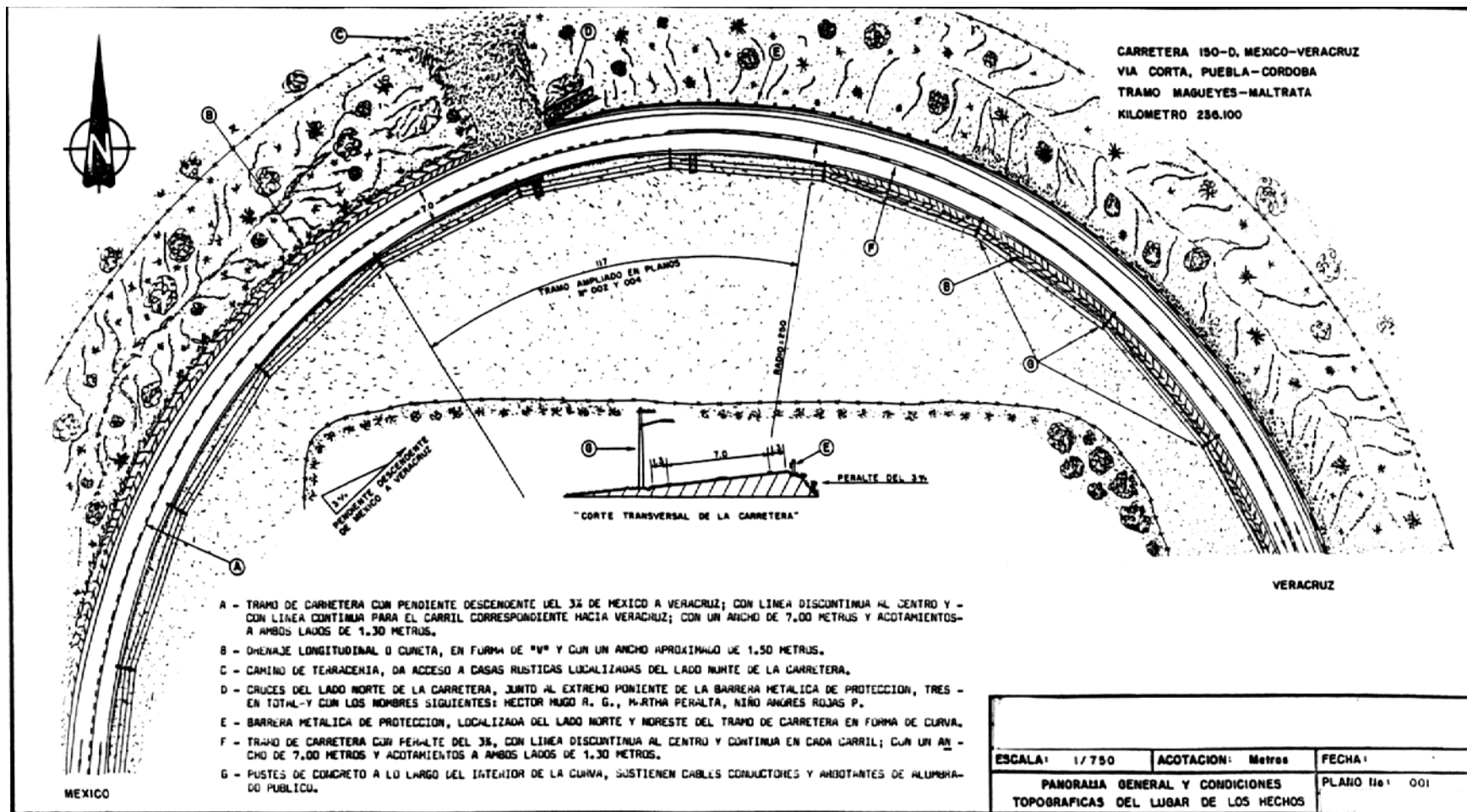
Fotografía No. 21.

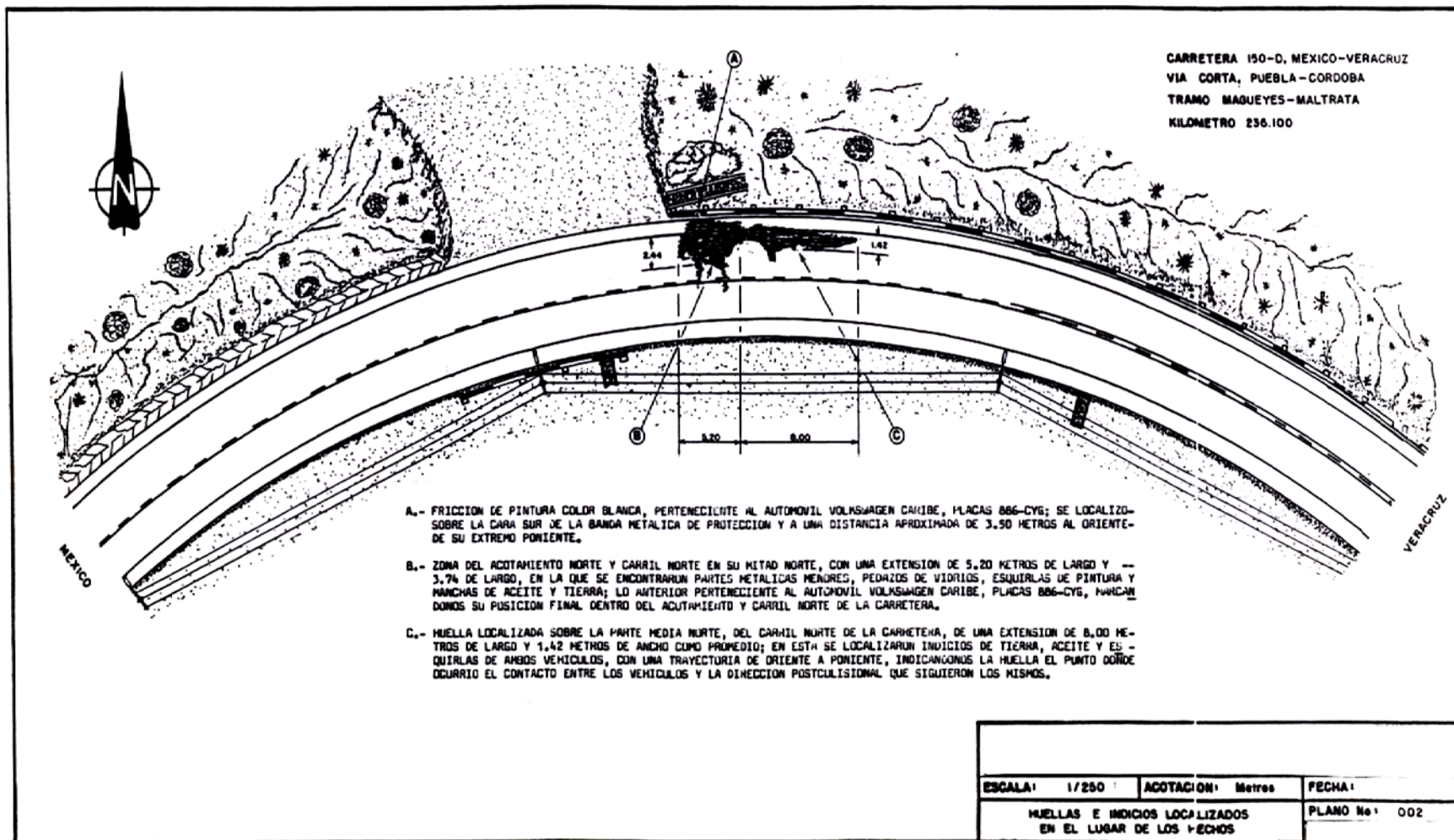


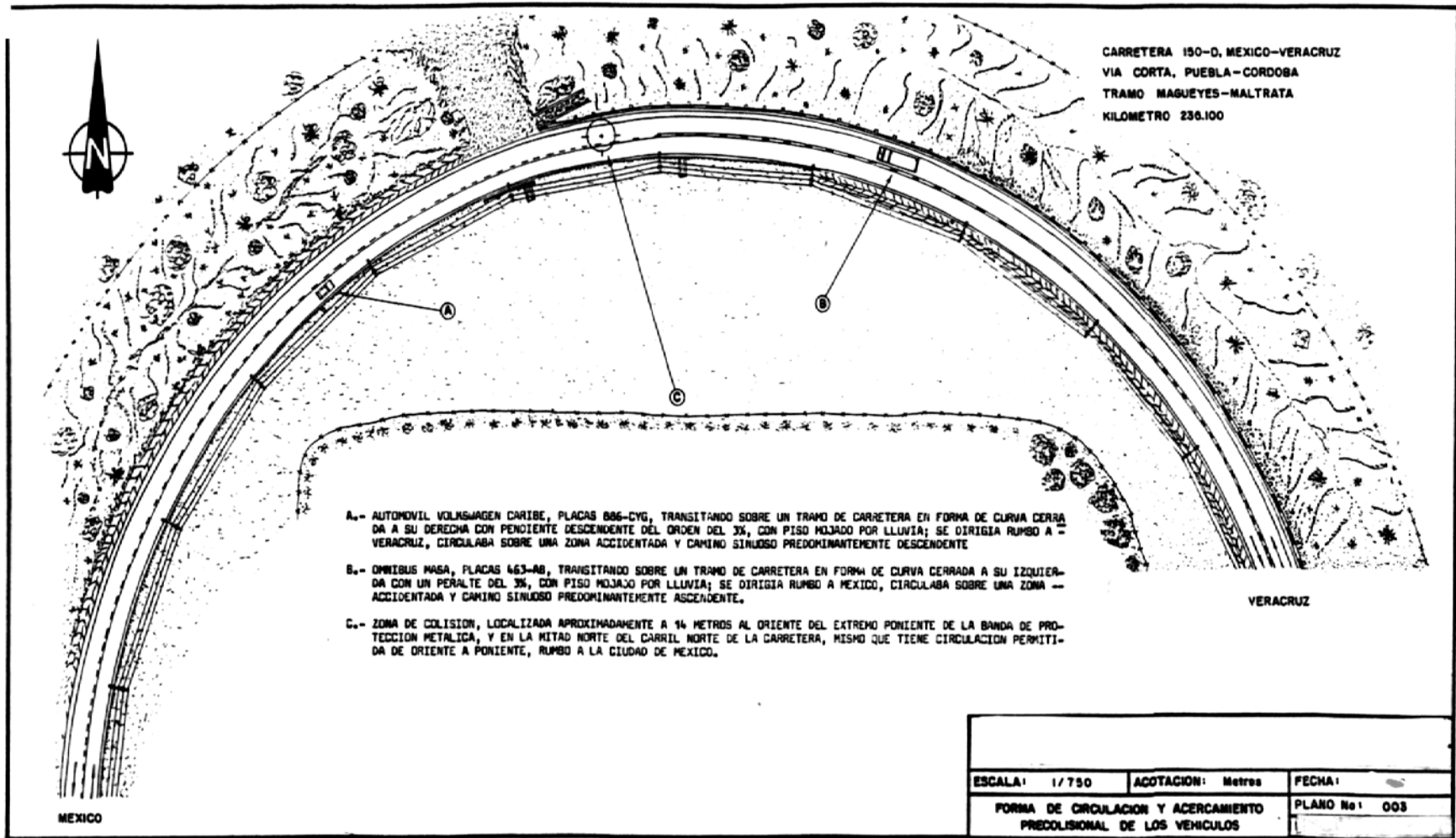
Fotografía No. 22.

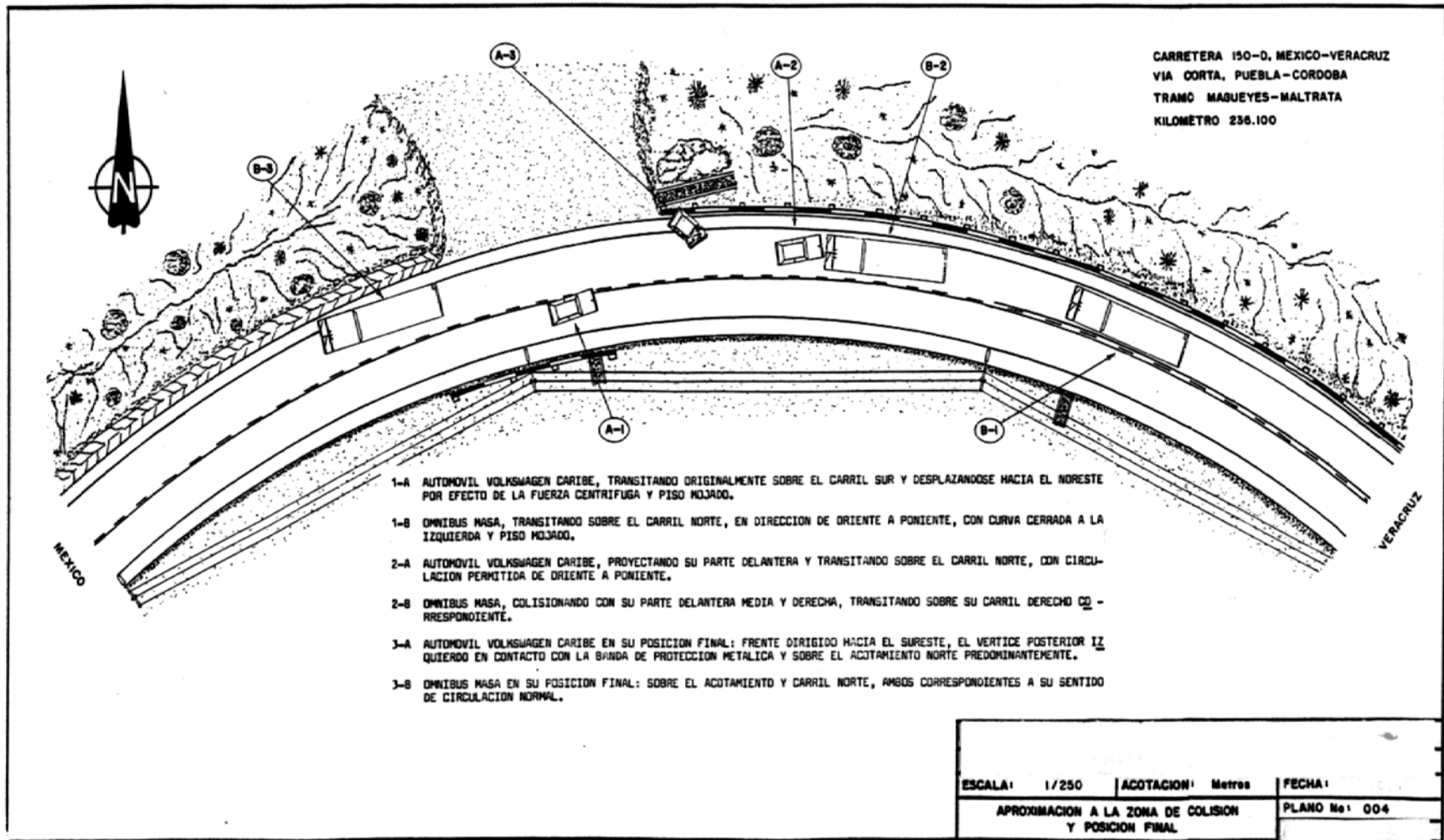
Dos impresiones fotográficas tomadas al costado derecho del ómnibus Masa, en las que se aprecian los daños del costado y el estado físico general del vehículo.











## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

En la aplicación de la metodología desarrollada en el caso específico anterior, se observó que con ella el dictamen de tránsito terrestre tiene una secuencia, lógica, clara y objetiva y por lo mismo los resultados son más positivos y de mayor credibilidad en la “Determinación de Causas de un hecho de Tránsito Terrestre”, en virtud de que fue necesario primero, asentar los elementos técnicos de convicción motivo de estudio que sirvan de base, para posteriormente con ellos formular las consideraciones correspondientes, apoyados además con experiencia, profesionalismo, ética de servicio y sentido de responsabilidad.

Con ésta metodología desarrollada correctamente aplicada, sin presiones de ninguna índole, se pueden obtener los resultados tan anhelados como es la procuración e impartición de justicia más rápida e imparcial, puesto que contiene todos los elementos necesarios, tanto técnicos como testimoniales que intervienen en un hecho de tránsito terrestre.

Por otra parte, no obstante que la procuración e impartición de justicia es gratuita, la aplicación de la metodología en forma adecuada, se traduce directa o indirectamente en un ahorro económico muy considerable, puesto que toda aquella persona que se vea involucrada en algún accidente de tránsito, al verse favorecido con algún resultado positivo, evita gastos innecesarios de ser representado por algún Licenciado en Derecho puesto que esto implica gastos; por otra parte al obtenerse un resultado real, además podrá estabilizarse emocionalmente; estado psicológico en el cual puede estar en condiciones de reintegrarse inmediatamente al trabajo de producción de bienes y servicios, elementos que junto con los recursos naturales, conforman la riqueza de nuestro país.

# ANEXOS

## ANEXO A.

### a).- Frenos Hidráulicos. <sup>1</sup>

Existen gran cantidad de frenos hidráulicos, pero los más comunes son los frenos de tambor y de disco, los cuales están compuestos en forma general de los siguientes elementos:

**Plato.-** Es la pieza en el cual van montados varios elementos que componen parte del sistema de frenos, entre los cuales tenemos: las zapatas que van cubiertas con forros (balátas), cilindros de rueda que alojan el líquido de frenos, pistones, resortes, etc.

**Bomba de los frenos** (conocido también como cilindro maestro).- Es la pieza que contiene al pistón para empuje del líquido de frenos, el cual por medio de conexiones con mangueras se distribuirá a todos los cilindros de rueda.

**Pedal de frenos.-** El cual esta conectado al cilindro maestro y que por medio de la presión que se aplica con los pies del conductor, impulsa el líquido de frenos por medio de pistones hacía los cilindros de rueda.

**Tambor.-** Es una pieza de hierro fundido, acero ó aleaciones de aluminio, por sus propiedades de disipar con facilidad el calor, y es donde hacen contacto y presión las balátas.

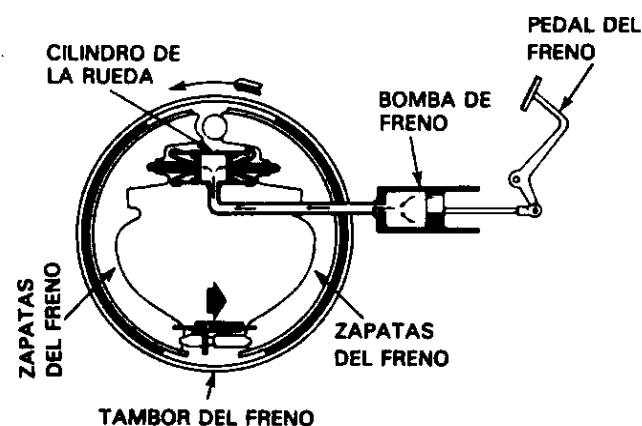
**Forros o balátas de la zapata.-** Son piezas que se montan sobre las zapatas y serán las que efectúen directamente el contacto en la parte interior del tambor y son los que más se desgastan y por lo mismo se sustituyen con mas frecuencia.

1. "Libro del Automóvil" Editorial Selecciones de Reader s Digest, 1975, tercera edición.

**Resorte de Retracción.-** Son de varias formas y tamaños, sirven para retirar las zapatas del tambor.

a.1).- Frenos de tambor y su funcionamiento.

En todos los sistema de frenos hidráulicos, la fuerza que aplica el conductor a través del pedal, se transmite por medio de una palanca al pistón de la bomba de frenos (cilindro maestro). La fuerza empuja al pistón y envía el líquido de frenos a las tuberías hidráulicas que están conectadas a cada uno de los cilindros de rueda. Dependiendo del área del pistón de la bomba, la fuerza aplicada aumenta o disminuye la presión de la tubería. El líquido desalojado entra a los cilindros de las ruedas. Al aumentar la resistencia, la presión aumenta, ésta empuja las zapatas contra la superficie interna del tambor produciéndose el frenado. Cuando aumenta la fuerza en el pedal, la presión aumenta en el sistema, empujando con mayor fuerza las zapatas hacía el tambor y viceversa, los resortes de las zapatas retiran éstas de los tambores, empujando los pistones del cilindro de rueda a moverse hacía adentro. Cada cilindro de rueda empuja el líquido de frenos de regreso a la bomba; como se puede observar en las siguientes figuras.



Vista esquemática de un sistema de frenos hidráulicos convencional. (Wagner Electric Sales Corporation.)

Figura 1. (Libro: "Equipo Diesel" tomo I, Erich J. Schulz, Editorial CECSA, primera edición 1985).



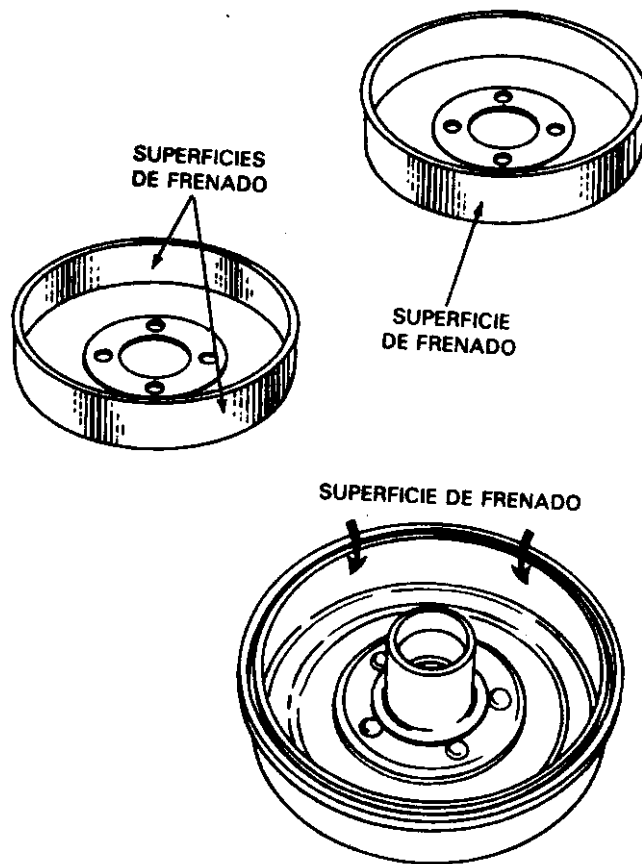


Figura 2.- Vista de tambor de freno. (Libro: "Equipo Diesel" tomo I, Erich J. Schulz, Editorial CECSA, primera edición 1985).



Figura 3.- Componentes principales de un freno hidráulico de tambor. (Libro “El Automóvil”  
 Selecciones de Reader s Digest, 1975, tercera edición.)

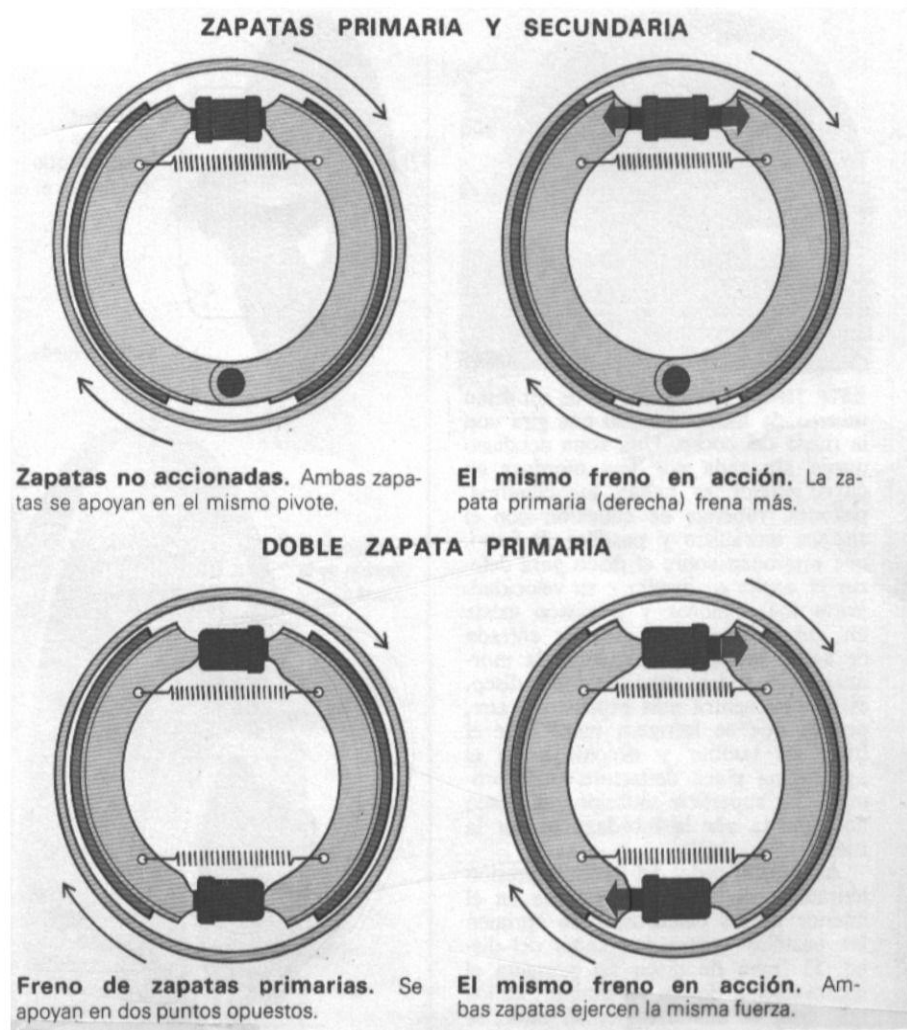


Figura 4.- Zapatas primaria y secundaria no accionada y en acción. ( Libro “El Automóvil”, Edit. Selecciones Reader s Digest.)

a.2).- Frenos de disco y su funcionamiento.

Este tipo de frenos funciona de un modo parecido al de la pinza de las bicicletas, en donde la mordaza posee un par de pastillas para abrazar la rueda, y consta de un disco de hierro fundido que gira con la rueda del coche. Una zona de disco queda abrazada por una mordaza en cuyo interior se hallan los cilindros,

pistones, tuberías de conexión con el sistema hidráulico y pastillas de freno, que presionan el disco para detener el vehículo o disminuir su velocidad.

Al pisar el pedal de freno, la presión hidráulica desplaza a los pistones en el interior de los cilindros y se oprimen las pastillas contra las caras del disco. Las pastillas pueden verse a través de una abertura existente en la mordaza y su sustitución es fácil cuando se desgastan.

En las siguientes figuras, se muestran algunos frenos de disco, con sus componentes principales.

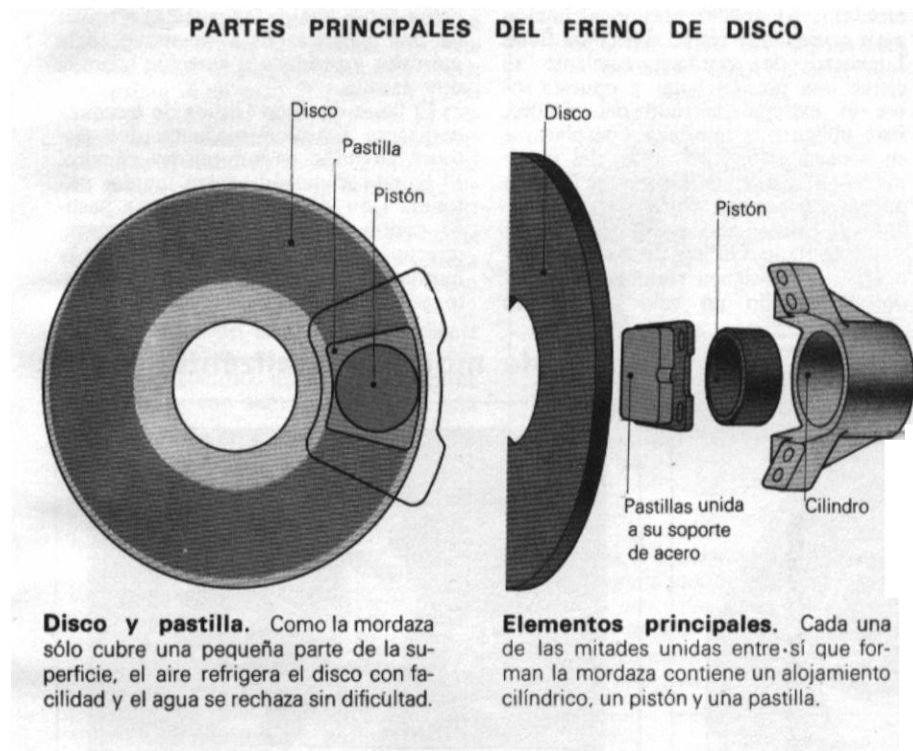


Figura 5.- Partes principales de un freno de disco. (Libro "El Automóvil", Reader s Digest.)

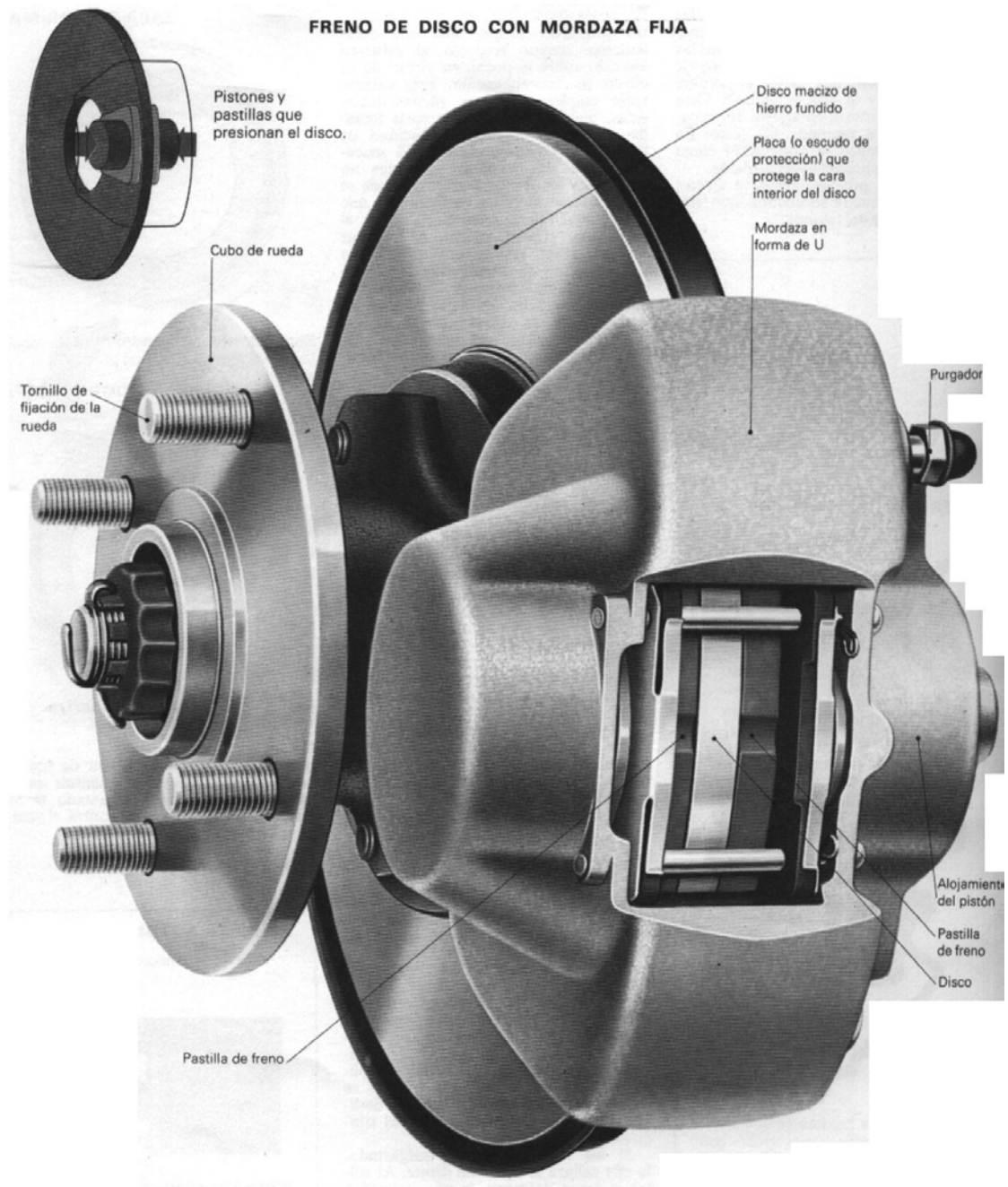


Figura 6.-Freno de disco con mordaza fija . (Libro “El Automóvil”, Reader s Digest.)

### a.3).- Sistema de frenos ABS (Antibloqueo) y su funcionamiento.<sup>1</sup>

Sistema de antibloqueo de ruedas.- Se sabe que, cuando la fuerza de frenado ejercida sobre una rueda es superior a la adherencia de ella con el suelo, sobreviene el bloqueo, lo que conlleva una pérdida de estabilidad de marcha y derrape del vehículo, con aumento de la distancia de detención. Si el bloqueo se produce en las ruedas traseras, el vehículo da bandazos, tendiendo a cruzarse en la carretera, y si es en las ruedas delanteras, continúa en línea recta dejando inoperante el sistema de la dirección.

Los sistemas de frenos convencionales están diseñados de manera que las fuerzas de frenado aplicadas a cada una de las ruedas sean siempre inferiores a la adherencia del neumático con el suelo, pero muy próximas entre sí, con el objeto de conseguir la mayor eficacia posible de los frenos y la menor distancia de detención.

**No obstante, en determinadas circunstancias, cuando la adherencia del neumático con el suelo disminuye y que con una escasa fuerza de frenado ejercida puede llegarse al bloqueo de alguna rueda. Para evitar este incidente se idearon los sistemas de frenos con dispositivos antibloqueo.**

La función que ejercen estos dispositivos, es dosificar el esfuerzo de frenado adecuándolo a las condiciones de adherencia en cada una de las ruedas de manera que se obtenga la mayor eficacia posible de frenos. Por consiguiente ante una frenada de emergencia, el sistema antibloqueo adopta el mejor funcionamiento en el control direccional, estabilidad del vehículo y la distancia de parada. Es conveniente notar que el dispositivo de frenos convencional no trabaja rueda por rueda, sino que aplica el mismo esfuerzo a las dos ruedas del mismo tren motriz.

1. El Libro "Tecnologías avanzadas del automóvil", José Manuel Alonso, Editorial Paraninfo, Segunda edición, 1997

Los dispositivos de antibloqueo son capaces de dar una respuesta apropiada a la pérdida de adherencia y por consiguiente, suprimir todo riesgo de pérdida direccional y estabilidad del vehículo en frenada.

Sistema antibloqueo de frenos ABS, diseñado por Bosch consiste, que al sistema de frenos convencional se añaden otros componentes como son:

- I.- Los detectores de velocidad de rotación de las ruedas.
- II.- La unidad electrónica de control.
- III.- Grupo hidráulico.

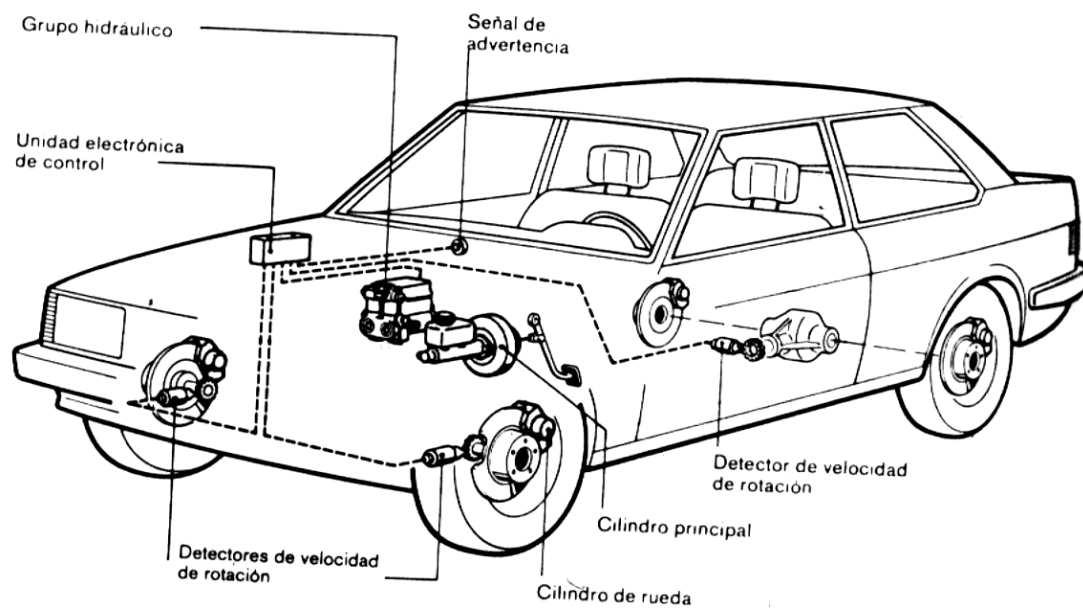


Figura 7. (Del libro "Tecnologías avanzadas del automóvil")

También existe otro sistema antibloqueo diseñado por Bendix, denominado ANTI-SKID (ASB-BENDIX) que es utilizado en algunos de los vehículos actuales, y consiste en que el cilindro maestro y el servofreno, son sustituidos por una unidad hidráulica (3), gobernada por el calculador electrónico (2), que a su vez recibe señales de control de sensores (1), acoplados en cada una de las ruedas. Figura (8)

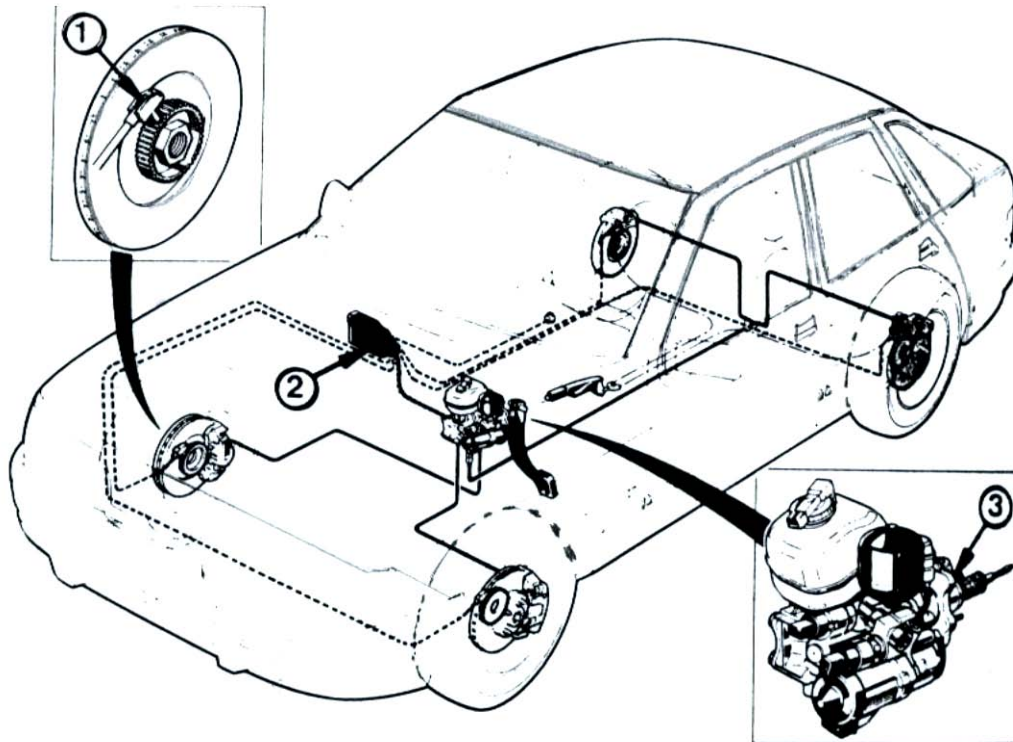


Figura 8. (Del libro “Tecnologías avanzadas del automóvil”.)

Otro de los dispositivos antibloqueo es el ABS Teves, similar al anterior.

Así pues cualquiera que sea su tipo, en los sistemas de frenos antibloqueo, el grupo hidráulico regula la presión aplicada a cada una de las ruedas en función de la adherencia de las mismas con el suelo y el esfuerzo ejercido por el conductor sobre el pedal, limitando la fuerza de frenado en ellas a un valor inferior al de



bloqueo. No obstante, en la instalación de frenos se mantiene la implantación del compensador de frenado para las ruedas traseras como se muestra en la (Figura 9).

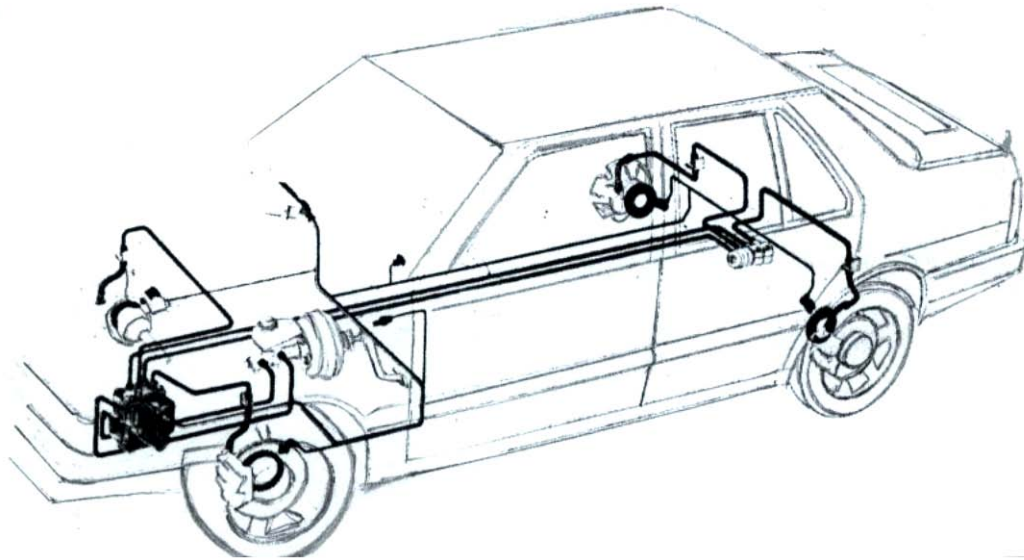


Figura 9.( Del libro “Tecnologías avanzadas del automóvil”.)

### Sistema de frenos con ABS Bosch.

En la figura 10, se muestra esquemáticamente la estructura de un sistema de frenos con ABS, donde puede apreciarse que el cilindro maestro(8) está enlazado hidráulicamente con cada uno de los cilindros de rueda(7), a través de unas válvulas electromagnéticas(a) instalados en el grupo hidráulico (1) del cual forma parte también una bomba hidráulica (b). El calculador electrónico (2) recibe señales de mando de los captadores de velocidad (3) instalados en cada rueda, procesándola para enviarlas en forma de impulsos eléctricos de mando a la bomba (b) o a las válvulas electromagnéticas (a) a través de un circuito de regulación.

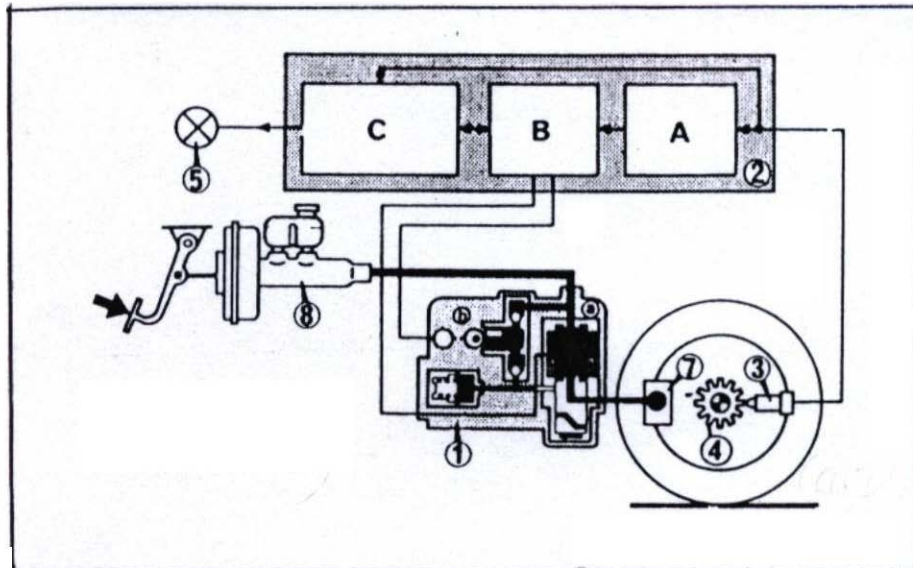


Figura 10. ( Del libro “Tecnologías avanzadas del automóvil”.)

La figura anterior muestra la interconexión de los componentes. El calculador electrónico (2), recibe las señales de velocidad de giro de las ruedas tomadas por los captadores (3), que debidamente procesadas son posteriormente enviadas al distribuidor hidráulico (1) para su gobierno.

En función de las señales de velocidad de giro de cada una de las ruedas, el calculador electrónico activa el grupo hidráulico para realizar las siguientes funciones:

- Poner en comunicación el cilindro maestro con cada uno de los cilindros de receptores de rueda

- Cortar esta comunicación con alguno o todos los cilindros de rueda, impidiendo de esta forma el aumento de la presión reducida.
- Poner uno o todos los cilindros receptores en comunicación con la bomba del grupo hidráulico para hacer caer la presión en el cilindro receptor y desfrenar la rueda que tiene al bloqueo.

En la realización de éstas funciones, el calculador electrónico recibe la información de velocidad de cada uno de los captadores instalados en las ruedas, detectando aquellas que tiendan al bloqueo. En estas condiciones, determina mantener la presión en el cilindro receptor o hacerla caer con el fin de liberar la rueda.

De lo antes descrito, se observa que las componentes esenciales de un circuito de frenos ABS, son: **“El captador de velocidad”**, **“El calculador electrónico”**, y **“El grupo hidráulico”**, cada uno de los cuales realiza determinada función.

**El captador de velocidad de la rueda**, el captador no es más que un sensor de velocidad, que se encarga de detectar la velocidad de la rueda en el proceso de frenado e informa al calculador electrónico, para que esta a su vez instruya al grupo hidráulico y esta docifique la velocidad e impida el bloqueo de la rueda.

En la figura 11, se muestra la implantación del captador de velocidad (1) en el buje de la rueda donde queda posicionado frente a la corona dentada montada en el eje de transmisión, dejando un entreabierto de 1 mm.

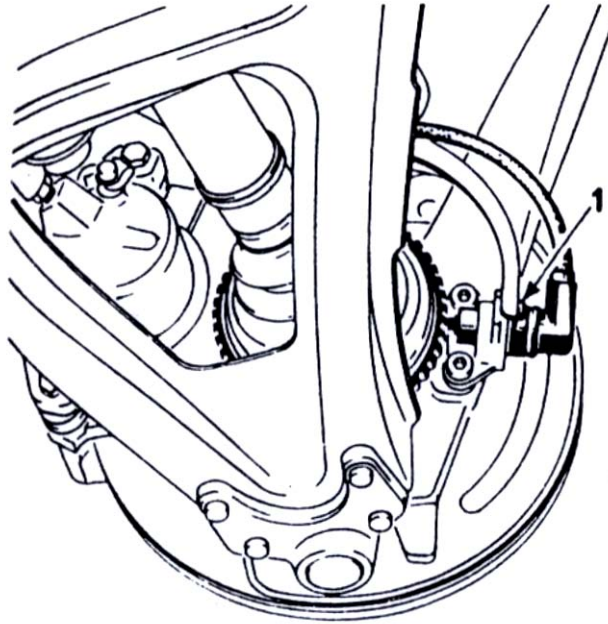


Figura 11. ( Del libro “Tecnologías avanzadas del automóvil”.)

**Calculador Electrónico**, tiene como función la de controlar las señales que proceden de cada uno de los captadores de rueda, para calcular los valores correspondientes a la velocidad de cada rueda y el deslizamiento debido al frenado y después, en función de dichos cálculos, comanda las electroválvulas a fin de modular la presión de frenado cuando se presenta una tendencia al bloqueo.

Si la fuerza ejercida sobre el pedal de frenos se mantiene constante, el calculador electrónico establece las siguientes fases:

- Si el detector de velocidad comunica al calculador un retraso notable en el giro de la rueda, es decir, si hay tendencia al bloqueo la señal enviada desde el calculador al bloque hidráulico hace que la presión aplicada a la rueda deje de aumentar.

- Si el giro de la rueda sigue retrasándose, el calculador activa el distribuidor hidráulico de manera que la presión en el cilindro de rueda se reduce, con lo que el frenado pierde intensidad.
- El giro de la rueda acelera al reducir la presión de frenado. Cuando alcanza un determinado valor límite, el calculador electrónico detecta que esa rueda está insuficientemente frenada, entonces modifica el mando para el distribuidor hidráulico, modificando la presión de frenado, con el consecuente retraso del giro de la rueda, comenzando así un nuevo ciclo de regulación.

El calculador electrónico realiza también una función de autocontrol, cada vez que se acciona la llave de contacto antes del arranque del motor. Este control se efectúa sobre una tensión de alimentación, en las electroválvulas y el circuito electrónico. Durante este tiempo, la lámpara de control permanece encendida para apagarse después si no detecta ningún fallo. Con el vehículo en marcha, a partir de una velocidad de 6 km./hr., el calculador realiza un segundo ciclo de control, verificando los captadores de velocidad y el grupo hidráulico, además de este, controla permanentemente durante su funcionamiento los elementos esenciales del sistema, produciendo el encendido de la lámpara testigo si detecta alguna anomalía, en cuyo caso el sistema queda fuera de servicio, quedando el vehículo con el sistema de frenos convencional.

**Grupo Hidráulico.-** Es quien modula la presión aplicada a cada cilindro de rueda, gobernado por el calculador electrónico.

El grupo hidráulico se encuentra colocado o ubicado en la proximidad del cilindro maestro, conectado a éste por medio de conductos metálicos, de manera que cada una de las salidas de presión del cilindro maestro para las ruedas, pase por el distribuidor hidráulico, el cual se encuentra conectado en serie, entre el cilindro maestro y los cilindros receptores de rueda. En este caso se dispone de dos

conductos de llegada de presión desde la bomba de frenos y cuatro conductores de salida para los distintos circuitos de frenado, correspondiendo la VL a la rueda delantera izquierda, VR a la delantera derecha, HL a la trasera izquierda y HR a la trasera derecha. Figura (12).

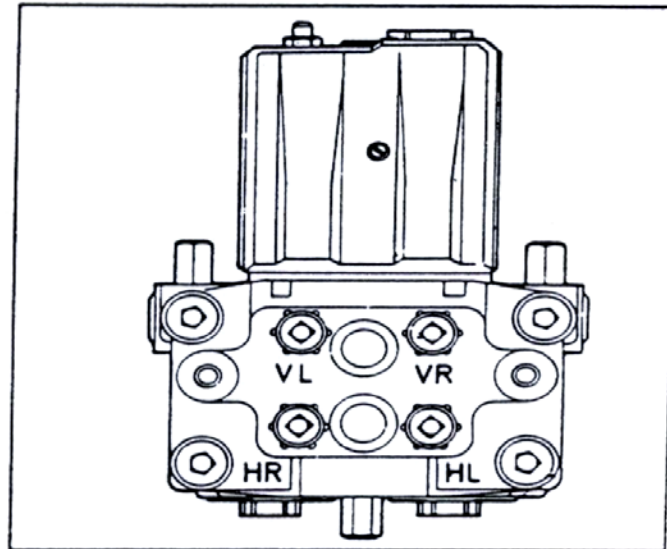


Figura 12. ( Del libro “Tecnologías avanzadas del automóvil”.)

#### b).- Frenos de potencia y su funcionamiento.

Los frenos de potencia de vacío, se diseñan para disminuir el esfuerzo del conductor y, aumentar la presión de los frenos cuando se aplican. La teoría del funcionamiento de todas las unidades en las que se utiliza el vacío es la misma, y consiste en aumentar la potencia (fuerza) utilizando la presión atmosférica de un lado y la presión inferior –vacío- del otro. El vacío en motor de gasolina proviene del múltiple de admisión, y en un motor diesel de una bomba evacuadora.

Un motor de gasolina en buenas condiciones fácilmente produce un enrarecimiento de 16 a 24 pulgadas (40.64 a 60.96 cms.) de mercurio, mientras que

una bomba evacuadora en buenas condiciones, fácilmente produce un enrarecimiento de 28 pulgadas ( 71.12 cms. ) de mercurio.

Este tipo de frenos se utilizan en camiones pequeños y en equipo ligero a tamaño medio para carretera y fuera de ella.

**Diseño básico.**- La unidad de potencia de vacío consta de cubierta cilíndrica grande dividida en el interior por un pistón o diafragma, se sujeta una varilla al pistón y se apoya contra el cilindro primario de la bomba o pistón del cilindro de potencia. La varilla esta sellada para que entre aire atmosférico a la mitad que tiene aire enrarecido de la cubierta del cilindro. Un resorte helicoidal en el lado del aire enrarecido del cilindro empuja el pistón o diafragma hacía el lado en donde está la presión atmosférica. Una combinación de tuberías hidráulicas y mangueras conecta el múltiple de admisión o la bomba evacuadora con el lado del aire enrarecido del cilindro y con el mecanismo que mueve la válvula, este mecanismo es una unidad independiente que consiste en una válvula para el aire enrarecido y otra para el aire atmosférico, cada uno con resorte equilibrador. Las válvulas se mueven por una varilla de empuje conectada al pedal de freno.

El diseño básico de la citada unidad de potencia se puede observar en la siguiente figura:

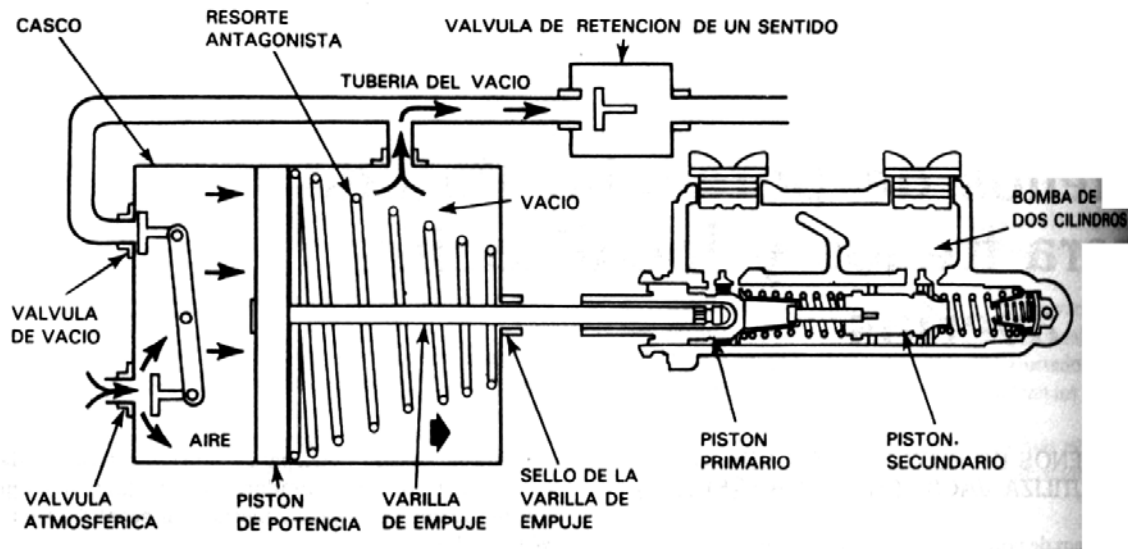


Figura 13.-Vista esquemática de un reforzador de un frenos de potencia de vacío.  
(Del libro "Equipo Diesel" tomo I, Erich J. Schulz, Edit. CECOSA, primera edición 1985.)

**Funcionamiento.-** Cuando el motor funciona y los frenos están sueltos, se abre una válvula del aire enrarecido y la válvula del aire atmosférico esta cerrada. Entonces existe una presión igual (baja) en ambas mitades del cilindro. El resorte helicoidal ha empujado el pistón o diafragma a la posición del freno de suelto ( a la izquierda) y ha permitido que los pistones del cilindro de la bomba se muevan a la posición de suelto, abriendo las lumbreras compensadoras. Controlando la presión atmosférica puede controlarse la fuerza aplicada. Para aumentar la fuerza aplicada, se aumenta el área del pistón afectado o del diafragma, o se usan sistemas auxiliares de potencia de diafragma dobles.

c).- Frenos de aire y su funcionamiento.

Los frenos de aire se han usado desde hace mucho tiempo, en vehículos pesados para carretera y para fuera de ella, y son populares debido a que un esfuerzo moderado de parte del conductor, puede multiplicar en forma considerable



para aplicarlo a los frenos, se pueden utilizar en cualquier vehículo de motor, equipo o máquina, y se pueden tolerar algunas fugas pequeñas en los componentes sin repercusión notable en la eficiencia de los frenos.

Los sistemas de frenos de los camiones, tracto camiones y remolques han avanzado tecnológicamente a través de los años especialmente en 1975, con la aparición del FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard 121).

Para satisfacer los requisitos del FMVSS-121, que por ejemplo un tractor con semi-remolque pare dentro de un carril de 12 pies (3.66 mts.) a 60 M.P.H. (96.6 K.P.H.) dentro de una distancia para detenerse de 295 pies ( 89.97 mts.), los fabricantes tuvieron que convertir a un sistema de frenos doble; con muchos cambios en vehículos y conexiones para las tuberías de aire, aumentar en la capacidad de los depósitos y cambiar en las ruedas, tambores, forros y ejes (especialmente en el eje delantero).

En la actualidad muchos tractocamiones con semiremolque, carecen de frenos en el eje delantero, por el peligro que representan en un frenado brusco, dado que puede provocar un desequilibrio en el vehículo y posible desalineamiento del semiremolque con el tractor.

**Sistema básico de frenos aire.-** Los componentes básicos de un sistema de frenos a aire son:

- El compresor.
- El regulador.
- El depósito.
- La válvula de aplicación del freno.

- La válvula relevadora.
- Los mecanismos de acción.
- El emplazamiento.
- Las tuberías de aire.

Ver la siguiente figura:

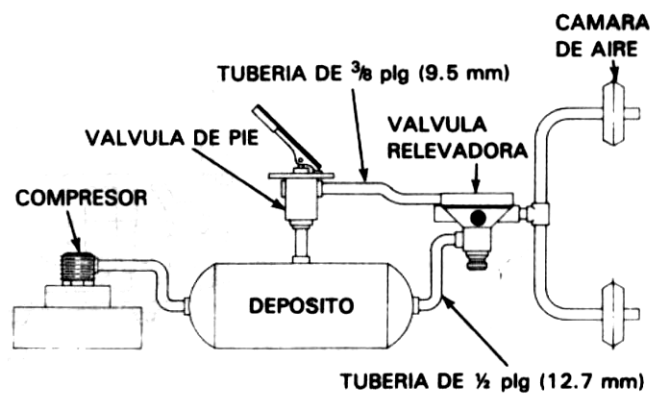


Figura 14.- Componentes de un sistema básico de frenos de aire.

(Del libro “Equipo Diesel” tomo I, Erich J. Schulz, Edit. CECOSA, primera edición 1985.)

El sistema de frenos de aire tiene como fuente de energía, el motor del vehículo, que mueve directa o indirectamente una bomba de aire, llamada compresor.

**El compresor** esta conectado a un tanque denominado **depósito**, cuando el motor está funcionando el compresor descarga aire adentro del depósito aumentando su presión.

Un dispositivo sensible a la presión, llamado **regulador**, registra la presión en el depósito, cuando la presión del aire dentro del depósito es a la presión de

límite, que pudiera ser de 105 a 130 lb./pulg. ( 724.15 a 896.6 kPa.), el regulador envía una señal al compresor y el bombeo se detiene al bajar la presión en el depósito debido a la aplicación del freno, y al llegar a una presión inferior que es más o menos de 20 lb/pulg<sup>2</sup>. ( 137.9 kPa.) inferior a la máxima del depósito, el regulador responde enviando una señal al compresor y la bomba comienza a funcionar de nuevo.

“El aire almacenado a presión se convierte en la energía potencial” del sistema de frenos de aire, no importando su volúmen sino su presión ya que es la que crea la fuerza del frenado inicial.

La capacidad del depósito asegura que la caída de presión después de aplicar los frenos sea mínima y por lo tanto se puedan aplicar los frenos varias veces antes de que la presión llegue al mínimo de corte.

**La válvula de aplicación del freno o válvula de pie**, que está colocada entre el depósito y la válvula relevadora, proporciona al conductor un dispositivo de control que mide la presión del aire a la válvula relevadora y la sensación de la fuerza de frenado, cuando el conductor reduce o aumenta la presión del aire.

**La válvula relevadora**, es una válvula que releva la aplicación del freno de la válvula de aplicación.

**Los mecanismos de acción** pueden ser del tipo de cuña o de leva, cuando son del primer tipo la cuña aumenta la fuerza de empuje. En los del tipo leva, el ajustador de separación convierte la fuerza lineal en movimiento giratorio(par) y la leva convierte el par en fuerza

## ANEXO B.

### Sistemas de la Dirección.<sup>1</sup>

Para proteger al conductor de las lesiones que pudiera producirse el árbol de la dirección en caso de un choque frontal, el árbol de la dirección puede diseñarse para que ceda al chocar el vehículo. Por ejemplo en el sistema AC DELCO el árbol tubular está formado por un enrejillado metálico que, a pesar de ser resistente a la torsión, se pliega y absorbe energía cuando se comprime longitudinalmente.

En otro tipo, el eje de la dirección está dividido por secciones unidas entre sí por juntas universales, por lo que tienen un eje longitudinal común.

Ver las siguientes figuras.

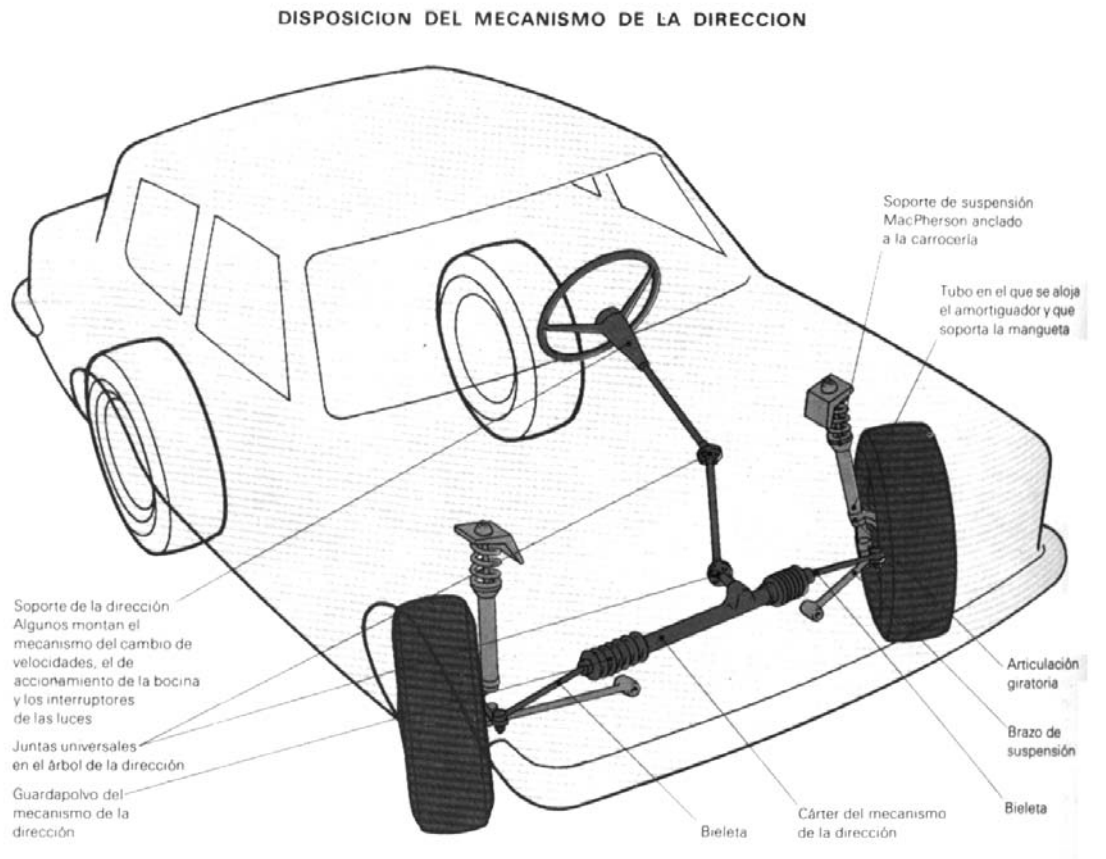


Figura 15.-Disposición del mecanismo de la dirección.( “El Automóvil” Selecciones de Reader s Digest)

1.-Libro “El Automóvil” Selecciones de Reader s Digest, 1975, tercera edición.)

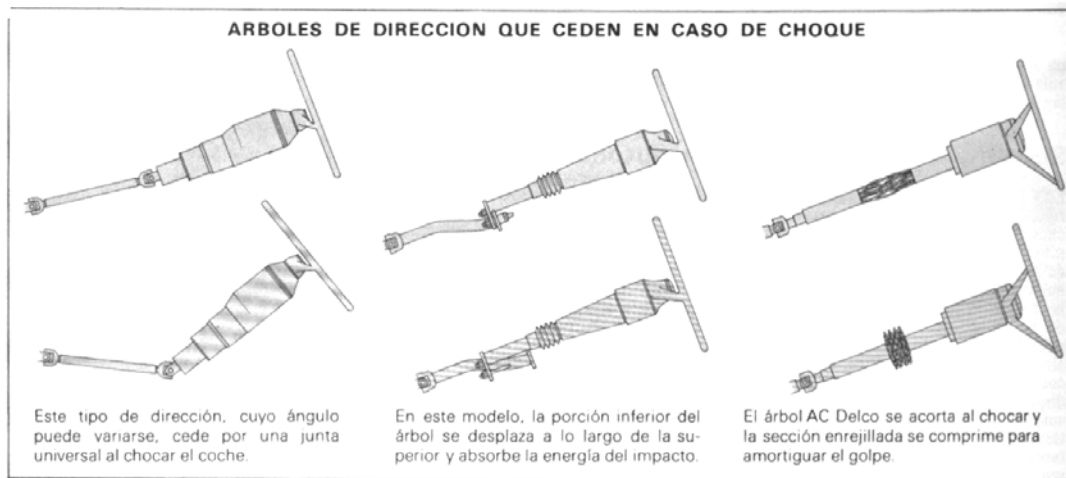


Figura 16.- Arboles de dirección que ceden en caso de un choque. (“El Automóvil” Selecciones de Reader s Digest.)

**Diferentes tipos de sistemas de dirección.-** Un automóvil se dirige por medio de una caja de reducción, y de un sistema de bieletas y palancas diseñadas, para proporcionar al conductor control direccional con el mínimo esfuerzo.

El volante se une a un eje conocido como columna de la dirección. El eje se une al mecanismo de la dirección, que convierte el movimiento giratorio del volante en otro de vaivén en las articulaciones de las ruedas delanteras y proporciona al conductor el efecto de ampliación que necesita para orientar las ruedas delanteras sin grandes esfuerzos.

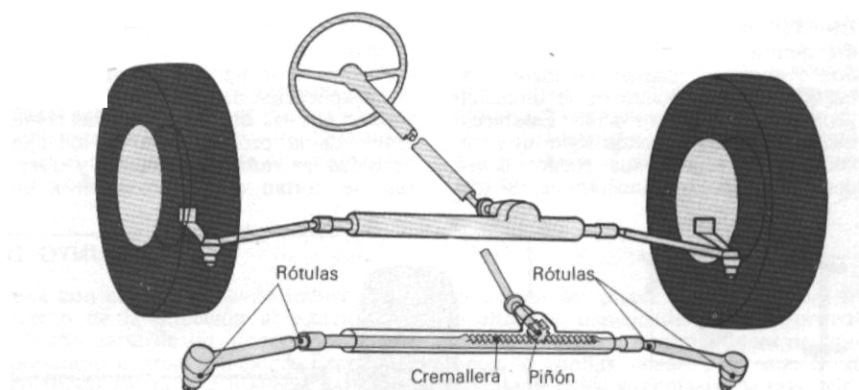
Entre los tipos de direcciones más comunes se tienen:

**a).- El sistema de piñón y cremallera.-** Que es la más utilizada en la actualidad, en el que el piñón unido al extremo inferior del eje de la dirección engrana con una cremallera. Al girar el volante, la cremallera se mueve a uno u otro lado, lo que permite orientar las ruedas a través de unas bieletas.

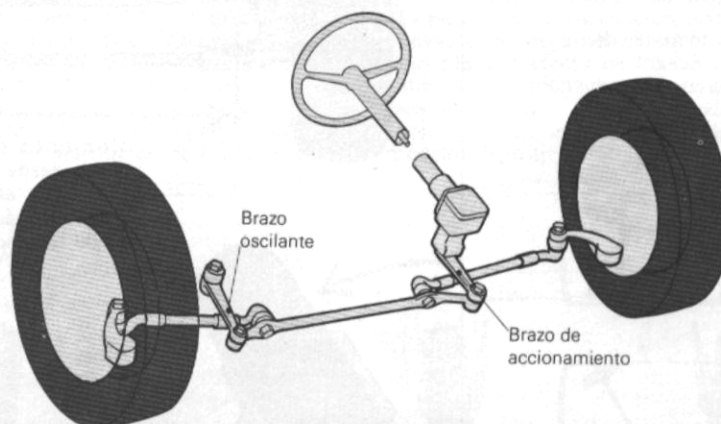
**b).- El de dedo y husillo.**

**c).- El de tornillo y tuerca con bolas circulantes.**

Ver las siguientes figuras.



**Piñón y cremallera.** Es el tipo más sencillo de dirección: un piñón que gira con el eje de la dirección mueve una cremallera unida a las ruedas por medio de rótulas y bieletas.



**Mecanismo de dirección.** El volante acciona un husillo y un dedo, un tornillo sin fin y una tuerca, que mueven un brazo unido a las ruedas por articulaciones y bieletas.

Figura 17. (“El Automóvil” Selecciones de Reader s Digest.)

En los tipos anteriores, el mecanismo o caja de la dirección actuaba sobre un brazo corto, que a su vez accionaba el resto del sistema.

En los coches antiguos equipados con el eje delantero rígido y en algunos de suspensión delantera independiente, las manguetas, para orientar las ruedas, giraban alrededor de un eje llamado pivote.

En los coches modernos con suspensión independiente el giro de las manguetas se efectúa sobre rótulas esféricas.

## ANEXO C.

### Ruedas y Neumáticos.<sup>1</sup>

**Ruedas de disco de acero estampado**, la mayoría de los coches montan sus llantas en disco de acero estampado, por ser ligeras, fuertes, rígidas y resistentes a los golpes accidentales. Son fáciles de producir en grandes cantidades y a precio moderado.

**Ruedas con radios cruzados**, es el más antiguo de ruedas, se trata de una rueda ligera, pero de gran fortaleza. Todos los esfuerzos de la rueda se transmiten a través de los radios de acero, son mucho más resistentes a la tracción que a la compresión. Individualmente los radios ofrecen poca resistencia a la flexión. Todas las fuerzas que actúan sobre la rueda se transforman en tensiones, distribuidas uniformemente entre un número determinado de radios.

**Las ruedas de aleación ligera**, se usan desde 1953 en muchos vehículos de competición y desde 1962 en automóviles convencionales, aunque algunos modelos Bugatti las montaban en la década de los 20. En la actualidad son pocas las marcas de coches que las montan en sus modelos en serie.

Por su menor peso en comparación con el acero, la aleación de aluminio y magnesio permiten el empleo de mayores espesores, con lo que se aumenta la rigidez y se consigue distribuir las tensiones sobre una zona más amplia. En éstas la llanta puede ser más ancha, motivo por el cual se montan en coches deportivos.

Debido a que mejoran la adherencia a la carretera, sobre todo en las curvas. Las aleaciones ligeras son muy buenas conductoras de calor, por lo que con ellas la refrigeración de los frenos y neumáticos es mejor que con ruedas de acero. Sin embargo deben adoptarse ciertas precauciones, pues las atacan los ambientes salinos, y también son propensos a la corrosión electrolítica que aparece cuando el

1.-Libro "El Automóvil" Selecciones de Reader s Digest, 1975, tercera edición.)



acero entra en contacto con una aleación ligera. Para evitarlo deben engrasarse los orificios por donde pasan los tornillos de fijación.

#### tipos básicos de ruedas

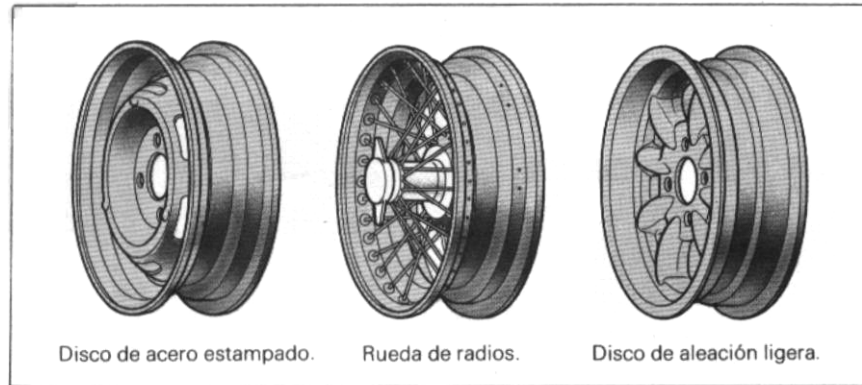


Figura 18 . (“El Automóvil” Selecciones de Reader s Digest.)

#### Neumáticos.

Existen tres tipos principales de neumáticos, según la estructura de la carcasa:

Convencionales,  
Radiales y  
mixtos.

- **Neumáticos convencionales o diagonales**, son los más antiguos de todos y tienen una carcasa, constituida por dos o más capas de tejido (lonas), anteriormente las cuerdas de las lonas cruzaban el neumático formando un ángulo recto con la dirección de la rotación; posteriormente durante muchos

años las cuerdas estuvieron dispuestas formando ángulo de 45 grados, debido a que proporcionaban comodidad y facilidad en la dirección. En la actualidad se ha reducido a 40 grados, e incluso a menos en algunos neumáticos para alta velocidad en los que la precisión y la respuesta de la dirección revisten mayor importancia que la comodidad.

- **Neumáticos radiales**, en la actualidad la mayoría de los fabricantes montan neumáticos radiales, mismos que se están generalizando, debido a que sufren menos desgaste en las curvas y duran más que las convencionales. Los neumáticos radiales constan de dos capas: las capas de tejido o lonas y un cinturón de cuerdas, las cuerdas de las lonas se dirigen de un aro a otro atravesando las bandas de rodadura en ángulo recto, no diagonal como ocurre en las convencionales, las cuerdas suelen ser de material rayón o de alambre fino de acero, y más recientemente se está usando fibra de vidrio. El número de capas depende del material empleado. El nilón que se empleó inicialmente en los neumáticos de aviación, es más resistente, más elástico y más flexible que el rayón, y mantiene el neumático más frío. Se emplea en neumáticos para grandes velocidades o para cargas muy pesadas combinado con otros materiales.
- **Neumáticos mixtos**, es una combinación de los dos anteriores en donde los bordes de la rueda se sitúan justamente en los bordes de los extremos del cinturón, con lo que se consigue una posición ideal para que la banda de rodadura y los flancos del neumático puedan flexionar de forma independiente.

## COMPONENTES PRINCIPALES DEL NEUMÁTICO Y DE LA RUEDA



Figura 19. ("El Automóvil" Selecciones de Reader s Digest.)



## ESTRUCTURA DEL NEUMATICO DIAGONAL

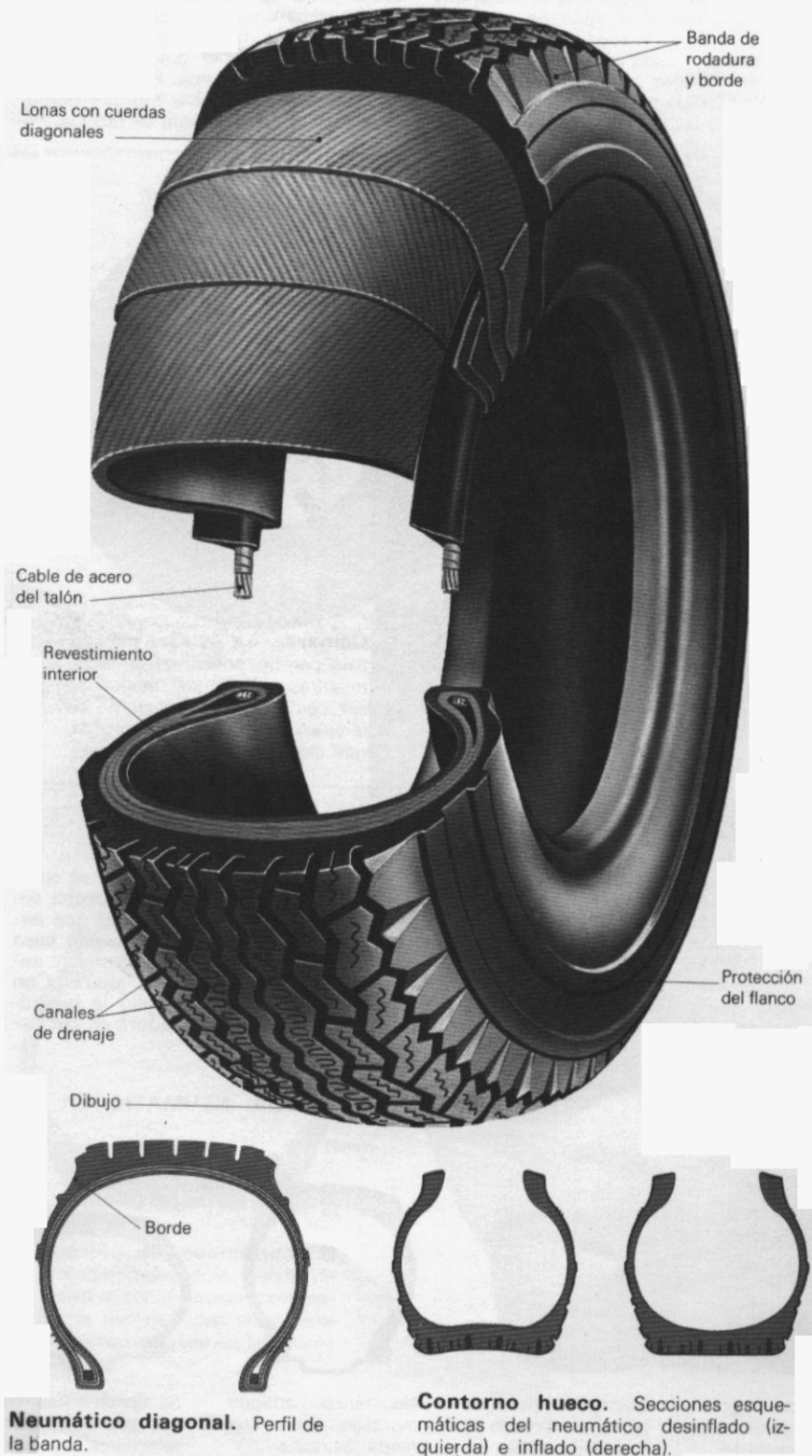
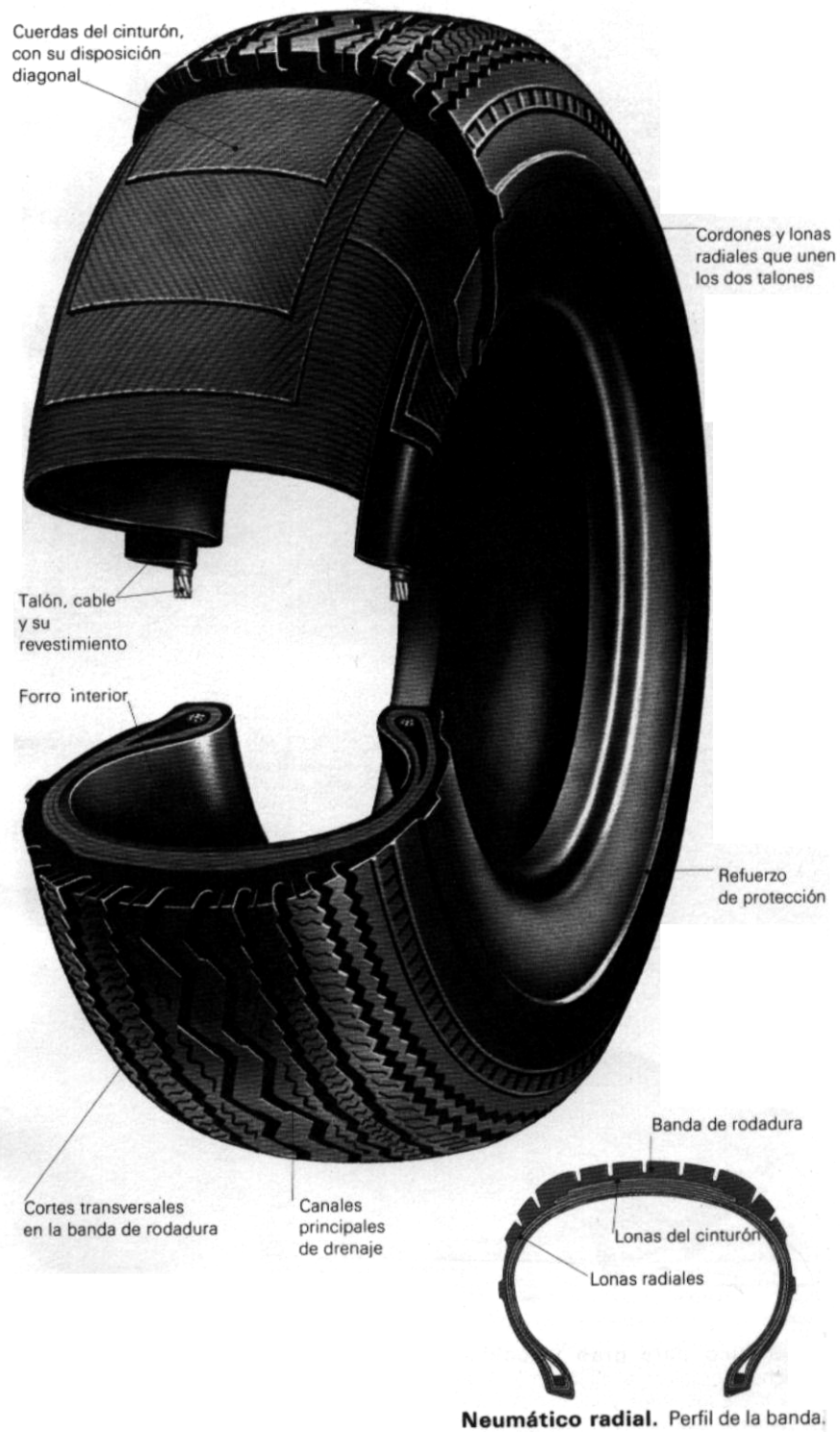


Figura 20. ("El Automóvil" Selecciones de Reader s Digest.)

## ESTRUCTURA DE UN NEUMATICO RADIAL

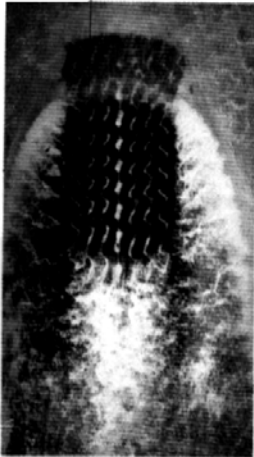


r

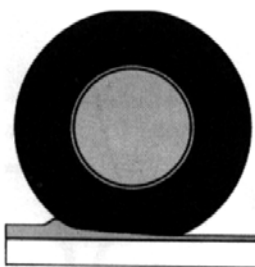
Figura 21. ("El Automóvil" Selecciones de Reader s Digest.)

## «HUELLA» DEL NEUMÁTICO

Dispersión del agua a través de los canales de la banda de rodadura



Esta fotografía, obtenida a gran velocidad, muestra la zona de contacto, es decir, el área directamente sobre la carretera en cualquier momento, cuando se conduce sobre terreno encharcado. Fue tomada debajo de una placa de vidrio en una pista de pruebas. Muestra, en primer lugar, la cantidad de agua expulsada hacia los lados por el neumático o bombeada a lo largo de los surcos principales de la banda de rodadura.



Si el neumático está liso, carecerá del dibujo necesario para dispersar el agua, que se acumula por delante y, por tanto, la rueda patina.

Cortes transversales



**Neumático para gran velocidad.** El canal central es excepcionalmente profundo y ancho y desplaza el agua del área de contacto; los canales transversales dispersan el agua hacia los lados y los cortes finos absorben el agua que queda, dejando una zona de contacto relativamente seca (apenas del tamaño de la suela de un zapato).

Figura 22. ("El Automóvil" Selecciones de Reader s Digest.)

## **Seguridad.**

El dibujo de la banda de rodamiento sirve para mejorar la adherencia de la carretera, permitiendo al vehículo desplazarse con comodidad, velocidad, seguridad y economía máximas, independientemente de las condiciones climatológicas.

La mejor adherencia que puede obtenerse sobre una superficie completamente lisa lo proporciona un neumático con la banda de rodamiento relativamente lisa. Pero no así cuando la carretera está húmeda o mojada, la adherencia de un neumático liso es prácticamente nula pues el agua actúa como lubricante aún en cantidades mínimas. Si hubiera mucha agua en la carretera se forma una especie de cuña por delante y por debajo del neumático liso, originándose un desplazamiento denominado “aquaplaning”. Al estar separada de la carretera por una película de agua la rueda deja de girar, con lo que se pierde el control de la dirección.

Si existe una película de agua sobre la superficie de la carretera, el dibujo de la banda de rodamiento desempeña una función muy importante, dado que rompe la película de agua y permite la adherencia de la rueda, cuando hay mucho agua, el dibujo de la banda de rodadura desempeña tres funciones diferentes: en primer lugar desplaza a un lado el agua o la bombea a través de sus surcos y canales, rechazando el agua hacia la parte posterior de la superficie de contacto y por detrás de la rueda. En segundo lugar, la película de agua que queda es absorbida por unos surcos transversales. En tercer lugar la banda de rodadura se adhiere a la zona de contacto y asegura la tracción.

Los dibujos de las bandas de rodamiento varían de acuerdo a las condiciones de uso previstas. Si un neumático va a emplearse durante períodos prolongados invernales, necesitara una banda de rodamiento de surcos anchos y profundos para adherirse mejor a la carretera con nieve y barro.

En los neumáticos figuran unas claves que indican las velocidades máximas a las que pueden circular:



Los neumáticos radiales exhiben la siguiente indicación:

SR- para velocidades hasta 180 km./hr.

HR- para velocidades hasta de 210 km./hr.

VR- para velocidades superiores a los 200 km./hr.

Otras indicaciones son las siguientes:

<b>LIMITE MAXIMO DE VELOCIDAD PARA CADA TIPO DE NEUMATICO</b>	
<b>F</b>	<b>80</b>
<b>G</b>	<b>90</b>
<b>J</b>	<b>100</b>
<b>K</b>	<b>110</b>
<b>L</b>	<b>120</b>
<b>M</b>	<b>130</b>
<b>N</b>	<b>140</b>
<b>P</b>	<b>150</b>
<b>Q</b>	<b>160</b>
<b>R</b>	<b>170</b>
<b>S</b>	<b>180</b>
<b>T</b>	<b>190</b>
<b>U</b>	<b>200</b>
<b>H</b>	<b>210</b>
<b>V</b>	<b>210</b>
<b>Z</b>	<b>240</b>

Tabla 2. ( El libro “La Seguridad”

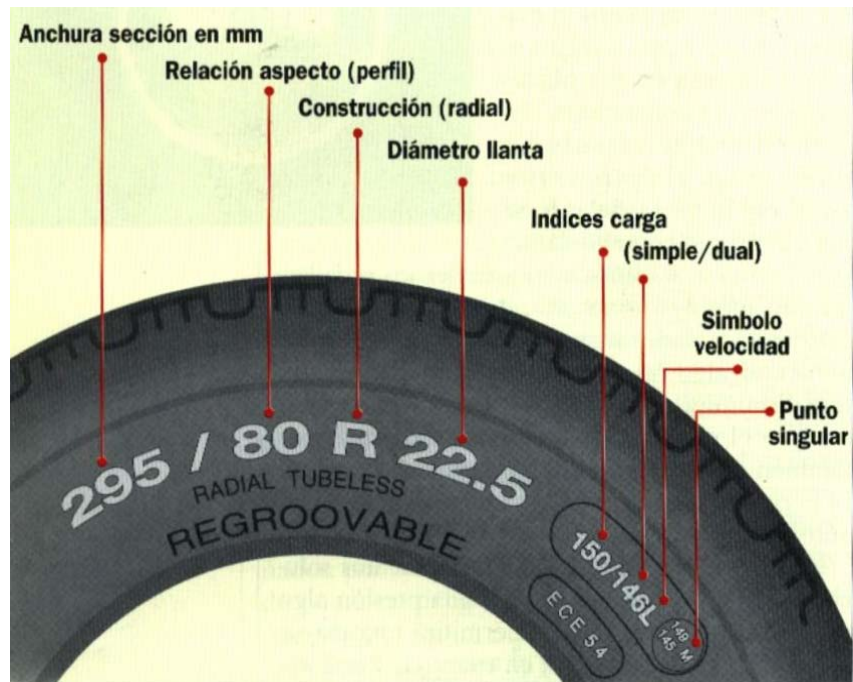


Figura 23. ( El libro “La Seguridad”

En las ruedas convencionales o diagonales se tiene la siguiente graduación:  
S- hasta un rango de 155-175 km./hr., para un diámetro de la llanta entre 10-13,  
H- hasta un rango de 155-175 km./hr., para un diámetro de la llanta entre 10-13.

## **Bibliografía.**

- 1.- “INGENIERÍA DE TRANSITO”.  
Cal y Mayor.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México  
Cuarta Edición 1974.
  
- 2.- “EL MUNDO DEL SABER”.  
LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.  
Editorial Novaro, S.A. 1982.
  
- 3.- “PERITAJES DE TRANSITO”.  
E. Sodi y L.F. Sotelo  
Editorial Limusa S.A. 1978.
  
- 4.- “EQUIPO DIESEL TOMOS I Y II ”.  
Erich J. Schulz.  
Editorial Continental S.A. de C.V. México 1975.
  
- 5.- “MANUEL DEL INGENIERO MECANICO”.  
TOMOS I, II Y III  
Theodore Baumeister  
Eugene A. Avallone  
Theodore Baumeister III.  
Editorial Mcgraw- Hill 1990.
  
- 6.- “EL LIBRO DEL AUTOMOVIL”.  
Selecciones de Reader’s Digest de México 1975.

- 7.- “MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS”.  
DINAMICA.  
Beer y Johnston.  
Mcgraw Hill de México, S.A. de S.V. 1979.
- 8.- “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS”.  
Guillermo Aguirre Esponda  
Editorial Trillas. UNAM, Facultad de Ingeniería, 1990.
- 9.- “FUNDAMENTALS HEAT AND MASS TRANSFER”.  
Frank P. Incropera  
David P. De Witt  
Third Edition 1990.  
Edit. John Wiley & Sons.
- 10.- “INTRODUCCION A LA INGENIERÍA Y AL DISEÑO  
EN INGENIERIA”.  
Krick.  
Editorial Limusa, Noriega Editores, 1996.
- 11.-“MANUAL DE INTRODUCCION A LA CRIMINALISTICA”.  
Rafael Moreno Gonzalez  
Editorial Porrúa, 1990.
- 12.- “MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACION”  
E.Paul De Garmo  
Editorial Reverté, S.A., 1975.

- 13.- “DICCIONARIO ILUSTRADO DE CIENCIAS”.  
Tomos 1 y 2  
Editorial Larousse, 1988.
- 14.- MANUAL LITTER.  
FARMACOLOGÍA EXPERIMENTAL Y CLÍNICA.  
Septima edición.  
Editorial Ateneo 1988.
- 15.- ACCIDENTOLOGÍA VÍAL Y PERICIA.  
Victor A. Irureta  
Ediciones La Rocca 1996.
- 16.- “TECNOLOGÍAS AVANZADAS DEL AUTOMÓVIL”.  
Segunda edición 1997.  
José Manuel Alonso  
Editorial Paraninfo.
- 17.- “FÍSICA MODERNA UNIVERSITARIA”.  
Harvey E. White.  
Editorial UTHEA.
- 18.- “FISONOMÍA DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO”  
Leonardo Lazo Margáin  
Gilberto Sánchez Angeles.  
Editorial Porrúa.

19.- “ACCIDENTES DE TRÁFICO”

Manuel López Muñíz Goñi.

Edita Revista de Derecho Judicial Madrid.