



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

TESIS

**“EL TRACTOCAMIÓN COMO MEDIO DE
TRANSPORTE LIMPIO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:

IGNACIO REYES GERARDO

ASESOR:

ING. FRANCISCO RAÚL ORTIZ GONZÁLEZ



SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉXICO, 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

	Página
Objetivo.....	I
Introducción.....	II
Capítulo 1. Evolución del transporte terrestre.....	1
1.1 Primeros caminos.....	1
1.1.1 Los tamemes como medio de transporte en el México prehispánico.....	2
1.2 Desarrollo.....	4
1.3 El automóvil.....	7
1.3.1 La rueda, la carretera y el motor de cuatro tiempos.....	8
1.3.2 Progreso del vehículo en México.....	12
1.3.3 Producción en cadena.....	13
1.4 Vehículos de carga.....	16
1.4.1 El transporte de pasajeros.....	20
1.4.2 El tractocamión.....	21
1.4.3 La quinta rueda y el pivote.....	24
1.4.4 El semirremolque y el manejo del doble remolque.....	26
Capítulo 2. El motor de combustión a diesel.....	32
2.1 El petróleo.....	32
2.2 Combustible diesel.....	35
2.2.1 Índice de cetano.....	36
2.2.2 Azufre.....	39
2.3 Motor a diesel.....	41
2.3.1 Emisiones contaminantes.....	47
2.3.2 Fuentes móviles (vehículos automotores).....	52
2.3.3 América y sus motores a diesel.....	53
2.4 El diesel mexicano.....	56
2.4.1 Los inicios de la empresa nacional.....	59
Capítulo 3. Importancia del tractocamión y sus emisiones contaminantes.....	65
3.1 Generalidades.....	65
3.2 Dinamómetro.....	66
3.2.1 Prueba estática para automotores a diesel.....	68
3.2.2 Dinamómetro del instituto mexicano del petróleo (IMP).....	69
3.3 Tren motriz del tractocamión.....	70
3.3.1 El ciclo del motor a diesel y sus contaminantes.....	72
3.3.2 Embrague.....	78
3.3.3 Transmisión mecánica.....	80
3.3.3.1 Transmisión mecánica vehicular.....	81
3.3.3.2 Flecha cardán.....	83

3.3.3.3	Juntas transmisoras del movimiento.....	84
3.3.4	Diferencial.....	84
3.4	Llantas ó Neumáticos.....	87
3.5	Factores que se deben considerar para la selección del tren motriz.....	89
3.6	Curvas característica del motor.....	91
Capítulo 4. La normatividad ambiental del tractocamión.....		96
4.1	El desarrollo de la política mexicana.....	96
4.2	Gestión ambiental del sector transporte.....	100
4.3	Normas oficiales que intervienen en el control de las emisiones de motores a diesel.....	104
4.4	Principales medidas correctivas para tener vehículos limpios.....	113
4.4.1	Alternativas para la disminución de emisiones contaminantes.....	119
4.4.2	Reducción de la resistencia al rodaje usando llantas de base ancha e inflado automático.....	123
Conclusiones.....		126
Anexos.....		128
Bibliografía.....		135

Describir e identificar todos aquellos elementos que son nocivos para la operatividad de los motores de combustión interna que utilizan el diesel como energético para el desplazamiento principalmente de los tractocamiones.

Diferenciando sus componentes mecánicos (motor, transmisión, diferencial, flecha cardan); así como el de categorizar (manuales de operación, mantenimiento, fichas técnicas) los diferentes apartados de las normas ambientales en nuestro país, con la finalidad de que las unidades automotrices reduzcan sus emisiones contaminantes al medio ambiente como son: (dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos nitrosos, óxido de azufre y material particulado).

La ingeniería es la práctica de conocimientos, técnicas, métodos científicos y herramientas eficientes para ayudar a simplificar nuestra vida diaria, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías o para proponer soluciones reales a los problemas que se presentan en nuestra sociedad y media ambiente.

Esta actividad profesional cada vez explora más áreas para ayudar a solucionar problemas, que no se les había tomado importancia, temas de cuidado relacionados a las tecnologías que los mismos individuos han creado y que hoy en día están afectando a la flora, fauna, recursos naturales y al propio ser humano.

El descubrimiento y desarrollo de productos nos han facilitado nuestra vida; tal es el caso del hallazgo del combustible diesel y la invención del motor a diesel, base fundamental para fabricar tractocamiones de gran utilidad para el arrastre y transporte de miles de productos y mercancías de un lugar a otro; de esta forma ayuda al ser humano a proveerlo y satisfacer sus necesidades diarias.

La presente investigación está orientada hacia la concientización y mejora de las emisiones contaminantes del motor a diesel y con ello al tractocamión que puede ser un medio de transporte limpio.

A continuación se describen los aspectos principales que comprende cada capítulo de este trabajo:

En el primer capítulo se documenta una breve historia de la evolución del transporte, iniciando por el México prehispánico, desde el ser humano como medio de transporte, pasando por los animales, hasta llegar a la invención de la rueda, carreteras, el motor de cuatro tiempos y la producción en cadena del automóvil, posteriormente se profundiza en el inicio del vehículo de carga hasta llegar al tractocamión como medio de arrastre y transporte.

El segundo capítulo menciona la principal fuente motriz del tractocamión, que es el motor de combustión a diesel, el combustible diesel, sus principales características y desventajas por ser un combustible muy contaminante, además el inicio de la exploración del petróleo en México y la creación de la empresa paraestatal (PEMEX).

El tercer capítulo describe la importancia del tractocamión y sus emisiones contaminantes, para poder seleccionar adecuadamente el tren motriz, no antes de describir los elementos que lo constituye.

El cuarto capítulo ofrece la normatividad ambiental relacionada con el tractocamión y su gestión, ya que es muy importante considerar los límites máximos permisibles de cada uno de los contaminantes provenientes del escape del motor; para dichos límites se mencionan las normas oficiales mexicanas relacionadas. Además, se mencionan algunas medidas correctivas para poder reducir el consumo de diesel, estas pueden ser, la modernización del motor o implementación de nuevas tecnologías, convertidores catalíticos y la aerodinámica del tractocamión.

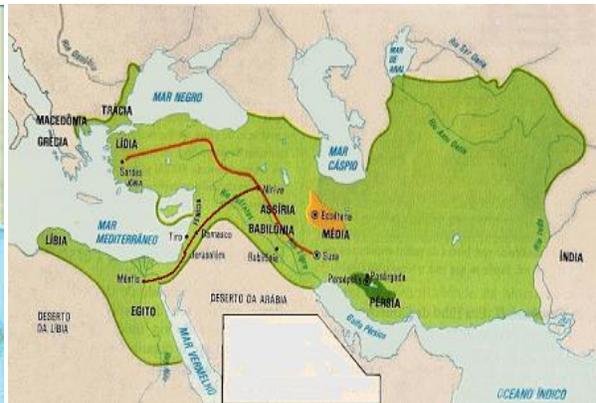
Capítulo 1. Evolución del transporte terrestre

1.1 Primeros caminos

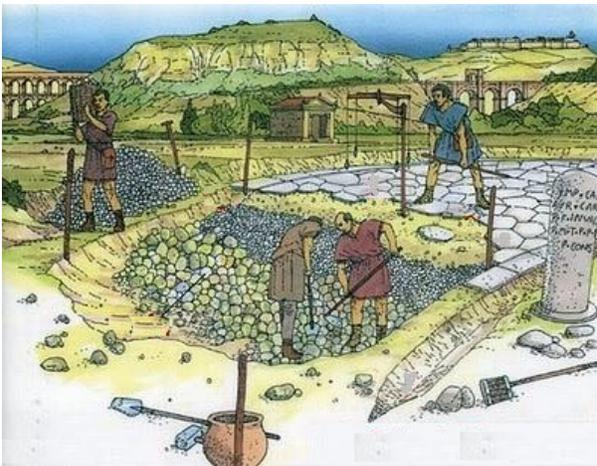
Probablemente en Mesopotamia, hace unos 5,000 años, surgió la necesidad de construir superficies planas que facilitaran el rodamiento, las cuales permitieran la circulación del primitivo tránsito de aquellos tiempos. En esa época, dos grandes pueblos el Sirio y el Egipto, iniciaron el desarrollo de caminos para su transportación. Los primeros caminos, señalan la existencia de una ruta entre Asia y Egipto.



Fuente: <http://ingenieriaycomputacion.blogspot.mx>
Figura 1.1 Vía Appia de Roma a Hidruntum.



Fuente: <http://lamemoriadelviento.blogspot.mx>
Figura 1.2 Ruta entre Asia y Egipto.



Fuente: <http://artehistoriaestudios.blogspot.mx>
Figura. 1.3 Construcción de la Vía Appia.

Los primeros caminos construidos científicamente aparecen con el Imperio Romano, con la famosa Vía Appia de Roma a Hidruntum, por el año 312 a.C. La evidencia justifica el mérito a los romanos para iniciar el método científico en la construcción de caminos.

Las culturas antiguas de América; en México, por el año 752 d.C., los aztecas en Tenochtitlan, dejaron huella de una avanzada técnica en la construcción de caminos, este imperio pudo extenderse desde la costa del Golfo de México hasta la zona costera del Pacífico, gracias a rutas trazadas por los indígenas; por otra parte los toltecas en la meseta central, los mayas en el sur de México y parte de Sudamérica.

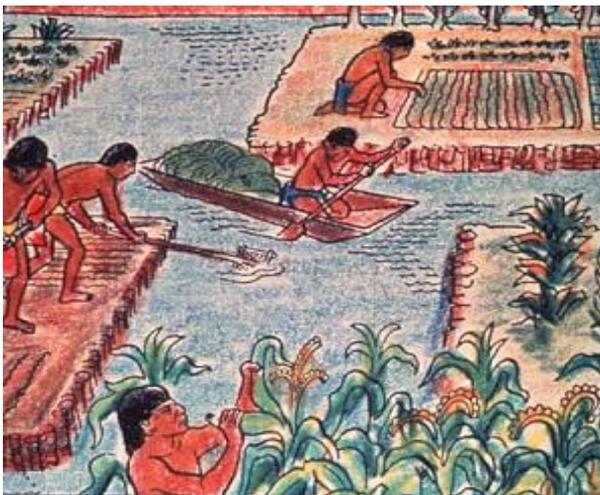


Fuente: <http://soldeloslatinos.blogspot.mx>

Figura. 1.4 Zona Azteca.

1.1.1 Los tamemes como medio de transporte en el México Prehispánico.

En los años previos al desembarque por los españoles, el territorio que ahora es México se hallaba dividido en dos grandes áreas geográficas: Áridoamérica y Mesoamérica. La primera de éstas se hallaba prácticamente despoblada con sólo algunas tribus nativas cuyo modo de vida era nómada y resolvían sus necesidades mediante la caza y de ser posible la pesca. Así el modo de supervivencia de estos grupos hacia de los transportes una actividad



Fuente: <http://culturacolectiva.com>

Figura. 1.5 Chinampas en Tenochtitlan.

necesaria, obligaba el uso de varios cargadores, que mediante relevos, cada uno de ellos cubría un tramo similar de camino, debido a las circunstancias geográficas.

Las antiguas civilizaciones mexicanas echaron mano de las pocas medidas con las que contaban para extender sus áreas de producción agrícola y pesca, a pesar de la falta de condiciones tecnológicas

en materia de transporte terrestre, no limitaron las dimensiones de las ciudades, pero sí implicó una menor área de abastecimiento. Quizá la única excepción fue la capital mexicana, Tenochtitlan, la cual pudo agrandar su área de soporte alimentario por el sistema lacustre que lo rodeaba, aprovechándolo desde el punto de vista de la producción como de los transportes.

En el México prehispánico, y en toda Mesoamérica, no existía animal alguno capaz de utilizarse en la carga y transporte de mercancías y se tuvo que emplear al hombre, es así como surgió el "tameme". A partir de la llegada de los españoles a la zona (primeras expediciones a partir del año 1493), se comienzan a sustituir en algunas ocasiones por animales, como los caballos que llevaban los conquistadores, pero aún no se empleaban específicamente para la carga sino para el combate, por lo que los cargadores eran aún utilizados excesivamente.

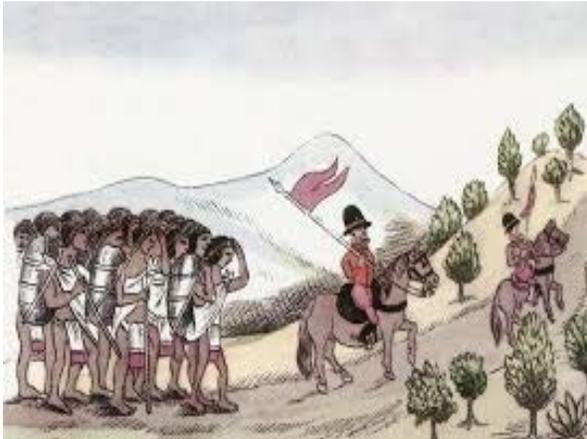


Fuente: <http://archaeology.about.com>

Figura. 1.6 Tamemes.

Miguel León Portilla describe al tameme como “cargador entrenado desde la infancia, procedente de la clase de los macehuales, dedicados exclusivamente al transporte de mercancías en la cultura azteca”. Empezaban a ejercitarse desde la infancia, transportaban en promedio 23 kilos y hacían un recorrido diario de 21 a 25 kilómetros antes de ser relevados.

Con la conquista española, en 1521, llegaron las primeras especies domésticas de carga, pero siguieron utilizándose a los tamemes por la carencia de caminos; eran considerados de categoría inferior en la escala social.



Fuente: <http://www.artdecomexico.com>
Figura. 1.7 Expediciones con tamemes.

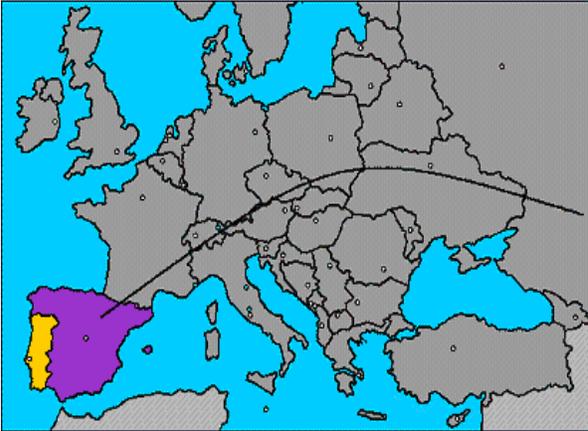
Fueron dos los modos de transporte más importantes en aquellas épocas: los tamemes y las canoas; estas formas de transporte adecuados para las necesidades económicas de la población mesoamericana. En zonas de difícil acceso o por motivos económicos, se sigue ejerciendo esta profesión incluso en nuestros días.



Fuente: <http://www.arqueomex.com>
Figura. 1.8 Tamemes y canoas.

1.2 Desarrollo

A través de los siglos se puede observar la evolución, tanto en caminos como en vehículos. Los siglos I, II y III, el Imperio Romano fue factor dominante para la comunicación desde la Península Ibérica hasta China. Los siglos IV, V y VI, en la declinación del Imperio, desaparece la red caminera y el retorno de las bestias de carga. En el siglo VII, el sistema feudal fuerza la reducción de la población y los viajes, durante este siglo y el siguiente, el comercio vuelve a extenderse a través de rutas terrestres.



Fuente: <http://www2.luventicus.org>
Figura. 1.9 Península Ibérica.

En el siglo IX, la economía feudal, las guerras civiles y las invasiones, contrarrestaron los esfuerzos por extender el comercio y conservar las rutas terrestres. El siglo X, registra un incremento en la población, en el comercio y como consecuencia mayor tránsito, en los mercaderes de Venecia y con el lejano oriente. Las cruzadas en el siglo XI, vienen a contribuir a la apertura de muchos

caminos y viajes con mercancías. En el siglo XII, las ciudades crecen extraordinariamente y otras surgen vinculándose con el comercio.

En los siglos XIII y XIV, el tránsito llega a su máximo debido al aumento del transporte, en ciudades como París e Italia. En el siglo XV, la población y el transporte se reducen hasta el año 1453, por la guerra de los 100 años entre Inglaterra y Francia; en el siguiente siglo la población de Europa se duplica y el transporte se multiplica, razón por la cual surgieron los primeros mapas de caminos y reaparecen los vehículos, los cuales habían sido desplazados por el caballo y las bestias de carga.



Fuente: www.historiageneral.com
Figura. 1.10 Guerra de los 100 años.

En el siglo XVI, es cuando el vehículo vuelve a influir en la vida económica de Europa; a mediados de este mismo siglo, los conquistadores españoles inician la construcción de caminos en América como medio para extender su colonización y explotación de recursos en la Nueva España.

Durante el siglo XVII, siguen haciendo esfuerzos por mejorar algunos caminos existentes y se multiplica el número de vehículos tirados por los animales.

La carreta fue introducida en el nuevo continente durante el siglo XVI, por el español Sebastián de Aparicio. Él construyó la primera carretera del Nuevo Mundo, entre México y Veracruz en 1540 y 1550, más tarde construyó la carretera México – Zacatecas. En el siglo XVIII, inicia la Era Moderna. En el siglo XIX, se inicia un incremento de la población y la “Época de Oro” de las diligencias (1800-1830).



Fuente: <http://www.scielo.cl/scielo>.

Figura. 1.11 Primeras carretas en México.



Fuente: <http://tenochtitlan.8k.com/pagina/imagen9b.htm>

Figura. 1.12 Carretera México – Veracruz.

El ferrocarril de vapor inicia servicios comerciales en Inglaterra entre 1825 y 1830. Con la aparición del vehículo de motor el tránsito urbano incremento, debido a que surgieron paralelamente el transporte público y el uso privado. A mediados del siglo XIX, los vehículos inicialmente eran propulsados por animales y posteriormente en tracción mecánica, y para finales de ese mismo siglo ya trabajaban con fuerza eléctrica.

En las últimas décadas del siglo XIX, se ve la aparición del vehículo con motor a gasolina; puede afirmarse que el vehículo de combustión interna en la forma que se conoce actualmente, nació con el siglo XX.

1.3 El Automóvil

El origen del automóvil es el carro (coche) tirado por caballos. Durante muchos años consistió en una plataforma primitiva colocada sobre ruedas y tirada por estos animales. El siguiente paso fueron los vehículos propulsados a vapor. Se cree que los primeros intentos de producirlos se llevaron a cabo en China, a fines del

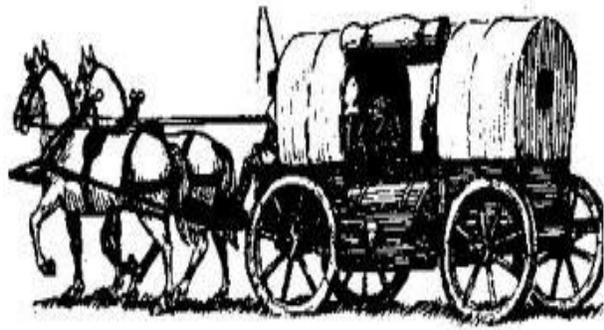
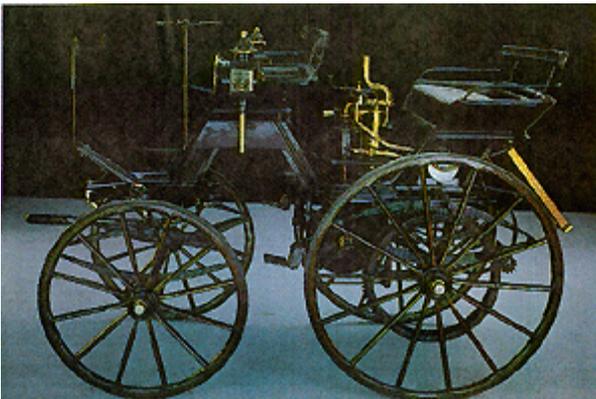


Figura: <http://edmundod.wordpress.com>
Figura. 1.13 Carro tirado por caballos.

siglo XVII, no obstante los registros documentales más antiguos sobre el uso de esta fuerza motriz datan del año 1769, por el escritor e inventor francés Nicholas Joseph Cugnot, fue cuando presentó el primer vehículo propulsado a vapor. Era un triciclo de unas 4.5 toneladas, hecho de madera y llantas de hierro, cuyo motor estaba montado sobre los cigüeñales de las ruedas. Su prototipo se estrelló y la segunda máquina quedó destruida en el año 1771, pero la idea sería retomada y desarrollada en Inglaterra en los años siguientes. En ese tiempo se desconocía el sistema de conducción y elementos importantes como la suspensión.



Fuente: <http://www.salonhogar.net/transportes/terrestre/automovil.html>.

Figura. 1.14 Primer automóvil con motor a gasolina de Daimler y Benz.

Durante el siglo XIX, se introdujo el sistema de suspensión y las ruedas de goma. El auto - abreviación de *automóvil*, (que se mueve por si mismo) apareció cuando el motor sustituyó al caballo como fuerza motriz; tardó en encontrar su propia forma, se sustituyó al caballo por el motor, pero no el coche por el automóvil.

El primer motor accionado por gasolina fue construido en el año de 1877, por el austriaco Marcus, pero éste no explotó su invento, en cambio si lo hicieron los alemanes Daimler y Benz, que iniciaron la fabricación de automóviles en 1886.

1.3.1 La rueda, la carretera y el motor de cuatro tiempos

En Francia, Panhard y Peugeot en 1889, iniciaron la fabricación con licencia de motores alemanes para sus automóviles. En Alemania fue donde se construyó, en 1901, el primer automóvil técnicamente logrado. Salió de la fábrica de Daimler, con la marca de “Mercedes”, en Niza.

La técnica del motor de aviación y la expansión industrial durante la Primera Guerra Mundial impulsaron el desarrollo de la industria automovilística de los años 20 del siglo XX, iniciándose la fabricación en masa pero artesanalmente.



Fuente: www.goodyear.eu

Figura. 1.15 Rueda de goma maciza, Goodyear.

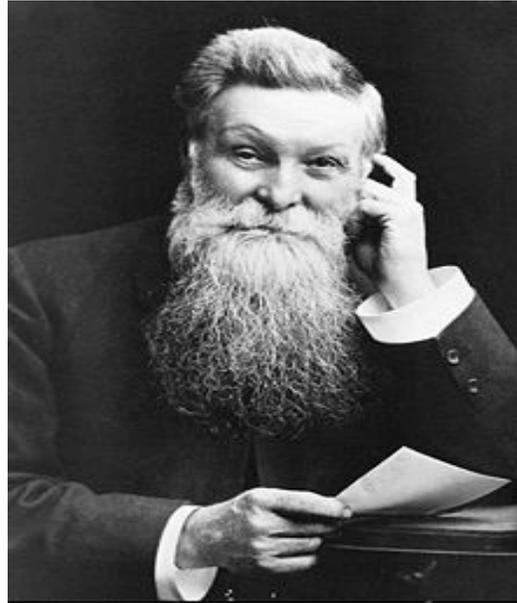
La rueda es uno de los inventos más importantes en la historia de la humanidad desde que el hombre se dio cuenta que hacerla girar, facilitaba cualquier tipo de trabajo; uno de ellos es que por mucha carga que soportase, el esfuerzo era mucho más pequeño para conseguir que la carga se deslizase sobre el terreno. Al principio, las ruedas se construyeron en piedra, posteriormente fueron sustituidas por las de madera y finalmente fue fabricada de metal para conseguir mayor duración y resistencia. La última innovación consistió en revestirlas con una capa de goma para mejor el confort y reducir el ruido. Todas estas ruedas eran pesadas y de durabilidad limitada, además de ser demasiado rígidas.

La rueda fue fundamental, para el desplazamiento del automóvil; sin embargo, el movimiento giratorio no es algo natural, pues es una invención claramente humana para facilitar sus trabajos y medios de transporte. En 1839, el Sr. Charles Goodyear introdujo la rueda de goma maciza, que se utilizó en los coches más finos para atenuar las sacudidas al rodar por un camino desigual.

A finales del siglo XIX, John Boyd Dunlop, en Gran Bretaña, ideó el neumático, rueda de goma hueca “rellena de aire a presión”, contenido inicialmente en una cámara, aunque hoy en día la mayor parte de ellos es sin cámara; mientras tanto los hermanos franceses André y Edouard Michelin, fabricaron el primer neumático para automóvil en el año de 1934, era un modelo tipo Confort. Se comercializó con el nombre de Doleance; así fue como nacieron las primeras dos marcas de neumáticos.

La tercera marca en llegar fue Firestone. Por Harvey Samuel Firestone, era un vendedor de carruajes norteamericano en el año de 1895, año en que conoció a Henry Ford. Ambos se aliaron con el objetivo de conseguir un medio de transporte para masas. Firestone conoció los neumáticos europeos e inició su comercialización, aunque se limitaba importarlos de otros fabricantes. Fue en 1903, cuando fabricó su primera rueda de goma y en el año 1904, diseñó y desarrolló unas cubiertas con cámara. Llegó a un acuerdo con Henry Ford para la compra de 2,000 juegos y de esta manera comenzó la historia de los neumáticos Firestone; con el mayor contrato de la época.

Charles Goodyear, introdujo la primera gran evolución en la fabricación de neumáticos llegó con el descubrimiento del proceso de vulcanización, permitiendo así utilizar el caucho



Fuente: <http://www.curistoria.com>

Figura. 1.16 John Boyd Dunlop.



Fuente: <http://img.motorpasion.com/2013/01/Neumatico>
Figura. 1.17 Neumático Goodyear.

como materia prima. El siguiente paso fue dotar al neumático de un dibujo geométrico; los canalillos realizados en la banda de rodadura mejoraron el agarre y la estabilidad de los automóviles.

Desde entonces, los neumáticos no han acabado de evolucionar. Las carcasas con alambraría de acero, los neumáticos radiales y sin cámara fueron las siguientes

innovaciones. La mejora de la calidad de la goma se ha debido, a la investigación y la experimentación en las carreras, donde se han probado, a lo largo de años, innumerables compuestos y soluciones técnicas.



Fuente: <http://www.michelinamericalatina.com>
Figura. 1.18 Primer neumático Michelin.



Fuente: <http://sobrefrancia.com>
Figura. 1.19 Calle del siglo XIX, Francia.

La carretera es el medio por el que se desplazaba la rueda. Al principio era sólo una roturación del terreno. Las roderas surgían con el uso llenándose de agua y barro cuando llovía. Con el paso de los años se dio solidez a los caminos escogidos para transitar con vehículos.

Los romanos fueron los pioneros en construir caminos de forma tan concienzuda que, en principio, todavía se utilizaba su técnica. Con la aparición del motor de combustión interna aumentó la velocidad de los vehículos, se precisó la técnica y el número de carreteras. El arreglo de éstas precisó y determinó el crecimiento del automovilismo.

El motor se desarrolló a través de la máquina de vapor. Daimler, en 1885, construyó el primer motor de explosión útil accionado por gasolina, aprovechando el invento de Otto. Casi al mismo tiempo Rudolf Diesel presentaba su motor que funcionaba con gasoil, el cual más tarde funciona con diesel. Desde entonces ambos tipos de motores, modernizados pero manteniendo su estructura básica e incorporando grandes avances (materiales más ligeros, encendido electrónico, inyección, catalizadores para los gases de escape, incluso utilizando turbocompresores para aumentar la potencia) han mejorado el rendimiento, es decir obtienen mayor potencia con un consumo menor de combustible.



Fuente: <http://ventana-almundo.blogspot.mx>

Figura. 1.20 Accidente vehicular en el siglo XIX.



Fuente: www.ingenierosindustriales.jimdo.com

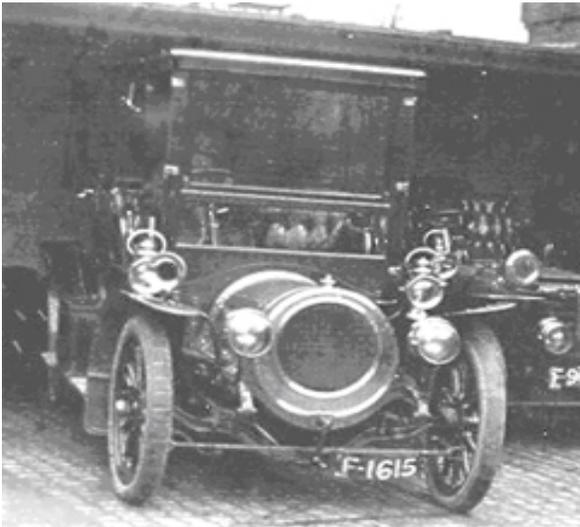
Figura 1.21 Distribución de mercancías.

El motor de cuatro tiempos permitió la invención del coche de turismo, que ha hecho más cómoda la vida. Pero también ha ocasionado problemas: accidentes que se ha convertido en una epidemia de los tiempos actuales, las dificultades del tráfico, el ruido de los motores y el tema de hoy en día la contaminación ambiental como es el aire.

La función más importante del automóvil es el transporte, no sólo para el turismo, sino también para el traslado masivo de mercancías. El camión lleva las mercancías de puerta a puerta, suprimiendo los lentos transbordos que ocasiona el tráfico de mercancías por ferrocarril. Los camiones más pesados van provistos de motores a diesel y la capacidad de carga puede aumentar con remolque.

1.3.2 Progreso del vehículo en México

En 1898, entró a México el primer automóvil. El auto era francés, marca Delaunay Belleville, hecho a mano en la fábrica de Curvier, en Tolón, Francia. Éste fue adquirido por el millonario Manuel Cuesta y llevado a Guadalajara. El que lo condujo, Andrés Sierra González, lo registró como el automóvil número 1, en Monterrey, N.L. el mismo año.



Fuente: <http://blogs.eluniversal.com.mx>
Figura. 1.22 Primer automóvil en México.



Fuente: <http://blogs.eluniversal.com.mx>
Figura. 1.23 Auto Delaunay en México.

Los cambios principales que ha sufrido el vehículo de motor son básicamente los de su potencia, velocidad y comodidad. La potencia del motor de gasolina ha incrementado considerablemente su rendimiento. El vehículo en la actualidad ha adquirido mayor capacidad de carga, hoy en día un gran porcentaje de ésta es movida en camiones.

En el año 1989, en México, solo se tenía registrado un automóvil, mientras que en la Unión Americana ya se contaba con 800 vehículos. A partir de 1940, se tienen registros comparativos con el total en el mundo, marcando en este año para México 145, 708 vehículos, para la Unión Americana 32'453, 233 y para el resto del mundo de 45' 422, 411.

En el año 1921, Buick fue la primera armadora que oficialmente se establecía en México; Ford Motor Company, se estableció en el año 1925. Hacia el año 1961, varias compañías automotrices operaban plantas armadoras e importadoras en el país, cuando se presentó la primera crisis económica en México. A principios de la década de los años 60's, apareció un decreto automotriz cuyas regulaciones dictaban que las empresas establecidas en México, debían ensamblar todos los automóviles comercializados en el país. La idea era desarrollar una industria automotriz nacional para promover la creación de empleos e impulsar el implemento de avances tecnológicos.

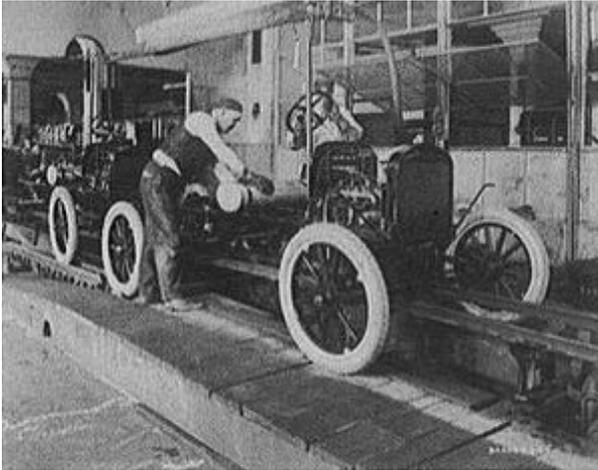
Las empresas que no obedecieron este decreto tuvieron que abandonar el país, entre éstas estaban: Mercedes Benz, Fiat, Citroën, y Volvo. Las tres grandes empresas estadounidenses (Ford Motor Company, Chrysler Corporation y General Motors Corporation), permanecieron en el país junto con American Motors, Renault, Volkswagen y Datsun.

1.3.3 Producción en cadena

La fabricación de automóviles comienza con Daimler y Benz en Alemania, Fiat en Italia, Panhard y Renault en Francia, fueron las primeras firmas que se asentaron con solidez; antes de la Primera Guerra Mundial se había logrado una fabricación a gran escala, pero recurriendo todavía al trabajo artesano y mal pagado para los empleados.



Figura. 1.24 Primeras firmas en Europa.



Fuente: <http://joseluistrujillorodriguez.blogspot.mx>
Figura. 1.25 Producción en cadena en 1913.

La auténtica industria del automóvil surgió en Estados Unidos de América (EUA); donde Henry Ford, con el principio de la “producción en cadena” en el año 1913, aproximadamente, estableció un verdadero sistema de fabricación masiva. Esta fabricación consistía en una banda o cadena móvil y a los costados un grupo de trabajadores que se limitaba a colocar un pequeño número de piezas, lo que gracias a la rutina, se realizaba

rápidamente, convirtiéndose en especialistas, lo cual le daba un ritmo de trabajo adecuado a la cadena móvil.

De esta forma el modelo “Ford – T”, en diez años superó los 15 millones de unidades fabricadas, y pudieron venderse a un precio accesible sin menoscabo de la calidad.

Así hubo firmas que se dedicaron a lanzar automóviles baratos, mientras que otras prefirieron fabricarlos caros para una clientela reducida.

Por lo que surgieron una serie de novedades técnicas: carrocería soldada en una pieza, frenos hidráulicos en sustitución de los mecánicos, discos de freno en lugar de tambores, sistema de suspensión independiente, etc.



Fuente: www.conceptcarz.com
Figura. 1.26 Ford modelo T.

El automóvil se hizo más cómodo, manejable, silencioso y barato. Tras la Segunda Guerra Mundial se ha generalizado tanto el uso del automóvil, que se ha convertido en un elemento de trabajo.



Fuente: <http://www.automobile-catalog.com>
Figura. 1.27 Automóvil modelo 1950.



Fuente: <http://todayinsocialsciences.blogspot.mx>
Figura. 1.28 La Automatización en la producción en cadena.



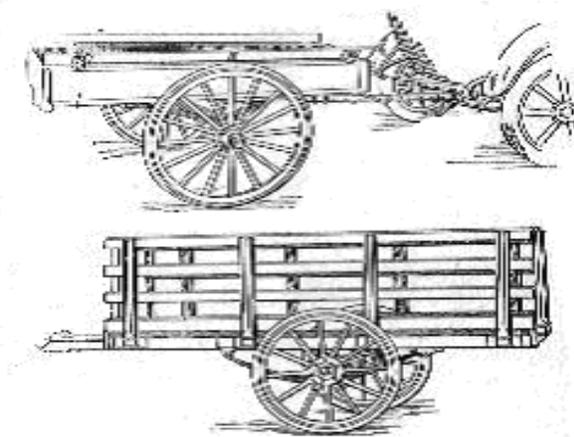
Fuente: www.info-transportes.com.mx
Figura. 1.29 La industria automotriz actual.

Las fábricas en aquellos años rebosaban de trabajadores, pero en la actualidad presentan una imagen muy diferente. Subsiste la banda o cadena móvil, pero el trabajo a lo largo de ella es más mecánico. La automatización convierte al trabajador en un supervisor con gran responsabilidad que controla en gran parte a los robots de montaje.

La industria automovilística de hoy es un poderoso factor económico de enorme importancia. La competencia entre las grandes firmas es muy fuerte y los nuevos modelos de automóviles y camiones, se rodean de grandes secretos para comercializarlos, en el momento oportuno, con grandes campañas publicitarias. En la sociedad moderna el automóvil es un artículo necesario.

1.4 Vehículos de carga

Se puede considerar, que la historia de los camiones surge cuando el hombre primitivo tenía la necesidad de desplazar alimentos y objetos para la construcción de sus viviendas, utilizando algunos ingenios como las primeras carretas tiradas por caballos, bueyes u otros animales. En estos primeros medios de transporte de carga, se emplea la rueda sólida de piedra, metales y posteriormente de madera.



Fuente: <http://www.museopusol.com>

Figura. 1.30 Primeras carretas del siglo XX.

En toda época y en cada continente, los camiones de carga son desarrollados con el objetivo de sustituir la tracción animal, para el transporte de mayor peso a una velocidad mayor. Por lo consiguiente, se debe tener en cuenta que un caballo podía arrastrar un peso no mayor a una tonelada, con una velocidad promedio de 5 a 6 km/h.



Fuente:
<http://www.arqueologiaypatrimonioindustrial.com>

Figura. 1.31 Primer semirremolque a vapor.



Fuente: www.pbase.com

Figura. 1.32 Camión Daimler en 1896.

En 1885, los franceses: de Dion y Bouton, construyen el primer semirremolque, un triciclo propulsado a vapor, el primero de la historia. Casi junto con los primeros camiones, aparecen los primeros remolques y semirremolques. El primer remolque acoplado a combustible de la historia fue construido por los franceses Panhard y Levassor en 1892.

En 1893, los franceses Panhard & Levassor construyeron la primera camioneta de vapor destinada al transporte de mercadería. Un antecesor del pickup ó camioncito.

En gran bretaña en 1881, Edwin Richard Foden, fabrica el primer motor de tracción en su fábrica Foden de Sandbach.

En 1896, el alemán Gottlieb Daimler construyó lo que se considera como el primer camión de carga en la historia del automóvil, tenía un motor sobre el chasis de una carreta donde instaló un motor de dos cilindros y 1.6 litros diseñado por el mismo. Bautizado con el nombre de “Phoenix”, desarrollaba 4 Hp (horse power: caballo de fuerza) y podía funcionar con gasolina, keroseno y aceite para lámparas (policarburante).



Fuente: www.pbase.com

Figura. 1.33 Camión Karl Benz de 14 HP.

En 1900, Karl Benz construye y presenta una familia completa de camiones pesados. El modelo más potente tenía una carga útil de cinco toneladas y estaba propulsado por un motor Boxer de dos cilindros y 14 HP (el llamado motor "Contra"). En cuanto a su forma, todos los camiones tenían una forma similar hasta finales del siglo XIX.

Los camiones de todo el mundo parecían carruajes con motor.

Los camiones, al igual que los automóviles, han tenido una importante evolución tecnológica a través de la historia. Gradualmente se perdía la herencia de los carruajes; los

bastidores de madera fueron reemplazados por los de acero, se fabrican motores de mayor potencia “mayor carga y velocidad”. Se diseñaron sistemas de frenado; aparecen las ruedas de madera con neumáticos, se reemplazan las transmisiones por correa y/ o cuero por un volante. Posteriormente aparece la cabina.

El motor a diesel no pudo imponer su hegemonía, por una sola razón, no se había inventado una bomba de inyección adecuada para este tipo de motor. Así, para mayor pesar de Rudolf Diesel, su motor sólo podía usarse en instalaciones grandes. Hasta 1920, los diversos tipos de motor evolucionaron en gran medida. Aunque seguía sin estar claro qué propulsión era la idónea; ya predominaba el motor a gasolina.



Fuente: www.xtec.cat

Figura. 1.34 Camión con cabina cerrada en 1920.

En los años posteriores a 1920, empezaron a imponerse las cabinas cerradas, las ruedas de chapa de acero, el frenado en todos los ejes, el accionamiento hidráulico o neumático de los mismos, las transmisiones por flecha ó eje cardan, la potencia aumentaba y los camiones a gasolina desplazaron a los demás en el mercado.

Durante los siglo XIX y XX, surgen muchos fabricantes de motores, automóviles y posteriormente a la construcción de camiones, dentro de muchos tenemos: ERF, Daimler, Benz, Maybach, Hispano-Suiza, Fiat, Citroën, Lancia, Volvo, Ford, Chevrolet, GMC.

Hacia los años 40's se diseñaron casi todos los camiones como hoy en día se conocen. Se generalizó el diesel, los turbocompresores sustituyeron a los compresores volumétricos, el aluminio y el plástico marcan una gran diferencia sobre el acero, la comodidad alcanza



Fuente: <http://www.taringa.net/posts/autos-motos>
Figura. 1.35 Motor a diesel y Turbina de gas.

límites inimaginables, pero el chasis sigue construyéndose con dos vigas en U unidas con tirantes y riostras, la suspensión aún es en gran parte por ballestas y ejes rígidos.

Los diseños que incluyen faldones aerodinámicos cubriendo los bajos del camión, están de moda en el "camión del futuro" desde la década de 1930, sin

embargo no se han generalizado. Otras novedades fueron directamente inviables, como el camión con propulsión atómica de los años 50's, ó poco prácticas como los experimentales de turbina de gas en el año 1960, sin olvidar el gasógeno, imprescindible en los años de 1940.

El gasógeno, este ingenio, "popular" en épocas de gran escasez, permitió hacer funcionar los camiones quemando cualquier desecho en lugar de gasolina. Es obvio que no fue inventado con un ecológico propósito, para usar recursos renovables, si no como herramienta imprescindible en épocas de insuficiencia de gasolina.



Fuente: www.alfistas.es
Figura. 1.36 Vehículo con gasógeno en 1940.

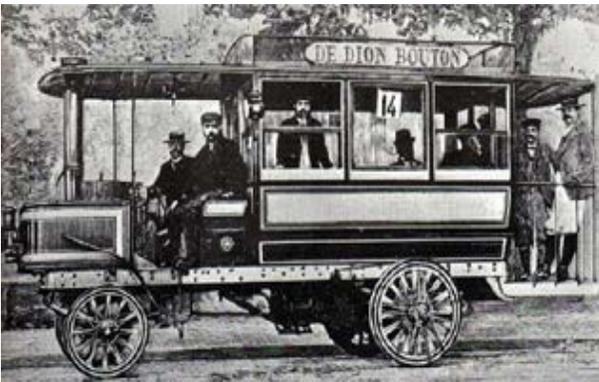


Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=KOOFBu6Cz0c>
Figura. 1.37 Vehículos con motor y turbina de gas

Tímidamente aparecen los vehículos a diesel, que surgen después de 1945, y logran el monopolio después de la crisis del petróleo del año 1973.

1.4.1 El transporte de pasajeros

El transporte masivo de pasajeros ha sido siempre una de las mayores preocupaciones que han tenido los creadores de vehículos desde la antigüedad hasta nuestros días. Desde el siglo XIX, al medio de transporte de pasajeros se le dominó “omnibuses”, frase que fue acuñada en Londres en el año 1828, por el término que en latín significa: “para todos”.



Fuente: <http://realsteampunk.wordpress.com/tag/steam-bus/>
Figura 1.38 Ómnibus de Dion y Bouton en 1897.

Y surgieron como respuesta a esta necesidad y han tenido una significativa evolución a través de la historia. Como todo medio de transporte primitivo, los primeros omnibuses eran jalados por caballos. Usaban ruedas de madera o acero con rayos de madera.

La carrocería cerrada de madera. Pero en aquel tiempo ya veían el incremento en los costos de los caballos y su mantenimiento comenzó a sentirse ya como una gran desventaja.

Las locomotoras a vapor se convirtieron en los principales competidores de los omnibuses que eran los principales medios de transporte y los carruajes a vapor.

Entre 1860, con la invención de los motores de combustión interna, los omnibuses empiezan a sustituir los motores a vapor por esta nueva forma de motorización. En los primeros omnibuses, los nuevos motores se colocan bajo el capot (cofre). Las grandes dimensiones de estos vehículos obligan a usar motores más potentes.

En 1897, los franceses Albert de Dion y Georges Bouton, fabrican el ómnibus (con motor fabricado por ellos mismos) y lo presentaron al concurso de los “pesos pesados” que organizó el Automóvil club de Francia, ese mismo año.

Se le puede considerar como el primer ómnibus, con motor de combustión interna, para el transporte de pasajeros en el mundo.



Fuente: <http://www.ltmcollection.org>

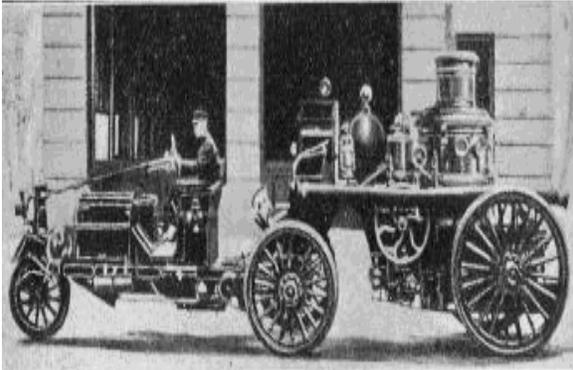
Figura. 1.39 Ómnibus Daimler de 16 pasajeros.

En 1898, Daimler, fabrica el primer ómnibus para el transporte de pasajeros. Fueron fabricados cuatro diferentes modelos con capacidad de 6 y 16 pasajeros, con motor de 4 a 10 Hp. Fue el primero en fabricar una serie completa de omnibuses motorizadas.

En 1900, Mack (EUA) construye su primer vehículo. Este era un gran autobús con capacidad para 20 plazas, con motor propio de 4 cilindros, embrague de cono y caja de tres velocidades. Después de ocho años de servicio ininterrumpido fue convertido en camión, y sirvió durante 17 años.

1.4.2 El tractocamión

El tractor pertenece a una clasificación muy diferente a la de los camiones, tan distinta que no pueden incluirse en la categoría anterior, durante los últimos años han demostrado su gran utilidad, para transportar todo tipo de mercancías y productos, mediante el empleo de remolques. En la categoría de los camiones, figuran los vehículos cuya capacidad oscilaba entre media y una tonelada, en la segunda que son los tractores, podían transportar entre una y dos y media toneladas.



Fuente: <http://www.bcn.cat>

Figura. 1.40 Tractor de tres ruedas.

A pesar de que estos vehículos se construían, generalmente con arreglos a los mismos planos de los automóviles; se ocupaba el mismo bastidor, resortes más grandes, las ruedas y otros elementos eran más reforzados. Esto es necesario porque un camión para carga funciona todos los días y recorre distancias mayores que un automóvil convencional. La carga media de

estos vehículos era alrededor de 800 kilogramos.

Cuando la carga del vehículo superaba una tonelada, se construían con mayor resistencia estructural, las mejoras introducidas en los camiones destinados a servicios duros consistían en variaciones de detalle, proyectadas en su exigencia de carga, generalmente mayor potencia.

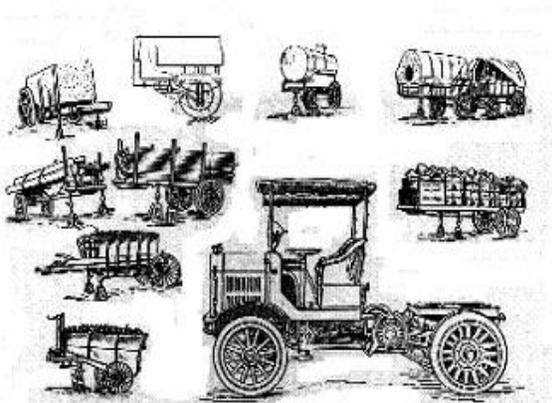
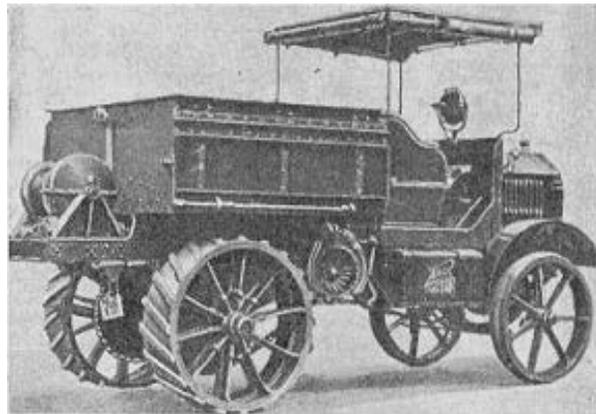


Figura. 1.41 Tractor con diferentes remolques.



Fuente: <http://www.ruraltech.org>

Figura. 1.42 Tractor de cuatro ruedas.

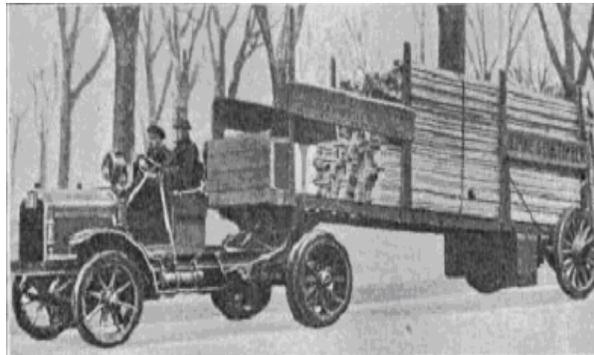
La Compañía de Automóviles Knox, era un fabricante de vehículos en la ciudad de Springfield, Massachussets, en Los Estados Unidos de América, por el año de 1900. Knox, también construyó tractores en el años de 1924. El primer tractor fue el Knox-Martín de tres ruedas, el cual ofrecía ventajas para el servicio de extinción de incendios, el cual fue

su uso inicial, al igual que en otras aplicaciones comerciales, y se ensayó con gran esmero en combinación con todo tipo de aparatos montados sobre ruedas. Hoy en día ya no se construyen tractores de tres ruedas, fue reemplazado por el tipo de cuatro ruedas seguidamente se presentan algunas aplicaciones y ventajas del tractor:

Primera.- Facilidad para engancharlo a cualquier tipo de aparatos (remolques).

Segunda.- El factor de intercambiabilidad era de gran importancia. El tractor puede engancharse rápidamente por medio de un perno a un remolque cualquiera, gracias a su quinta rueda (una plataforma giratoria posterior).

Tercera.- El tractor puede remolcar una carga mucho más pesada que la máxima señalada para un camión provisto de un motor de la misma potencia que la del tractor. La flexibilidad del resorte posterior del tractor absorbe las reacciones del arrastre y del frenado; ejerce un verdadero dominio sobre la carga durante el descenso por pendientes.



Fuente: www.ruraltech.org

Figura. 1.43 Tractor remolcando carga superior a su peso.

Para poder comprender mejor esta capacidad de arrastre de carga del tractor, se puede comparar con una mula de carga: este animal puede transportar en su lomo, tres tercios de su peso, mientras que enganchada puede remolcar un peso cuatro veces mayor, sin una excesiva fatiga.

El tractor se puede enganchar con facilidad a diferentes remolques, utilizando varios procedimientos. El más sencillo y el que se emplea generalmente, consiste en montar sobre el eje posterior del tractor una quinta rueda que se acopla con la parte correspondiente del

extremo delantero; también puede engancharse fácilmente el tractor por medio del sistema corriente y en este caso, el eje posterior del tractor reemplaza al eje delantero del remolque. Otro procedimiento consiste en enganchar directamente los resortes delanteros del remolque al eje posterior del tractor.

1.4.3 La quinta rueda y el pivote



Fuente: <http://autobild.com.mx>

Figura. 1.44 Quinta rueda en un tractocamión.

Alrededor de 1910, John C. Endebrock, inventó un dispositivo para acoplar remolques a los vehículos de motor. Su uso inicial, fueron remolcados por Ford Modelo “T” turismos. En 1918, John Endebrock, diseñó un nuevo acoplamiento para conectar fácilmente el tractor y el remolque, este diseño de la quinta rueda utiliza una mordaza con un dispositivo de

bloqueo de resorte montado en la placa de la quinta rueda que se fija al bastidor del tractor.

La frase quinta rueda se refiere a la conexión del remolque al enganche en la cama del camión. Se refería originalmente a un dispositivo de plato giratorio que permitió que el eje delantero de carros tirados por caballos y carruajes girara. Con la llegada de los vehículos de vapor, eléctricos y los motores a gasolina, la quinta rueda se fue perfeccionando para el eje trasero de un tractor motorizado.

Hoy en día, la quinta rueda sirve como dispositivo de acoplamiento que se conecta una cabeza tractora para un semi-remolque. Una quinta rueda son dos placas de metal con una ranura en forma de “V”. Se sujeta horizontalmente al chasis por encima de los ejes traseros del camión tractor. La ranura en “V” está situada en la parte trasera, la cual contiene un

dispositivo de bloqueo; en el remolque tiene un gran pasador vertical llamado pivote, que se desliza en la ranura y este es bloqueada por unas mordazas de enganche de la quinta rueda, cuando el enganche se llevó acabo, se forma un acoplamiento flexible que permite un movimiento angular y vertical entre el camión y remolque; el mecanismo de la quinta rueda de la actualidad es muy similar al diseño de John C. Endebrock de principios del siglo XX.

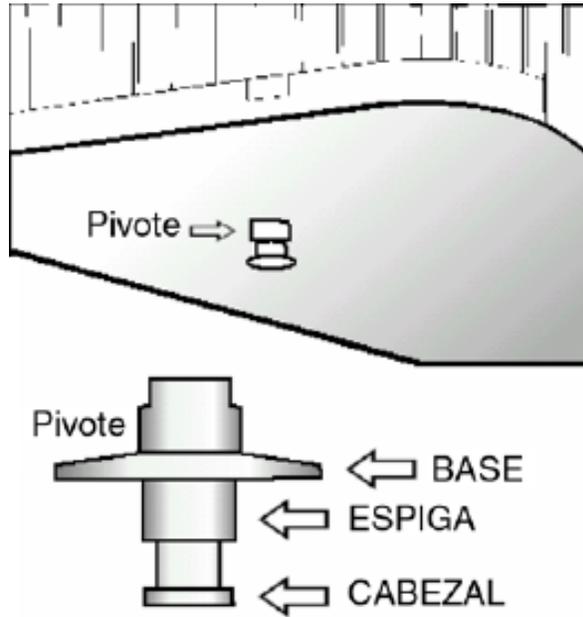
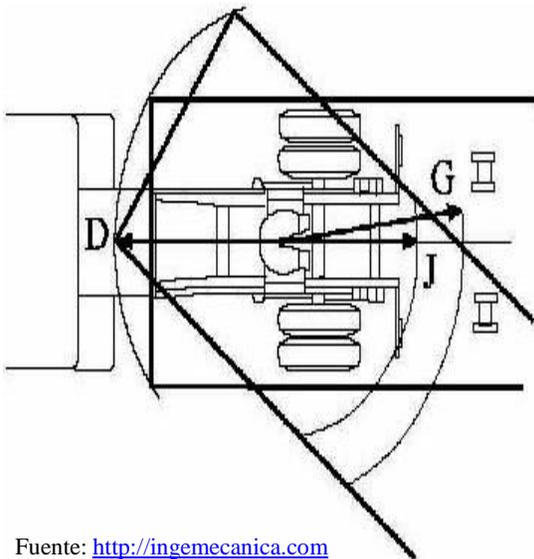


Figura: <http://ingemecanica.com>
Figura. 1.45 Pivote de un remolque.



Fuente: <http://ingemecanica.com>
Figura. 1.46 Esquema del pivote y la quinta rueda enganchados.

Un pivote es un pasador cilíndrico de metal que se encuentra debajo de la parte delantera del remolque, se coloca normalmente entre 18 pulgadas a 4 pulgadas de la nariz del remolque, una placa metálica engrasada rodea el pivote, permitiendo que la quinta rueda se deslice debajo del remolque y el pivote quede atrapado por un dispositivo de bloqueo. Esta unión giratoria permite la combinación tractor-remolque para que ambos puedan girar, proporcionando estabilidad y movilidad en la carretera.

1.4.4 El semirremolque y el manejo del doble remolque

El herrero, August Fruehauf Charles de origen alemán, abrió en el año de 1903, en la ciudad de Detroit, Estados Unidos de América, un taller que años más tarde se convirtió en una empresa fabricante de varios remolques y carrocerías. En 1914, construyó un remolque, a petición de un comerciante para llevar un bote a la playa; la idea de Fruehauf, fue muy cómoda para el uso en los automóviles, por lo que el cliente pidió una serie de tales remolques.

August Fruehauf, llamó a su invento un “semiremolque”. En el año de 1918, Fruehauf, hizo una serie de invenciones que aceleraron la distribución de los remolques, así fue como formó Fruehauf Trailer Company. Él creó el enganche automático, el primer semirremolque-frigorífico y el semirremolque-cisterna. A finales del año 1930, se convirtió en el mayor fabricante de los remolques del mundo.



Fuente: <http://www.singingwheels.com>

Figura. 1.47 Remolque Fruehauf en 1950.

Un semirremolque es un remolque sin eje delantero, su peso es apoyado tanto por un camión tractor o por un conjunto de eje frontal desmontable llamada “plataforma”. Un semirremolque está equipado con patas de extensión que se pueden bajar para soportar su propio peso, al estar desenganchado del tractor. Cuando se acopla, la combinación de tractor y el remolque se conoce como un semi-camión de 18 ruedas, camión articulado y por lo general se muestran bajo el nombre de (Trailer) ó caja.



Fuente: <http://cajasyequipo.com>

Figura. 1.48 Remolque de caja seca.

El objetivo de un semirremolque es transportar mercancías a gran volumen. Hay varios tipos de semirremolques, incluyendo: caja seca de carga, caja refrigerante, caja con aislamiento, remolque de redilas, remolque cama baja, remolque de plataforma, remolque tanque con tres tolvas (para productos secos a granel), remolques cisterna, entre otras.

El remolque de caja seca.- Es uno de los tipos más comunes para el transporte; consta de una simple caja encerrada sobre ruedas. Este tipo de cajas son usadas para el transporte de artículos de limpieza para el hogar, ropa, muebles, alimentos no precederos y mucha otras cosas más.

Remolque de caja con aislamiento.- Este tipo de caja es para carga seca, tiene paredes y techo rellenos con material aislante, este tipo de material ayuda a mantener una cierta gama de temperatura sin necesidad de refrigeración.

Remolque con caja refrigerante.- Este tipo de caja esta hecha con materiales de aislamiento para mantener temperaturas precisas, ya que se utiliza como un refrigerador, para transportar alimentos, comida congelada y todo tipo de productos perecederos.



Fuente: www.thermotruckltd.com

Figura. 1.49 Remolque con caja de refrigeración.

La unidad de refrigeración está integrada al remolque, requiere mantenimiento aparte y el operador del trailer, debe de estar supervisando con mucha atención los controles de la unidad de refrigeración durante el viaje. Esta unidad tiene su propio tanque de combustible y su propio motor. Las cajas refrigeradoras generalmente tienen piso de aluminio corrugado o acanalado. Lo corrugado del piso permite al aire frío recircular alrededor de toda la caja, de otra manera, la caja no se mantendría a la temperatura deseada.

Remolque de plataforma.- Este tipo de remolque se usa para transportar mercancía y artículos muy pesados como equipo de construcción, madera, tubería, metales, etc. También se les llama camas planas ya que son muy versátiles y populares para el transporte.

El remolque de plataforma es un piso largo y nivelado montado sobre un chasis, algunas tienen redilas móviles que generalmente son hojas de madera, cuando no están en uso se guardan en el frente o por debajo del remolque. Existe un remolque de plataforma extensible para alargarla y poder acomodar cargas extra largas.



Fuente: www.carmextrailers.com
Figura. 1.50 Remolque tanque.

Remolque tanque.- Dependiendo del diseño, los tanques se usan para transportar líquidos como son: agua, leche, productos químicos, productos derivados del petróleo, gases, aceite, etc. Para transportar productos peligrosos; líquidos y materiales gaseosos, se requiere de una licencia para transitar.

Generalmente los tanques se llenan a través de una abertura que tienen en la parte superior del tanque y se descargan por el fondo por gravedad o por presión de aire.

Una de las primeras ensambladoras de tractores con semirremolque, fue Freightliner Inc, desde 1942, pero en realidad tiene una historia a principios de la década de 1930, como Freightways.

Esta empresa, comenzó a desarrollar su propia línea de camiones mediante la reconstrucción de Fageols en un intento de mejorar las habilidades de camiones pesados para poder subir las cuestas empinadas de las regiones montañosas de la parte occidental de EUA.

El Fageol fue uno de los primeros tractores para trabajar el campo en el estado de California, en los Estados Unidos de Americana, el nombre proviene de los hermanos de apellido Fageol; los cuales fundaron la Fageol Motors Co, en el año de 1915, más tarde fabricaron camiones y autobuses de pasajeros.

Hacia 1940, se rotula un camión con las palabras Freight-Liner, refiriéndose a la combinación del camión con caja. Para el verano de 1941, aparece por primera vez la placa de Freightliner. En agosto de 1942, Freightways Manufacturing Company Inc. cambia su nombre a Freightliner Corporation, teniendo como fundador y Presidente a Leland James.

En el año de 1969, se inauguró la planta en Santiago Tianguistenco en el Estado de México, la cual actualmente produce camiones y tractocamiones Freightliner.



Fuente: http://www.freightliner.com.mx/empresa_historia.php?id=m7&idm=m2

Figura. 1.51 Primer Freightways en el año de 1930.

El doble remolque



Fuente: www.larrosacamiones.com.ar
Figura. 1.52 Convertidor ò dolly.

En la industria del autotransporte de carga, el vehículo de servicio pesado más popular en la actualidad que circula por las carreteras, es el llamado “trailer” automotor de 18 ruedas, que consiste en un tractor de tres ejes que jala a un semirremolque de dos.

Una vez que se consolidó el tractocamión con remolque, se empezaron a estudiar nuevas combinaciones para transportar mayor tonelaje en el mismo viaje, y fue así como surgió el popular trailer de doble y hasta triple remolque; aunque en México no está permitido el uso del triple remolque. El primer y el segundo remolque están acoplados por medio de un convertidor ó “dolly”. Un equipo doble consiste de un tractor, dos remolques y un equipo convertidor.

Un convertidor “dolly” básicamente es una quinta rueda sobre un o dos ejes, el cual sirve para acoplar y desacoplar los remolques del tractor y del semirremolque; cuando se acopla un tractor y un semirremolque es necesario estar en un área plana para facilitar la unión.

Para ello existen básicamente tres tipos de acoplamiento: tractocamión -semirremolque, tractocamión -semirremolque –remolque, tractocamión -semirremolque –semirremolque

Donde:

- a) Tractocamión –semirremolque.

Consiste en un tractor de tres ejes acoplado a un semirremolque de dos ejes.



- b) Tractocamión –semirremolque –
remolque. Consiste en un tractor de tres ejes acoplado a un primer remolque de dos ejes y este acoplado con un dolly de dos ejes, para un segundo remolque.



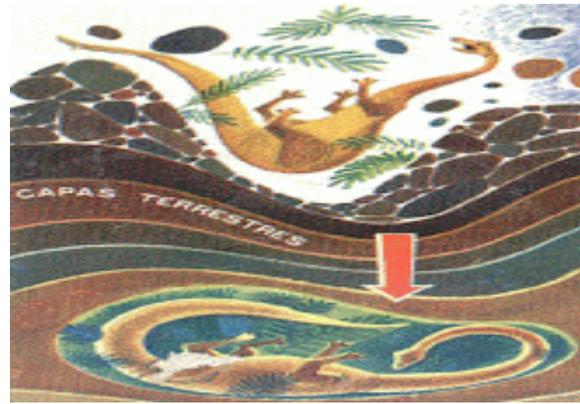
Figura. 1.53 Tipos de acoplamientos.

- c) Tractocamión –semirremolque –semirremolque. Consiste en un tractor de tres ejes acoplado a un primer semirremolque con doble eje, un dolly de dos ejes y otro semirremolque de dos ejes.

Capítulo 2. El motor de combustión a diesel

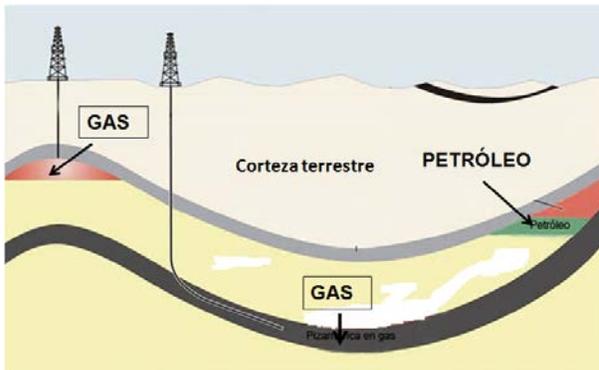
2.1 El petróleo

Se habla de varias teorías sobre la formación del petróleo. Sin embargo, la más aceptada es la teoría orgánica que supone que se originó por la descomposición de los restos de animales y algas microscópicas acumuladas en el fondo de las lagunas y en el curso inferior de los ríos, así como en los lechos marinos.



Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/mpasmay/files/2011/11/dinosaurios.gif>

Figura. 2.1 Teoría orgánica del petróleo



Fuente: <http://florentmarcellesi.eu>

Figura. 2.2 El petróleo y algunos productos.

Esta materia orgánica se fue cubriendo gradualmente con capas cada vez más gruesas de sedimentos, en determinadas condiciones de presión, temperatura y tiempo; dando como nuevo producto al hidrocarburo (compuestos formados de carbón e hidrógeno), con pequeñas cantidades de azufre, oxígeno, nitrógeno, y de metales como: fierro, cromo, níquel y

vanadio cuya mezcla constituye el petróleo crudo.

Existen otras teorías que sostienen que el petróleo es de origen inorgánico o mineral. Los científicos rusos son los que más se han preocupado por probar esta hipótesis, sin embargo estas propuestas tampoco se han aceptado en su totalidad.

Una versión interesante es la que publicó Thomas Gold en el año 1986. Este científico

europeo dice que el gas natural (el metano) que suele encontrarse en grandes cantidades en los yacimientos petroleros, se pudo haber generado a partir de los meteoritos que cayeron durante la formación de la Tierra hace millones de años. Los argumentos que presenta están basados en el hecho de que se han encontrado en varios meteoritos más de 40 productos químicos semejantes al kerógeno, que se supone es el precursor del petróleo.

Y como los últimos descubrimientos de la NASA (National Aeronautics and Space Administration: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio), han probado que las atmósferas de los otros planetas tienen un alto contenido de metano, es muy viable que esta teoría esté ganando cada día más.

El petróleo se conoce desde la prehistoria. La Biblia lo menciona como betún o como asfalto. Según las escrituras del Génesis, capítulo 11 versículo 3, describe que el asfalto se usó para pegar los ladrillos de la torre de Babel.

También los indígenas de la época precolombina en América conocían y usaban el petróleo, que les servía de impermeabilizante para embarcaciones. Sin embargo, antes de la segunda mitad del siglo XVIII, las aplicaciones que se le daban al petróleo eran muy pocas.

Fue el coronel Edwin L. Drake quien perforó el primer pozo petrolero del mundo en 1859, en los Estados Unidos de América (EUA), logrando extraer petróleo de una profundidad de 21 metros.



Fuente: www.freepages.history.rootsweb.ancestry.com
Figura. 2.3 Edwin L. Drake.

También fue Drake quien ayudó a crear un mercado para el petróleo al lograr separar la kerosina. Este producto sustituyó al aceite de ballena empleado en aquella época como combustible en las lámparas, cuyo consumo estaba provocando la desaparición de estos animales.

Pero no fue sino hasta el año 1895, con la aparición de los primeros automóviles, que se necesitó la gasolina, ese nuevo combustible que en los años posteriores se consumiría en grandes cantidades. En vísperas de la Primera Guerra Mundial, antes de 1914, ya existían en el mundo más de un millón de vehículos que usaban gasolina.



Fuente: <http://palomosingenieros.blogspot.mx/2013/04/ford-t.html>

Figura. 2.4 La proliferación del modelo Ford-T.

La verdadera proliferación de automóviles se inició cuando Henry Ford lanzó en 1922, su famoso modelo "T". Ese año había 18 millones de automóviles; para 1938, el número subió a 40 millones, en 1956, a 100 millones, y a más de 170 millones para 1964. Actualmente es muy difícil estimar con exactitud cuántos cientos de millones de vehículos a gasolina existen en el mundo.

El consumo de petróleo crudo para satisfacer la demanda de gasolina ha crecido en la misma proporción. Se dice que en la década de 1957 a 1966 se usó casi la misma cantidad de petróleo que en los 100 años anteriores. Estas estimaciones también toman en cuenta el gasto de las aeronaves con motores de pistón.

Posteriormente se desarrollaron los motores de turbina (jets) empleados hoy en la aviación comercial, civil y militar. Estos motores usan el mismo combustible de las lámparas del

siglo pasado, pero con bajo contenido de azufre y baja temperatura de congelación, que se llama turbosina.

Otra fracción del petróleo crudo que sirve como energético es la de los gasóleos, que antes del año 1910, formaba parte de los aceites pesados que constituían los desperdicios de las refinerías.

El consumo de los gasóleos como combustible se inició en 1910, cuando el almirante Fisher de la flota británica ordenó que se sustituyera el carbón por el gasóleo en todos sus barcos.

El mejor argumento para tomar tal decisión lo constituyó la superioridad calorífica de éste con relación al carbón mineral, ya que el gasóleo genera aproximadamente 10,500 calorías/Kg, mientras que un buen carbón sólo proporciona 7,000 calorías/Kg.

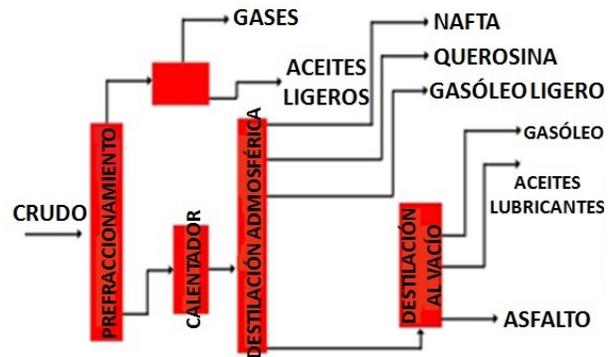
El empleo del gasóleo se extendió rápidamente a los motores a diesel. A pesar de que Rudolf Diesel inventó el motor que lleva su nombre, poco después de que se desarrolló el motor de combustión interna, su aplicación no tuvo gran éxito pues estaba diseñado originalmente para trabajar con carbón pulverizado.

2.2 Combustible diesel

En una refinería, el petróleo es convertido a una gran variedad de productos mediante procesos físicos y químicos.

El primer proceso al que se somete el petróleo en el refinamiento, es la destilación para separarlo en diferentes fracciones. La sección de destilación es la unidad más flexible en la refinería, ya que las condiciones de operación pueden ajustarse para poder procesar un amplio intervalo de alimentaciones, desde crudos ligeros hasta pesados.

Dentro de las torres de destilación, los líquidos y los vapores se separan en fracciones de acuerdo a su peso molecular y temperatura de ebullición. Las fracciones más ligeras, incluyendo gasolinas y gas LP (licuado de petróleo), se vaporizan y suben hasta la parte superior de la torre donde se condensan. Los líquidos medianamente pesados, como la querosina y la fracción diesel, se quedan en la parte media.



Fuente: www.ref.pemex.com

Figura. 2.5 Separación de los componentes del petróleo.

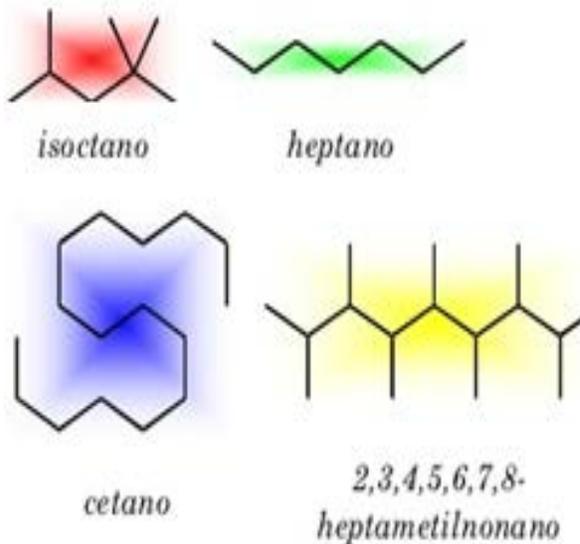
Hoy en día el proceso de fabricación del diesel es muy complejo ya que comprende escoger y mezclar diferentes fracciones de petróleo para cumplir con especificaciones precisas o establecidas. La producción de diesel estable y homogéneo requiere de experiencia, respaldada por un estricto control en laboratorio.

Las gasolinas contienen fracciones que ebullen por debajo de los 200°C, mientras que en el caso del diesel sus fracciones tienen un límite de 350°C. Esta última contiene moléculas de entre 10 y 20 carbonos, mientras que los componentes de la gasolina se ubican en el orden de 12 carbonos o menos.

2.2.1 Índice de cetano

México depende desafortunadamente de la quema de hidrocarburos para ser energéticamente competitivo en sectores enérgicos. Ante tal perspectiva, el uso eficiente de los hidrocarburos como combustible se convierte en una prioridad estratégica para cualquier nación. Además de su uso en plantas termoeléctricas, los alcanos sirven también como combustible para alimentar a los motores de los vehículos.

Las mezclas más importantes para tales fines que se usan son, la gasolina magna, premium y el gasóleo o diesel. Petróleos mexicanos S.A. (PEMEX), define a las gasolinas como las fracciones del petróleo que entran en ebullición por debajo de los 200° C (hidrocarburos de menos de 12 carbonos), tanto que en el caso del diesel sus fracciones tienen un límite de 250° C (de 10 a 20 carbonos).

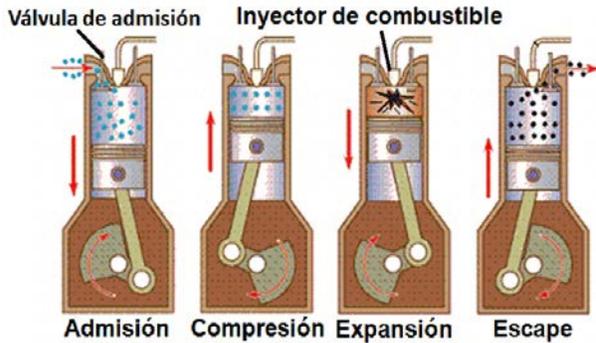


Fuente: <http://cienciayquimicaymasquimica.blogspot.mx>
Figura. 2.6 Hidrocarburos

Ambos combustibles consisten en mezclas de alcanos que requieren cumplir con ciertos estándares de calidad para transformar óptimamente la energía calorífica en mecánica para que los motores desarrollen su trabajo con la máxima eficiencia posible. La definición de eficiencia varía con respecto al combustible que se vaya a emplear, y para definir dichos estándares se han establecido dos escalas: la del índice de octano para las gasolinas y la del índice de cetano para diesel.

Tanto gasolina como diesel deben cumplir con una capacidad para incendiarse dentro de sus respectivos motores (capacidad definida como calidad de ignición o poder antidetonante) y dependiendo de ello, a una cierta mezcla se le asignará un número o índice.

En un motor a diesel (encendido por compresión) lo que se busca es que, el alcano se quemara de una manera rápida (autoignición). En este motor el combustible no se inflama por efecto de una chispa, sino por contacto con aire dentro de un cilindro que alcanza una temperatura elevada gracias a una muy elevada compresión.



Fuente: <http://tatofisicatermodinamica.wordpress.com>

Figura. 2.7 Ciclo diesel.

En el motor a diesel, su funcionamiento es así: primero se abre una válvula para dejar entrar aire a un cilindro, a continuación la válvula se cierra y el aire es comprimido por el pistón hasta alcanzar una muy elevada presión, con lo que el aire se calienta. En ese momento se inyecta una cantidad de diesel y por

efecto de la temperatura ahí adentro, se inflama e impulsa el pistón hacia abajo; finalmente una segunda válvula deja salir los gases de la combustión, para que un nuevo ciclo se inicie.

El índice de octano en una gasolina mide su capacidad antidetonante, en la etapa que debe hacerlo y no antes, si esto lo lleva acabo será una gasolina eficiente, y sino dará lugar a vibraciones indeseables de cascabeleo en el vehículo y será ineficiente. Un hidrocarburo que ofrece un desempeño óptimo en un motor de gasolina, su índice de octano u octanaje va desde 80 a 100.

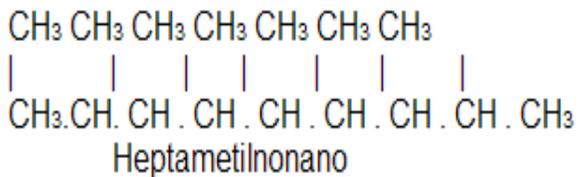
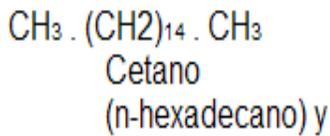
Hay dos escalas en las que se mide el índice de octano, la RON (Research Octane Number: índice de octano), en el laboratorio de investigación y la MON (Motor Octane Number: número de octano en el motor); medida determinada en un motor estático. De esta manera, la gasolina Magna de PEMEX por ejemplo tiene un índice de 87 octanos y la Premium de 92 octanos.



Fuente: <http://www.copartes.com>

Figura. 2.8 Índice de octano.

En los motores a diesel se ha visto que, el hexadecano o cetano, ofrece excelentes rendimientos al tener un periodo corto de retardo a la ignición durante la combustión, esto define al número 100, del índice de cetano al ser particularmente eficiente en los motores a diesel; comparado con el 2,3,4,5,6,7,8- heptametilnonano, el cual tiene un periodo largo de retardo y debido a esto es deficiente en desempeño, a él se le ha dominado en esta escala un número 15.



Fuente: <http://www.ref.pemex.com>

Figura. 2.9 Formula del cetano y heptametilnonano.

El índice de cetano, se determina con la prueba (ASTM-D-976), “Método de prueba estándar para el índice de cetano calculado de combustibles destilados”; esta prueba es reconocida por parte de la (US-EPA) (United States Environmental Protection Agency: Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos).

Los motores a diesel típicamente se diseñan para utilizar índices de cetano de entre 40 y 55, ya que debajo de 38, se incrementa rápidamente el retardo de la ignición. Con un índice alto conseguiremos que nuestro vehículo diesel haga un menor ruido, aumente el rendimiento, contamine menos y se alargue la vida del motor.

El índice de cetano es una propiedad muy importante, sin embargo existen otras propiedades relevantes que caracterizan la calidad del combustible, que son: fluidez, estabilidad a la oxidación y corrosión a la lámina de cobre.

2.2.2 Azufre

El azufre esta presente naturalmente en el petróleo. Si éste no es eliminado durante los

procesos de refinación, contaminará al combustible; sin embargo este no es removido al cien por ciento. El azufre del diesel contribuye significativamente a las emisiones de partículas, óxidos de azufre (SO_x). La reducción del límite de azufre en el diesel a 0.05 por ciento es una tendencia mundial.

El diesel producido en las refinerías de PEMEX, cumple con estándares de calidad nacional e internacional y con lo exigido por los motores del parque vehicular de las compañías automotrices que operan en nuestro país y el de los vehículos de procedencia y fabricación extranjera.

Desde 1986, el diesel que se vende en México ha venido reduciendo gradualmente los niveles de azufre, hasta llegar a un contenido máximo de 0.05 por ciento en el PEMEX diesel, éste con un contenido de aromáticos del 30 por ciento y con un índice de cetano desde 52 hasta 55, superando las especificaciones de este combustible producido en otros países.



Fuente: <http://www.lollole.cl>

Figura. 2.10 El azufre en el diesel.

El azufre contenido en el diesel o en cualquier combustible, reacciona en la cámara de combustión de los motores para formar óxidos de azufre (SO_x) los cuales al salir por el tubo de escape viajan por la atmósfera y con la humedad que encuentran allí reacciona hasta formar ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual precipita con la lluvia formando la llamada lluvia ácida que causa estragos en la flora, fauna

acuática y en la infraestructura de las ciudades (puentes, construcciones, monumentos, principalmente).

Pero mejorar la calidad del combustible no resolverá el problema de la contaminación a menos que se imponga un riguroso programa de inspección y mantenimiento para los vehículos viejos con motores a diesel. Los emisores más grandes del mundo del diesel son los motores viejos que han recibido un mantenimiento muy pobre.

2.3 Motor a diesel

En el año 1678, Jean de Hautefeuille inventó un motor en Orléans Francia, el cual utilizaba la explosión de la pólvora para comunicar presión a un émbolo que se movía en el interior de un cilindro. Este fue el primer motor de combustión interna de la época moderna.

Transcurrió más de un siglo antes de que apareciera un nuevo progreso en el motor de combustión interna, fue hasta el año 1791; cuando el inglés, John Barber, se refirió en una patente de mezcla de aire y un hidrocarburo gaseoso para que con su explosión se produjera presión en un recipiente cerrado que él llamó Exploder.



Fuente: www.freepages.genealogy.rootsweb.ancestry.com

Figura. 2.11 John Barber.

En 1867, dos alemanes, Nicolaus Otto y Eugen Langen, patentaron también un motor. En 1879, el doctor Otto realizó su motor de gas. Muchos otros inventores de estos tiempos ensayaron la construcción de motores de gas. El primero en ver coronado sus esfuerzos fue Dugald Clerk, el cual sentó los principios de un motor de dos tiempos.

El motor a diesel fue inventado en el año 1883, por el Ing. Rudolf Diesel de origen Francés, aunque de familia alemana, fue empleado de la legendaria firma MAN, que por aquellos años ya estaba en la producción de motores y vehículos de carga.



Figura: www.mundosoloautos.com.mx
Figura. 2.12 Rudolf Diesel

Rudolf Diesel estudiaba los motores de alto rendimiento térmico, con el uso de combustibles alternativos en los motores de combustión interna. La historia nos dice que dos sociedades alemanas mundialmente conocidas, que ahora construyen activamente motores diesel, la casa MAN y Krupp, ayudaron al doctor Diesel a que desarrollase sus patentes. Con la colaboración de estas dos casas se

construyó un motor y se dice que estalló debido a la carga de arranque y al atascamiento del pistón.

Durante años Diesel, trabajó para poder utilizar otros combustibles diferentes a la gasolina, basados en principios de los motores de compresión sin ignición por chispa, cuyos orígenes se remontan a la máquina de vapor.

Así fue como a finales del siglo XIX, en el año 1897, MAN, produjo el primer motor conforme los estudios de Rudolf Diesel, encontrando para su funcionamiento, un combustible poco volátil, que por aquellos años era muy utilizado, el aceite liviano, mas conocido como Fuel Oil que se utilizaba para alumbrar las lámparas de la calle.



Fuente: www.pasch.es
Figura. 2.13 Motor de ignición sin chispa.

El motor diesel, es un motor de compresión y basa su funcionamiento en aumentar la

presión del gas (aire) contenido en el volumen del cilindro, hasta alcanzar una alta presión y temperatura, arriba de los 500° C, que hace que cuando se pulveriza combustible sobre este aire a presión caliente, genera una combustión, impulsando el pistón con fuerza hacia abajo.

Su principio tiene origen en los motores de compresión a gas de mediados y finales del siglo XIX, que utilizaban combustibles poco volátiles, como el keroseno o aceite de lámparas.

Rudolf Diesel se basó en estos principios y en 1883, publicó su teoría sobre el principio de funcionamiento del motor a diesel llamado "Teoría y construcción de un motor térmico racional".

La principal modificación era en la pulverización del combustible, más simple que la inventada por Rudolf Diesel. Aunque el desarrollo verdadero de este motor vendría de la mano de Robert Bosch, quien perfeccionó el sistema de pulverización del combustible dentro de la cámara de combustión, mediante la bomba inyectora a comienzos de los años 20's del siglo XX.



Fuente: www.mundoautomotor.com.ar

Figura. 2.14 Camión diesel Benz año 1923.

El motor diesel tomó la vanguardia de los motores en el mundo, debido a su rendimiento térmico del orden del 40%, por aquellos años comparado con un motor ciclo Otto, que tienen los automóviles los cuales solo aprovechan del 25 al 30% de la energía y del 40% en los diesel modernos de hoy.

Asimismo el uso de combustibles pesados económicos en aquellos años, al igual que su economía, fueron factores que hicieron de este motor un rápido desarrollo.

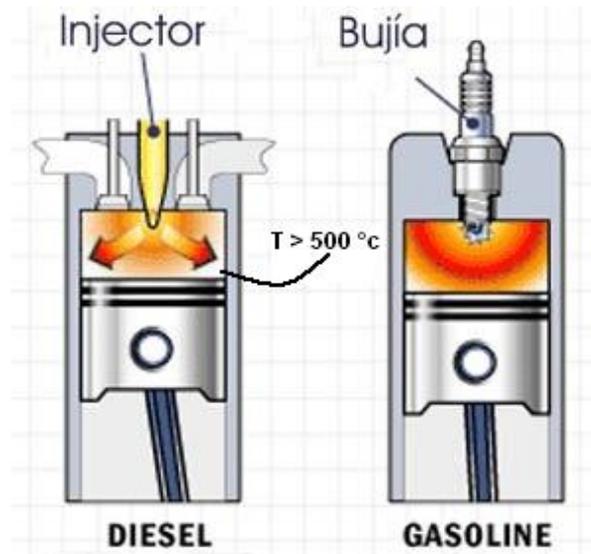
Por esta razón el fabricante Daimler–Benz, fue el que produjo el primer camión con motor diesel del mundo en 1923, seguido por MAN que fue el primer fabricante en el año 1924, en ofrecer al mercado el primer camión con motor a diesel con inyección directa.

El doctor Diesel trabajo con sus inventos hasta el año 1912.

Por otro lado, estos motores encontraron rápida aplicación en los barcos de la marina militar y mercante, en las locomotoras de los ferrocarriles, en los camiones pesados, y en los tractores agrícolas.

En Alemania, para el año 1929, funcionaban quinientos cuarenta autobuses y camiones con motor a diesel y en Rusia ya se había construido un yate, cuyo motor propulsor era un diesel que funcionaba a 600 revoluciones por minuto (r.p.m).

Los principios del motor a diesel son fáciles de comprender. Constituyen lo que, conocemos como ciclo diesel, para diferenciarlo del ciclo Otto.



Fuente: www.fondear.org

Figura. 2.15 Compresión en motor diesel.

Comprimiendo aire en la cámara de combustión a una presión muy alta, se produce una cantidad de calor suficiente para iniciar la ignición del combustible que se ha inyectado.

Esto se puede comprender más fácil, comparando las relaciones de compresión de un motor a gasolina y de un motor a diesel. El motor a gasolina común tiene una relación de compresión de 5 a 1 ó a 6 a 1, y el motor a diesel tiene una relación de compresión alrededor de 15 a 1. En otras palabras, la mezcla de aire y combustible que se halla, al fin

de la carrera de compresión, en la cámara de combustión de un motor a gasolina, esta comprimida en un espacio de un quinto o de un sexto del que ocupaba al principio de la carrera. Para conseguir la ignición de la mezcla y la producción de energía en el cilindro, es necesaria una chispa eléctrica.

En el motor a diesel, cuya relación de compresión es 15 a 1, el aire se ve reducido al final de la carrera de compresión; a un espacio tan sólo un quinceavo del volumen a que llega al final de la carrera de admisión. En consecuencia, en un motor a diesel la compresión es del orden de 35 Kg/cm² (kilogramo sobre centímetro cuadrado) o mayor. El aire comprimido de esta manera se calienta hasta una temperatura de 500 ó 600°C, que es mayor al punto de ignición o de inflamación del combustible.

Los motores a diesel tienen dos ventajas sobre los a gasolina: gastan menos combustible para la misma potencia y pueden vencer mayores sobrecargas momentáneas o (tirar) más que los de gasolina; esto quiere decir que da mayor par a baja velocidad. El motor a diesel quema aceite crudo, la mezcla carburada con este aceite se quema más lentamente.

Este hecho, combinado con el de que cada cilindro recibe una cantidad calculada de combustible independientemente de la velocidad o de la altitud, da al motor a diesel esta aptitud de vencer sobrecargas sin problema.

Esta situación era relativamente sencilla en los motores lentos y pesados cuyos cilindros tenían grandes dimensiones.



Fuente: www.tallervirtual.com

Figura. 2.16 Inyector de diesel.

Para que se pueda apreciar este problema, es necesario considerar lo precisa que ha de ser la bomba de inyección de un motor a diesel. Considerando, por un momento, que un motor a diesel de cuatro cilindros y cuatro tiempos funciona a 1,100 revoluciones por minuto (r.p.m.) y consume 7.5 litros de combustible por hora.

Esto quiere decir que se necesitan 2,200 inyecciones por minuto, o sea 132,000 inyecciones por hora. Es decir, estos 7.5 litros de combustible deben dividirse exactamente, por medio de una bomba de émbolo ordinaria, en 13,200 partes iguales y se necesitan 17,600 de estas partes para reunir un litro. Esto significa que, en el caso considerado, cada inyección impulsa únicamente 0.005 cm^3 de combustible.

Este combustible debe medirse y se debe inyectar en el cilindro a través de una tobera muy pequeña en un periodo de tiempo extremadamente corto.



Fuente: <http://8000vueltas.com>

Figura. 2.17 Aire a unos 600°C en contacto con diesel.

El ahorro en el coste del combustible en unidad de potencia, por el motor a diesel en vez del de a gasolina, no se debe únicamente a la diferencia de coste por litro de combustible. El principal factor es el gran rendimiento térmico del motor a diesel. El hecho de que el aire se eleve a una temperatura de unos 600°C antes de que entre en contacto con el combustible, asegura una combustión completa y lenta y conforme se demuestra en termodinámica,

esto es causa de que la combustión desarrolle mucho más trabajo porque los gases se dilatan durante toda una carrera del émbolo.

Otro factor de la economía del motor a diesel es que, cuando en el motor se disminuye la

cantidad de combustible inyectado, únicamente se estrangula el combustible y el aire continua entrando en la cámara de combustión en la misma cantidad, mientras que en un motor de gasolina tanto el aire como el combustible se estrangulan, lo cual disminuye la compresión y es causa de un menor rendimiento. Pero existe un gran inconveniente ya que los motores a diesel son una fuente móvil de contaminación de gran importancia.

2.3.1 Emisiones contaminantes.

En general, un contaminante del aire puede definirse como cualquier sustancia emitida a la atmósfera que altere la composición natural del aire y a causa de ello pueda ocasionar efectos adversos en seres humanos, en la flora, fauna y materiales.

Las emisiones contaminantes que producen los motores a diesel son de gran impacto ambiental ya que contaminan cuatro veces más que el resto, pues emiten niveles muy superiores de dióxido de nitrógeno (NO_2).



Fuente: www.publicamion.com.co

Figura. 2.18 Contaminación de tractocamiones.

Los tractocamiones que utilizan diesel contribuyen con aproximadamente el 7% de las emisiones de gases de efecto invernadero, con un 20% del ozono que forma parte de los agentes contaminantes y aproximadamente el 50% del material particulado en las áreas urbanas. Así, en la última década del siglo XX, se ha identificado una correlación clara entre el aumento de emisiones y el consumo de energía en el autotransporte.

El aire es un elemento esencial para la vida de todos los seres vivos que habitan el planeta y está compuesto en porcentajes de volumen de gases: nitrógeno en un 78%, oxígeno en un

21% y gases inertes en un 1%, que se mantienen virtualmente constantes en todo el planeta.

Cada vez existen más evidencias de los efectos que la contaminación del aire provoca sobre la salud pública en México y en otras partes del mundo, especialmente en las zonas urbanas que con frecuencia registran concentraciones muy elevadas de contaminantes.

El impacto ambiental del aire resulta de una compleja suma de miles de fuentes de emisión, que van desde la industria, vehículos automotores, pinturas, el uso de productos de limpieza domésticos e incluso la flora y fauna.

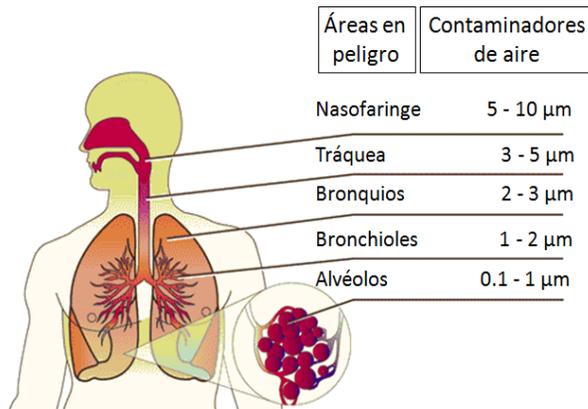
Los contaminantes han sido clasificados en dos grupos: Contaminantes primarios y contaminantes secundarios, ya que es muy útil diferenciarlos, con el propósito de saber si han sido emitidos directamente a la atmósfera por fuentes de emisión, como los automóviles, las chimeneas de la industria, entre otros, o si se han formado en la atmósfera.

Es por ello que se han clasificado en:

Contaminantes primarios.- Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, por ejemplo: plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC), materiales con partículas, entre otros.

Contaminantes secundarios.- Aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera. Por ejemplo: ozono (O₃), peroxiacetil-nitrato (PAN), hidrocarburos (HC), sulfatos (SO₄), nitratos (NO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄), entre otros.

El monóxido de carbono (CO).- es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. La mayor proporción del CO emitido en áreas urbanas es generada por los vehículos automotores.



Fuente: www.publicamion.com.co

Figura. 2.19 Sistema respiratorio afectado por la contaminación.

La exposición de los seres humanos a niveles de CO menores que 15 a 20 partículas por millón aparentemente no produce efectos adversos en la salud, pero en niveles superiores a éstos, la carboxihemoglobina en la sangre se eleva, ocasionando alteraciones en el sistema nervioso y cardiovascular.

El término óxidos de nitrógeno (NO_x).

Es un concepto amplio que incluye al monóxido de nitrógeno (NO), al bióxido de nitrógeno (NO_2) y a otros óxidos de nitrógeno menos comunes. En general estos compuestos se forman durante los procesos de combustión, son precursores del ozono.

El NO, no se considera que cause efectos adversos a la salud en concentraciones ambientales; sin embargo, la exposición al NO_2 puede ocasionar irritación del tracto respiratorio y si la exposición se prolonga, puede provocar disminución en la función pulmonar. El NO_x de combustible se forma por la reacción entre nitrógeno contenido en el combustible y el aire de la combustión.

Óxidos de azufre (SO_x).- Es el término general que se refiere al bióxido de azufre y otros óxidos de este elemento. El SO_2 es un gas incoloro de fuerte olor, que se forma por la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre.

Estos compuestos son irritantes respiratorios y pueden provocar una reacción similar al asma o bien, agravar una condición asmática previa. Los síntomas de la exposición a elevadas concentraciones ambientales envuelve: tos, flujo nasal y falta de aliento; y pueden ser más severos en fumadores.

Algunas veces, el SO_2 emitido se oxida para formar trióxido de azufre (SO_3) y posteriormente ácido sulfúrico (H_2SO_4). La magnitud de las emisiones de SO_x de las fuentes de combustión depende del contenido de azufre en el combustible utilizado.

Los óxidos de azufre intensifican el problema de la depositación ácida, es un término utilizado para denominar las diferentes formas en las que los compuestos ácidos se depositan en la superficie de la tierra. Esto puede incluir la depositación húmeda a través de la lluvia, niebla y nieve ácida.

La lluvia ácida se refiere a la precipitación pluvial con un potencial de hidrogeno (pH), menor que 5.6 la precipitación neutral debería tener un pH de 7. Los principales componentes de la lluvia ácida típicamente incluye el ácido nítrico y sulfúrico; debido a la combustión de óxidos de nitrógeno y de azufre.

Hidrocarburos sin quemar (HC).- Se forman al no quemarse completamente el combustible y al tener mezclas ricas o pobres de este, ya que el proceso de combustión no se desarrolla en óptimas condiciones. Los hidrocarburos generalmente se presentan en forma de particular (PM_x).

El término partículas o material particulado (PM).- Se refiere a cualquier partícula sólida o líquida de hollín, polvo, aerosoles, humos y nieblas. Algunas clasificaciones del PM incluyen partículas totales; partículas primarias y secundarias; partículas suspendidas totales (PST), partículas suspendidas (PS), partículas con diámetro aerodinámico menor que 10 micras (PM_{10}), partículas con diámetro aerodinámico menor que 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$).

Las partículas primarias incluyen a los materiales sólidos, líquidos o gaseosos emitidos directamente por las fuentes de emisión y que pueden mantenerse en la atmósfera como partículas en condiciones ambientales de temperatura y presión.

Las partículas secundarias son aerosoles formados a partir de material gaseoso a través de reacciones químicas atmosféricas.

El tamaño de partículas PM_{10} ó $PM_{2.5}$ les permite entrar fácilmente en los espacios alveolares de los pulmones humanos, donde pueden depositarse y causar efectos adversos sobre la salud. Las partículas que logran penetrar el tracto respiratorio pueden causar: tos, dificultad para respirar, alteraciones en la función respiratoria, e incluso cambios fisiológicos en el pulmón.

El ozono (O_3).- Es un gas tóxico reactivo de olor fuerte y color azul pálido, formado por tres átomos de oxígeno. Es un oxidante fotoquímico más abundante en la atmósfera, este y otros oxidantes no son emitidos directamente a la atmósfera, sino que son formados por las reacciones químicas entre hidrocarburos, CO y NO_x en presencia de luz solar.

El ozono y otros oxidantes fotoquímicos son irritantes que pueden tener efectos adversos en los pulmones, respiración rápida y poco profunda, la bronquitis y el enfisema, se encuentran entre los efectos adversos a la salud por exposición al ozono.



Figura: www.conexionnatural.org
Figura 2.20 Efecto invernadero.

El efecto invernadero.- Se presenta cuando la radiación solar que es reflejada por la superficie de la tierra queda atrapada en la atmósfera por gases con actividad radiante. La energía luminosa del sol con radiación de longitud de onda corta pasa a través de la atmósfera es absorbida por la superficie de la tierra y

reflejada a la atmósfera como energía calorífica con radiación de longitud de onda larga.

La energía calorífica entonces es atrapada por la atmósfera creando una situación similar a la que se presenta en un invernadero o cuando sube la ventanilla de un automóvil. Existen estudios científicos que permiten afirmar que la emisión de estos gases bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorocarburos (CFCs) y otros a la atmósfera puede incrementar el efecto invernadero y contribuir con el calentamiento global.

2.3.2 Fuentes móviles (vehículos automotores)

Las fuentes móviles de emisión están constituidas por los vehículos automotores que incluyen automóviles, camiones y autobuses diseñados para circular en la vía pública. En la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores son los principales generadoras de las emisiones de HC, CO, NO_x , SO_x , PM, contaminantes tóxicos del aire y contaminantes que reducen la visibilidad.

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por diversos contaminantes que son generados por diferentes procesos. Los más comúnmente considerados son las emisiones del escape, resultado de la combustión del combustible y que son emitidos a través del escape del vehículo, y una variedad de procesos evaporativos, los cuales resultan en emisiones de compuestos orgánicos totales, los cuales incluyen:

- Emisiones húmedas calientes.- Emisiones que se presentan debido a la volatilización del combustible en el sistema de dosificación de éste, una vez que se apaga el motor. El combustible del sistema de dosificación se volatiliza por el calor residual del motor.
- Emisiones evaporativas en circulación.- Emisiones de fugas de combustible en fase líquida o de vapor que se presentan cuando el motor está en operación.

- Emisiones diurnas.- Emisiones del tanque de combustible del vehículo debido a altas temperaturas en el líquido y al aumento de la presión de vapor del combustible, las cuales resultan del incremento en las temperaturas ambientales, la aportación de calor del sistema de escape del vehículo o del reflejado por el asfalto o superficie de circulación.
- Emisiones evaporativas en reposo.- Estas emisiones son distintas a las emisiones húmedas calientes, diurna y de recarga de combustible, que ocurren debido a la permeabilidad o fugas de los conductos de combustible.
- Emisiones evaporativas de la recarga de combustible.- Emisiones desplazadas del tanque de combustible durante la recarga del mismo.

2.3.3 América y sus motores a diesel



Fuente: www.cummins.com
Figura. 2.21 Motor Cummins.

En América del norte durante el siglo XX, solo los motores a gasolina eran los que impulsaban a los camiones fabricados en los Estados Unidos de América (EUA). Esta razón estaba dada, porque el combustible era fácilmente obtenido en su propio territorio (Texas y Pensilvania).

Pero un visionario en la mecánica llamado Clessie Cummins, en el año 1919, creó la empresa de motores que además lleva su

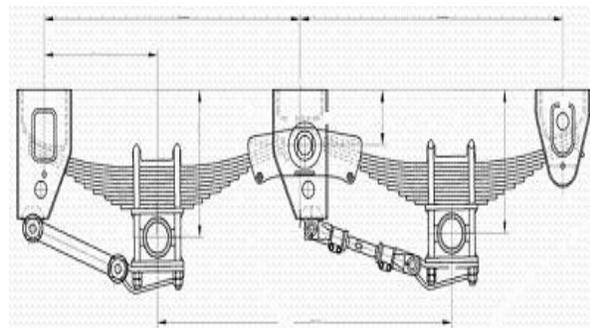
nombre, sería un precursor en la materia. Ya que su objetivo fue producir en los EUA, los primeros motores a diesel destinados a la agricultura y minería.

Posteriormente, los resultados obtenidos por estos motores y gracias a su bajo consumo de combustible, como así el alto torque que siempre caracterizó a los motores a diesel, permitió que estos empezaran a ser tenidos en cuenta, por la industria del camión pesado. Es por esta razón que en el año 1933, Kenworth, fue pionero en la materia, ofreciendo al mercado el primer camión de clase 8 propulsado por un motor diesel. El motor era un Cummins.

Pero recién terminada la Segunda Guerra Mundial, es cuando el motor a diesel, comenzaría a hacerse popular. Esto como consecuencia del incremento del combustible por el aumento de la demanda mundial. Que hacia atractivo el uso de este combustible, subsidiado por los gobiernos para que fuese de bajo costo. A pesar de la escasez de pedidos en los primeros años de la posguerra, los ingenieros no dejaron de investigar, diseñar, desarrollar y probar nuevos conceptos. La producción tenía que limitarse a los camiones de los años de la contienda, en los que se introducen poco a poco importantes innovaciones.

Por aquellos años todavía no habían sido importados a México, los motores a diesel pesados. A mediados de la década de los 50's del siglo XX, se empezaron a importar desde los Estados Unidos de América, los primeros camiones con motor a diesel a este país latinoamericano.

En la historia de los camiones norteamericanos también encontramos, a Hendrickson, uno de los pioneros en la fabricación de vehículos de carga; comienza en el año de 1913, con la fundación de “The Hendrickson Motor Truck Company” por parte del inventor y hombre de negocios Magnus Hendrickson.



Fuente: www.alionaxles.com

Figura. 2.22 Suspensión tandem.

Esta pequeña empresa manufacturera tiene sus inicios en la ciudad de Chicago, en los Estados Unidos de América, fabricó camiones, muchos de ellos equipados con grúas o con cuerpos de volteo.

Hendrickson, introdujo la primera suspensión “tándem”, para camión en el año 1926, suspensión que montaba los ejes en cada uno de los extremos de una viga igualadora. Este diseño único de “viga igualadora” distribuía la carga del camión de manera homogénea entre los dos ejes posteriores lo cual mejoró la tracción y redujo significativamente los efectos de topes y baches del camino. Pronto la viga igualadora fue ampliamente aceptada para los nuevos camiones 6x4 de seis ruedas porque permitía una mayor carga útil.

Hendrickson en el año de 1978, se expandió en negocios adicionales en áreas relacionadas de: sistemas de suspensión para remolques, sistemas de ejes auxiliares, muelles, defensas metálicas y otros componentes de servicio pesado.

Hoy en día, Hendrickson; cuenta con instalaciones y centros de fabricación de tecnología de punta en los Estados Unidos de América, Canadá, México, Reino Unido, España, Turquía, India, China y Australia.



Fuente: www.hankstruckpictures.com

Figura. 2.21 Vehículo REO.

La REO Motor Car Company, se estableció inicialmente en Lansing, Michigan compañía basada que produjo automóviles y camiones desde 1905 hasta 1975. En un momento, la compañía también fabrica autobuses en sus plataformas de camiones.



Fuente: www.speedcoches.es

Figura. 2.22 Primeros camiones Mack en 1908.

Jack Mack y su hermano Augustus F. Mack, fundaron la empresa Mack Brothers Company en el año de 1904. En 1909, Mack presenta su primer camión de una y media toneladas.

De esta forma fueron las primeras marcas de camiones pesados en los EUA. A partir de 1908, el ejército americano apoya la motorización con el llamado “camión

subvencionado”, la adquisición y utilización de camiones, siempre que los compradores se comprometían a cederlos al ejército en caso de movilización general. La subvención estaba ligada a determinadas condiciones en relación con el tamaño, la técnica y el equipamiento de los camiones.

2.4 El diesel mexicano.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 15.

Figura. 2.23 Chapotera en Veracruz año 1863.

Los primeros datos más lejanos del petróleo en México, se encuentran en los usos prácticos que tanto las culturas mesoamericanas como los colonizadores españoles dieron a los depósitos superficiales de “chapotli” (chapotote) del náhuatl. El petróleo acumulado naturalmente por las filtraciones subterráneas fue utilizado, entre otras cosas, en la elaboración de figuras de arcilla, ungüentos medicinales, adhesivos y demás usos.

Sin embargo, fue hasta mediados del siglo XIX, cuando el petróleo se convirtió en una sustancia con fines comerciales gracias a sus propiedades como iluminante, lubricante y combustible. Esta nueva era del petróleo comenzó en los EUA, donde la comercialización del crudo y sus derivados creció rápida y notablemente a partir de la explotación de los depósitos superficiales.

En México, la historia comercial del petróleo se remonta al año 1863, cuando un cura de nombre Manuel Gil y Sáenz, descubrió un yacimiento superficial, que llamó “Mina de Petróleo de San Fernando”, cerca de Tepetitlán, Tabasco. Manuel Gil, pensaba comercializar crudo en los Estados Unidos de América, y envió diez barriles a Nueva York, donde comprobaron su buena calidad; sin embargo el auge productivo norteamericano había hecho descender los precios a tal punto que le fue imposible competir dentro de ese mercado.

En 1864, el Emperador Maximiliano intentó promover las actividades petroleras otorgando una serie de concesiones para la explotación de depósitos naturales; en zonas localizadas en Tabasco, norte de Veracruz, sur de Tamaulipas, Estado de México, Istmo de Tehuantepec y Puebla, pero ninguna de ellas prosperó.

La primera compañía en México, que extrajo petróleo de pozos perforados y produjo destilados aunque rudimentariamente y en escala pequeña fue la compañía explotadora de “Petróleo del Golfo de México”, organizada en el año de 1868, por Adolfo Autrey, un Doctor norteamericano de origen irlandés. Autrey importó maquinaria (una barrena y un par de alambiques) y la llevó hasta la



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 21
Figura. 2.24 Vehículo de Waters Pierce Oil, formada en 1873.

región conocida como el Cuguas, cerca de la población de Papantla Veracruz. Allí, se encontraban unas chapopoterías, en esta zona taladró hasta una profundidad de 125 pies sin ningún resultado, pero en otro pozo de 50 pies consiguió un flujo de unos cuatro o cinco barriles diarios, de los cuales pudo refinar unas 200 latas de queroseno, más tarde la compañía fracasó.

Las historias de personas o pequeñas compañías que intentaron hacer del petróleo un negocio redituable continuaron a lo largo de las últimas décadas del siglo XIX.

La primera empresa que tuvo resultados económicos positivos en México, fue la compañía norteamericana “Waters Pierce Oil Company”. Formada en 1873, por Henry Clay Pierce y William H. Waters; para comercializar refinados en el suroeste de la Unión Americana, esta firma, subsidiaria de la poderosa Standard Oil, comenzó por exportar sus productos enlatados hacia los mercados mexicanos, pero fue hasta el año 1887, cuando instaló refinerías en las ciudades de México, Tampico, Veracruz y Monterrey.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 28
Figura. 2.25 Comunicado de Mexican Eagle Oil Company.

Waters Pierce Oil Company, traía el crudo desde Pensilvania, para abastecer a sus refinerías en México, las cuales sumaban una capacidad de 900 barriles diarios; en estas refinerías se producía queroseno, gasolina, parafina, aceites y grasas lubricantes.

Los pioneros de la historia productiva del petróleo en México, fueron el petrolero norteamericano Edward L. Doheny y el constructor británico Weetman D. Pearson, quienes con sus compañías respectivas,

“Mexican Petroleum Company” y “Compañía Mexicana de Petróleo El Águila”, dominaron la industria petrolera durante el inicio del siglo XX.

El pozo más productivo que pudo tener una compañía en esa época, fue el pozo número 4, así identificado, alcanzando una profundidad de 1,856 pies, con una producción de 100 mil barriles diarios. Localizado a finales del mes de diciembre de 1910, en el campamento de Potrero del Llano, al noroeste de Tuxpan.

La industria petrolera dio un salto considerable en la producción pasando de 3.6 millones de barriles anuales en 1910 a 12.5 millones en 1911, y de ahí en adelante se incrementaría año con año, sin parar, hasta 1921, cuando alcanzó el nivel máximo y México ocupó el segundo lugar como productor mundial.

El auge productivo de 1911 a 1921, fue la base para la integración de compañías petroleras en los ámbitos nacional e internacional. En esos años como: Mexican Petroleum Company, Huasteca Petroleum, Tuxpan Petroleum Company, Tamiahua Petroleum Company, Compañía Naviera Transportadora de Petróleo, S.A., y otra que se hizo cargo de los grandes embarques internacionales, Petroleum Transport Company, dueña de una flota de buques tanque.

La enorme demanda generada por los nuevos medios de transporte que utilizaban motores de combustión interna y por los nuevos requerimientos industriales y bélicos de la Primera Guerra Mundial, fueron factores decisivos para que en 1915, la Mexican Petroleum Corporation, distribuyera petróleo en la costa este de los Estados Unidos de América, la zona del Canal de Panamá, Uruguay y Argentina.

2.4.1 Los inicios de la empresa nacional

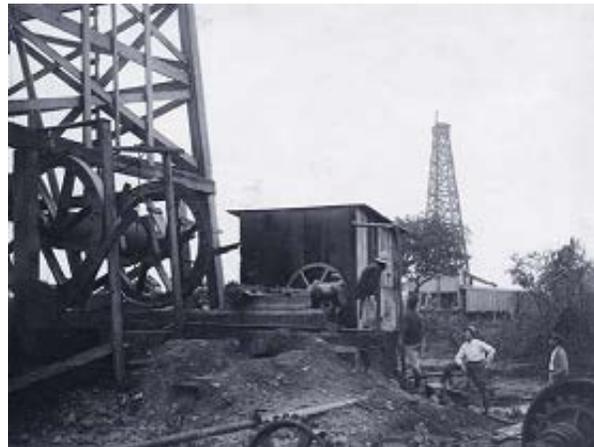
Ya desde los años veinte el gobierno mexicano había procurado regular el renglón de la

producción de petróleo y lograr un mayor control de la industria petrolera por medio de una institución pública denominada Control de Administración del Petróleo Nacional (CAPN), que tuvo el propósito de llevar a cabo operaciones de producción y refinación en terrenos federales.

Los resultados del (CAPN), fueron modestos. Entre los años 1926 y 1929, produjo un poco más de 7 mil barriles, cantidad simbólica comparada con los casi 250 millones de barriles que las compañías extranjeras produjeron en ese mismo periodo.

Más adelante en el año de 1933, el proyecto de una empresa nacional cobró más forma con la creación de la compañía Petróleos de México, S. A. (PETROMEX).

PETROMEX, desarrolló todas las capacidades de una empresa integrada, contaba con pozos y oleoductos en Faja de Oro junto con una refinería y varias estaciones terminales en Tampico. Sus agencias distribuidoras cubrían la venta de productos en siete estados de la república y en la ciudad de México, en las que se ofrecía al público gasolina y otros tipos de combustibles, queroseno y aceites lubricantes.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 62
Figura. 2.26 La faja de oro en Tampico.

Ante la necesidad de un control más eficiente sobre la industria petrolera, el gobierno creó, en 1937, una organización que dependía directamente del Ejecutivo, la Administración General del Petróleo Nacional (AGPN), a la que traspasó las propiedades de PETROMEX.

Después de años y largas series de conflictos laborales entre trabajadores y compañías



Fuente: www.industriapetroleramexicana.com
Figura. 2.27 Decreto de la Expropiación

petroleras, el presidente Lázaro Cárdenas, decretó el 18 de marzo de 1938, la expropiación de la industria petrolera. Una política profundamente nacionalista surgida de la revolución que protegía el derecho de México, a sus recursos naturales, entre ellos el petróleo y la distribución justa de la riqueza derivada de ellos.

Fue la AGPN la que, el 19 de marzo de 1938, se hizo cargo provisionalmente de los bienes expropiados a las compañías petroleras.

La industria nacional necesitaba de una gran reorganización para poder salir del sistema fundado a escala nacional. Agrupar y coordinar toda la infraestructura de las compañías expropiadas reflejó un problema muy grande que el mismo gobierno intentó resolver creando dos instituciones en junio de año 1938: Petróleos Mexicanos (PEMEX), que se encargaría de la exploración, producción y refinación, y la Distribuidora de Petróleos Mexicanos, encomendada del mercadeo de petróleo y derivados, tanto dentro y fuera del país.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 83
Figura. 2.28 Instalaciones de la (AGPN).

Con esta triple organización surgieron una serie de problemas internos que el gobierno resolvió al final adjudicando a Petróleos Mexicanos, todo el manejo de la industria a partir del 27 de agosto de 1940.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 105
Figura. 2.29 PEMEX, en el año 1940.

Entre los años comprendidos entre 1938 y 1946, pueden considerarse como la etapa formativa de Petróleos Mexicanos. Se consideran dos años en los que PEMEX, actuó como parte del conglomerado de empresas creado por el gobierno a partir de la expropiación y seis años como la única empresa encargada del manejo de toda la industria. Durante este periodo se

conformó el marco legal que le dio a PEMEX, el carácter de empresa pública y las facultades necesarias para cumplir con sus objetivos.

Al inicio PEMEX, enfrentó el primer problema, que fue la restricción a las exportaciones mexicanas de petróleo ocasionada por el bloqueo económico que las compañías petroleras impusieron a México, después de que el gobierno nacionalizara sus bienes. Con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos y México entraron en una fase de cooperación estratégica.

En el ámbito nacional fueron varios los problemas que retrasaron la consolidación y expansión de PEMEX. Por una parte, el aumento de la demanda, originada por los requerimientos del renovado proceso de industrialización de los años cuarenta, este terminó superando los niveles de producción y se tuvieron que importar productos derivados.

Por otra parte, era necesario hacer grandes inversiones en exploración y en el aumento de la capacidad de refinación, pero sin ingresos suficientes era imposible. La deuda externa fue una primera solución. En 1944, el Eximbank otorgó a México un préstamo por 10 millones de dólares para que PEMEX, ampliara la refinería de Azcapotzalco.



Fuente: Crónicas del petróleo en México. Pagina. 91
Figura. 2.30 Refinería de Azcapotzalco en 1950.

Entre los años de 1946 y 1958, PEMEX, se convirtió en una empresa consolidada y en proceso de expansión contando con toda la infraestructura necesaria para abastecer las necesidades del mercado interno; principal objetivo de la empresa.

En el año de 1946, Petróleos Mexicanos, tenía a su servicio más de 1,500 carros tanque, y en el año 1957, disponía de aproximadamente 2 mil. Finalmente, durante estos años PEMEX, incrementó el número de su flota marina a 18 buques tanque.

En el año de 1965, se crea el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), surgió como parte de los esfuerzos de la industria petrolera que tenían como propósito desarrollar la investigación científica y reducir los altos costos derivados de la importación de tecnología.

Entre los años de 1959 y 1973, la expansión de PEMEX sufrió una des aceleración importante que culminó en una crisis productiva. Las razones de este rezago fueron en primer lugar, los cambios en las políticas de exploración, ya que se dedicaron a las perforaciones de desarrollo y no a las de exploración.



Fuente: www.milenio.com
Figura. 2.31 Buque tanque de PEMEX.

Entre 1978 y 1983, se aplicaron en las refinerías nuevos procedimientos, diseñados por el IMP, para la desmetalización de los residuos desprendidos de la refinación de petróleo al

alto vacío y el mejoramiento de la conversión de combustibles pesados a destilados ligeros.

La modernización de la capacidad de refinación tuvo como objetivos principales, por una parte, procesar grandes cantidades de crudo para transformarlo en combustibles ligeros que tienen mayor valor agregado; por otra parte, lograr una producción de combustibles con una reducción de contaminantes.

En este sentido, ya desde principios de la década de 1990, PEMEX había comenzado un programa para disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera que contempló la elaboración de gasolinas oxigenadas para los vehículos automotores y el cierre de la refinería de Azcapotzalco, con el propósito de mejorar la calidad del aire de la ciudad de México.

Capítulo 3. Importancia del tractocami3n y sus emisiones
contaminantes

3.1 Generalidades

Desde el siglo XX, la humanidad se dio a la tarea de inventar un vehículo que pudiera arrastrar cargas superiores a su propio peso, lo cual les facilitaría el transporte de objetos con dimensiones grandes y pesadas. Fue así como resulto el tractor dotado inicialmente con un motor a gasolina, seguidamente con un motor a diesel.



Fuente: www.transtell.com.mx

Figura 3.1 Tractocamión jalando una masa mayor a su peso.

En la actualidad el tractocamión es un vehículo con motor a diesel, utilizado para arrastrar o jalar otros vehículos. El tractocamión no se utiliza para llevar carga en si mismo; sino tiene un verdadero uso comercial, es una unidad de potencia la cual se utiliza para jalar un remolque y este es el que lleva la carga, con el fin de hacer las trasportaciones más sencillas, el término tractocamión generalmente se abrevia a “tractor”.

Hoy en día el tractocamión se ha vuelto el medio de transporte terrestre más importante, ya que destaca la facilidad de entregar innumerables productos y servicios de puerta a puerta, siendo el único medio de transporte, que tiene la flexibilidad para ser equipado con más de uno y diferentes tipos de remolques, ya que este tipo de vehículos tienen la facilidad de combinarlos con otros medios de transporte y pueden transportar hasta 66.5 toneladas de peso bruto.

El autotransporte es el principal modo de transporte del país, participa con el 8% del producto interno bruto (PIB) nacional y contribuye con más del 78% del PIB del sector

transporte. Es un importante generador de empleos, ya que registra alrededor de 2.0 millones de empleos directos. A través del autotransporte se mueve el 82% de la carga terrestre y el 56% de la carga nacional.

Por estas razones, el transporte terrestre juega un papel fundamental en las exportaciones de todo tipo de productos, que van desde alimentos perecederos hasta maquinaria; tanto en el interior de nuestro país como en naciones vecinas y distantes. Sin este tipo de transporte terrestre sería muy difícil el traslado de mercancías; dando lugar al caos en el abastecimiento de todo tipo de insumos.



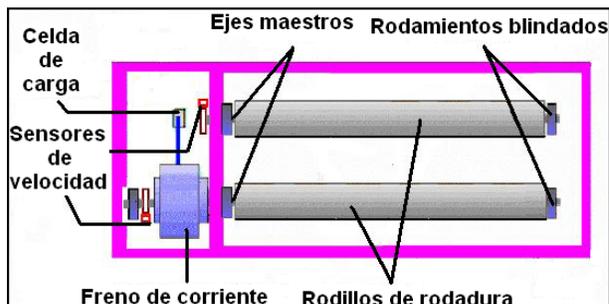
Fuente: <http://transporteinformativo.com>

Figura. 3.2 Exportaciones por medio de tractocamión.

Pero se tiene un gran inconveniente con los tractocamiones, ya que son la principal causa de la contaminación del aire en las grandes ciudades urbanas del mundo, debido a las grandes emisiones contaminantes de su motor a diesel. El transporte de carga en las ciudades en desarrollo representa una porción considerable de volumen de tráfico urbano, se estima que ocupan entre el 20 y 40 % del espacio vial motorizado. En México se calcula que tiene un parque vehicular mayor a 238,239 unidades de tractocamiones.

3.2 Dinamómetro

Un dinamómetro ó dinamómetro de chasis es un conjunto de rodillos los cuales tienen inercia, cuentan con una plataforma asegurada al piso con pernos, un freno y otros aditamentos; en el cual se montan las llantas con tracción de un vehículo para simular las condiciones de circulación por las calles de la ciudad y así, medir sus emisiones



Fuente: www.dinamometros.blogspot.com

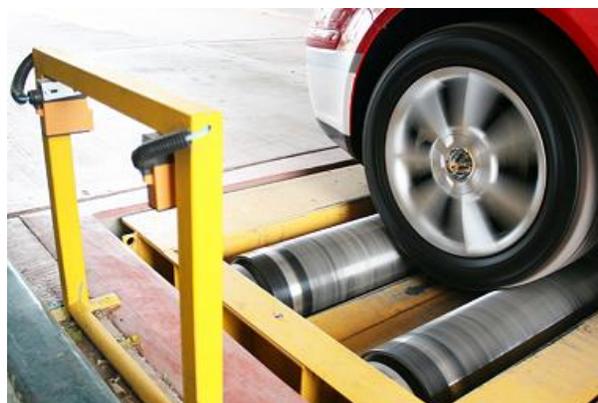
Figura. 3.3 Dinamómetro para prueba de carga en la verificación de vehículos.

contaminantes y el consumo de combustible (gasolina) en condiciones reales de manejo.

La prueba se divide en dos fases, colocando primeramente al vehículo sobre los rodillos en donde se aplica una carga basada en el peso del vehículo o en el

número de cilindros, a esta prueba se le conoce como PAS 5024.

“La primera fase se llama aceleración simulada y consiste en conducir al vehículo sobre el dinamómetro a una velocidad de 24 kilómetros por hora aplicando una carga definida por: $P1 = (\text{peso vehicular sin carga} + 136 \text{ kilogramos}) / (0.4536)$; la potencia aplicada al vehículo es: $P1/250$. El vehículo debe operar bajo estas condiciones por un tiempo mínimo de 60



Fuente: www.auto-concept.net

Figura 3.4 Vehículo en aceleración simulada.

segundos, tomándose las lecturas de las emisiones generadas en los últimos diez segundos de la prueba para determinar la emisión del vehículo, lo cual se logra al hacer un promedio móvil de las lecturas de emisiones.”¹

La segunda fase es conocida como aceleración simulada la cual es similar a la primera pero con una velocidad de 40 kilómetros por hora y con la aplicación de una menor carga la cual se obtiene de una tabla contenida en la NOM-047-SEMARNAT-1999.

¹ Guía para establecer programas de verificación vehicular en los estados y municipios (SEMARNAT) Octubre 2006. Pág. 22

Se da por aprobada la prueba cuando el vehículo no presenta alteración en los componentes revisados en una prueba visual realizada antes de la simulación; sino presenta humo negro o azul y si en ninguna de las pruebas de emisiones rebasa los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-050-SEMARNAT-1993.

Para el caso de los camiones pesados a diesel no se someten a la prueba dinámica únicamente se realiza una prueba estática.

3.2.1 Prueba estática para automotores a diesel

La prueba esta especificada por la norma oficial mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995 aplicando obligatoriamente en la determinación de la opacidad de los automotores que utilizan diesel como combustible.



Fuente: <http://transportestiny.com.mx/unidad-verificacion/>

Figura 3.5 Medición de contaminantes en escape de un tractocamión.

Esta prueba consiste en acelerar el motor del vehículo a 1,500 revoluciones por minuto (r.p.m) y se espera a que se estabilice, a partir de este punto se debe acelerar rápidamente el motor hasta alcanzar el corte de gobernador. Este procedimiento se debe repetir un mínimo de seis ocasiones; registrando la lectura de opacidad máxima obtenida en cada aceleración, la prueba concluye cuando se obtienen cuatro valores consecutivos que caigan en un rango, cuya diferencia entre ellas no supere el 0.25 m^{-1} , y no formen una secuencia decreciente.

Se considerará aprobado el vehículo cuando el promedio de las cuatro lecturas de opacidad que cumplan con las condiciones anteriormente descritas, no se sitúe por encima del límite máximo permisible establecido para dicho vehículo en la NOM-045-SEMARNAT-2006.

El procedimiento anterior es el que más se utiliza en el mundo, por ser de rápida aplicación, y que requiere poca infraestructura de medición; además de generar información sobre el estado del motor y del sistema de alimentación de combustible.

Este método ha recibido críticas constantes debido a la falta de correlación con la medición de emisiones con carga ya que la forma correcta debería de ser con peso, simulando a los vehículos a diesel como transitan realmente; por lo que esta prueba puede generar conclusiones equivocadas sobre las emisiones vehiculares.

3.2.2 Dinamómetro del Instituto Mexicano de Petróleo (IMP)

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) estableció un laboratorio para emisiones diesel en el año de 1996, en la planta industrial “La Reforma”, en Pachuca, Hidalgo; debido a la problemática ambiental de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y la carencia de información sobre el grado de emisión de los automotores a diesel y de la entrada en esos años de motores con nuevas tecnologías que requerían de combustibles reformulados con bajo azufre. Siendo el primer laboratorio en su tipo en el ámbito internacional que operaría en una altura superior a 2,000 metros (m) sobre el nivel del mar.

Asimismo, debido a la altitud de la ciudad de México se origina una reducción de aproximadamente el 23% de oxígeno, produciendo una disminución en la eficiencia de los procesos termodinámicos de combustión de los automotores a diesel; incrementando los niveles de emisión de NOx y el material particulado se eleva considerablemente.

Con este laboratorio, Petróleos Mexicanos (PEMEX) cuenta con tecnología de vanguardia para la reformulación de combustible diesel, cuyo objetivo es comercializar combustibles de alta calidad que cumplen requerimientos de los automotores a diesel con nuevas tecnologías y reducir el impacto ambiental en los grandes centros de población de la Republica Mexicana.

El objetivo del laboratorio es simular en condiciones controladas y a escala el recorrido de un automotor a diesel, tratando de reproducir la velocidad y cargas a las que es sometido al circular en ciudad y carretera.

Las pruebas de muestreo de emisiones y partículas emitidas, se efectúan en un motor de prueba representativo a los que circulan en la ZMVM, utilizando diesel comercial o diesel reformulado. Dicho motor se acopla a un dinamómetro de banco a corrientes directas, el cual tiene la capacidad de frenar motores de hasta 500 Hp (horsepower: caballo de fuerza).

El dinamómetro está controlado por una computadora híbrida, la cual controla en su totalidad la aceleración, desaceleración y frenado del dinamómetro. Asimismo, controla el suministro de combustible al motor, verifica las temperaturas (agua, aire, aceite, etc.), presiones, sistema de acondicionamiento de emisiones y banco de análisis.

3.3 Tren motriz del tractocamión

El tractocamión está conformado por un tren motriz, el cual se define como un sistema dinámico con una serie de elementos, los cuales están íntimamente relacionados, formando un conjunto de elementos mecánicos que proporcionan y transmiten la energía del combustible para



Fuente: <http://www.provectar.com.mx/kenworth/w900.htm>

Figura. 3.6 Tractocamión

convertirla en desplazamiento del vehículo. Los elementos que integran el tren motriz y que transforman la energía del diesel en forma mecánica son: el motor, el embrague, la caja de velocidades, el diferencial y las llantas. Aunque existen otros elementos como son la flecha cardán y los ejes de las llantas, estos elementos no realizan ninguna modificación a la energía entregada por el motor. Así el tren motriz garantiza lo siguiente:



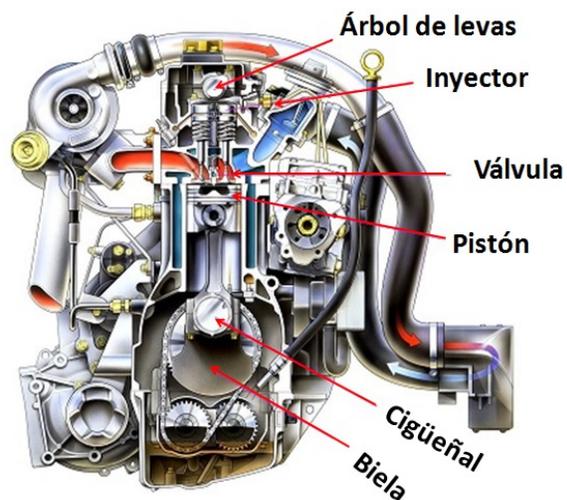
Fuente: <http://www.dai.com.mx>

Figura. 3.7 Tren motriz de un tractocamión.

- Capacidad de arranque en pendientes (startability).
- Habilidad de ascenso en pendientes (gradeability).
- Velocidad de operación máxima.
- Aceleración.
- Capacidad de carga.
- Uso eficiente del combustible.

Dentro de la configuración del tren motriz se tiene al motor de combustión interna que proporciona la potencia a partir de la quema de combustible fósil. El hidrocarburo más utilizado en el autotransporte de servicio pesado es el diesel; utilizando el motor de combustión interna a diesel. Por ello es conveniente presentar de manera práctica el principio de funcionamiento de este tipo de motor.

El encendido del motor a diesel es por compresión, así de esta manera transforma la energía química del combustible en trabajo mecánico, utilizando el principio de cuatro o dos tiempos. Sin embargo en



Fuente: <http://lubricentromotorizado.blogspot.mx>

Figura. 3.7 Motor a diesel.

aplicaciones vehiculares los motores a diesel son siempre de cuatro tiempos ó carreras.

Este tipo de motor funciona mediante auto ignición (combustión) del diesel, sin necesidad de una chispa, esto sucede cuando se inyecta el combustible en la cámara de combustión, la cual contiene aire a una temperatura superior a 600° C. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor (compresión). El combustible se inyecta en forma de atomización en la parte superior de la cámara de combustión y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión, dando como resultado a la mezcla que se quemará muy rápidamente.

Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo; la biela trasmite este movimiento al cigüeñal, haciéndolo girar, transformando el movimiento lineal del pistón, transmitiéndolo en un movimiento de rotación.

3.3.1 El ciclo del motor a diesel y sus contaminantes

El ciclo diesel de cuatro tiempos consta de las siguientes fases:

- 1.- Admisión
- 2.- Compresión
- 3.- Combustión
- 4.- Expansión
- 5.- Escapa

Donde:

Admisión.- En este primer tiempo el pistón efectúa una primera carrera o desplazamiento desde el punto muerto

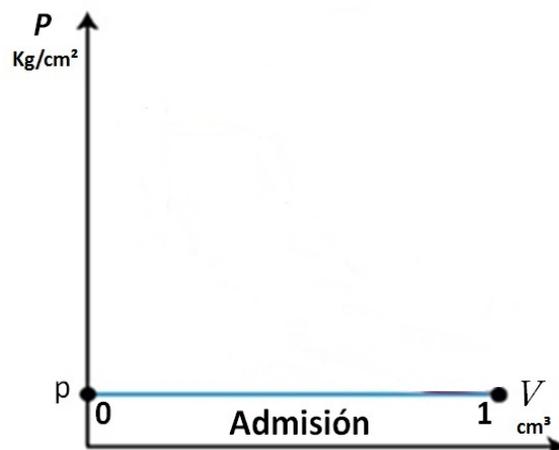


Figura. 3.8 Fase de Admisión

superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI), aspirando únicamente aire de la atmósfera. El aire pasa por el colector y la válvula de admisión, que se ha abierto instantáneamente, permaneciendo abierta hasta llenar todo el volumen del cilindro; la muñequilla del cigüeñal gira 180° , al llegar al PMI la válvula de admisión se cierra instantáneamente.

La admisión se puede representar por una isóbara es decir, una curva de presión constante, esto porque el aire entra sin rozamiento por los conductos de admisión, por lo que se considera una presión constante e igual a la presión atmosférica.

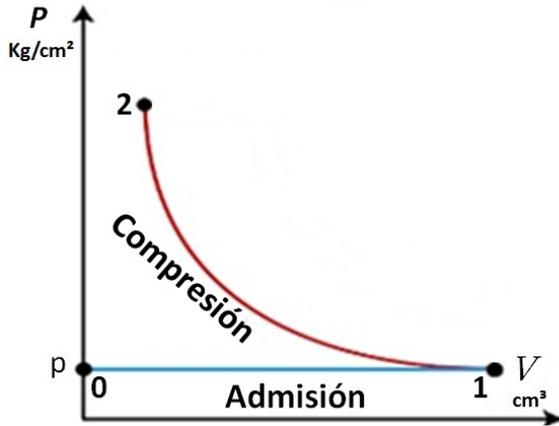


Figura. 3.9 Fase de Compresión.

Compresión.- En este segundo tiempo todas las válvulas están cerradas y el pistón se mueve hacia arriba en el cilindro comprimiendo el aire, a medida que se comprimen las moléculas de aire aumentando la temperatura por encima de los 600°C . La muñequilla del cigüeñal gira otros 180° y completa la primera vuelta del árbol del motor.

Durante esta carrera el aire es comprimido hasta ocupar el volumen correspondiente a la cámara de combustión alcanzando presiones muy elevadas. En teoría, por hacerse muy rápido no se consideran pérdidas de calor, por lo que esta transformación puede considerarse adiabática.

Combustión.- Al final de la compresión con el pistón situado en el PMS se inyecta el combustible en el interior del cilindro con la bomba de inyección a una presión elevada. El combustible, debido a la alta presión de inyección sale pulverizado, este se inflama en contacto con el aire caliente, produciéndose la combustión del mismo. Durante este tiempo el pistón efectúa un tercer recorrido y la muñequilla del cigüeñal gira otros 180° .

Durante el tiempo que dura la inyección, el pistón inicia su descenso, manteniéndose la presión constante, debido a que el combustible que entra se quema progresivamente a medida que entra en el cilindro, compensando el aumento de volumen que genera el desplazamiento del pistón. A esto se le conoce como retraso de combustión.

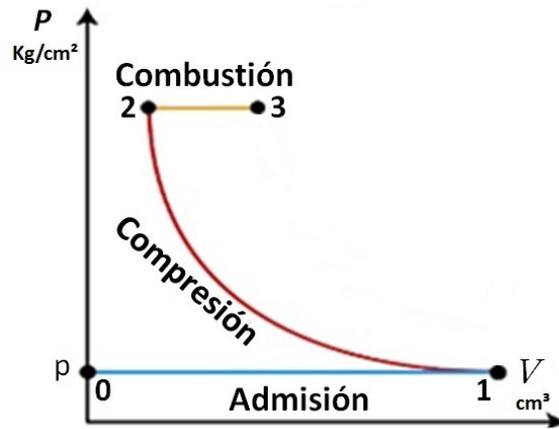


Figura. 3.10 Fase de Combustión

Durante la combustión del diesel se forman varios agentes químicos contaminantes, los cuales repercuten en la eficiencia del motor y en la salud de los seres humanos. Entre ellos tenemos a los óxidos de nitrógeno se forman por diversos factores, casi todos ellos están relacionados con incrementos de temperatura en la cámara de combustión del motor, siendo la combustión del diesel por compresión a una temperatura muy elevada, lo cuál da origen a este factor. Otros factores de incremento de temperatura son: mezcla pobre en la relación aire/ combustible, motor carbonizado y falla en los inyectores, como principales.



Fuente: www.publicamion.com.co

Figura. 3.11 Humo contaminante producto de la combustión de un motor a diesel, por falta de mantenimiento.

Durante la combustión del azufre contenido en el diesel se transforma en dióxido de azufre (SO_2), y una proporción significativa de este compuesto se oxida rápidamente a tritóxido de azufre (SO_3) y forma sulfatos, que por nucleación forman nanopartículas que a su vez proporcionan un sustrato para la condensación de hidrocarburos, provocando un aumento en el tamaño de las partículas y en sus características tóxicas.

El monóxido de carbono, es producto de una combustión incompleta y deficiente.

Expansión.- En esta carrera se produce únicamente trabajo, debido a la fuerza de la combustión que empuja el pistón y la biela hacia abajo, lo que hace girar el cigüeñal así la energía térmica se convierte en energía mecánica.

Al terminar la inyección se produce una expansión adiabática hasta el volumen específico que tenía al inicio de la compresión; la presión interna desciende a medida que el cilindro aumenta de volumen.

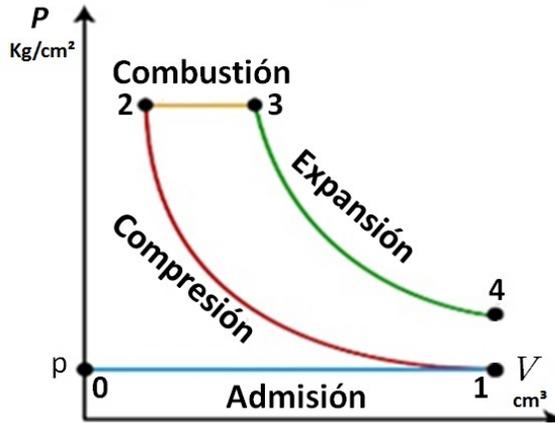


Figura. 3.12 Fase de Expansión

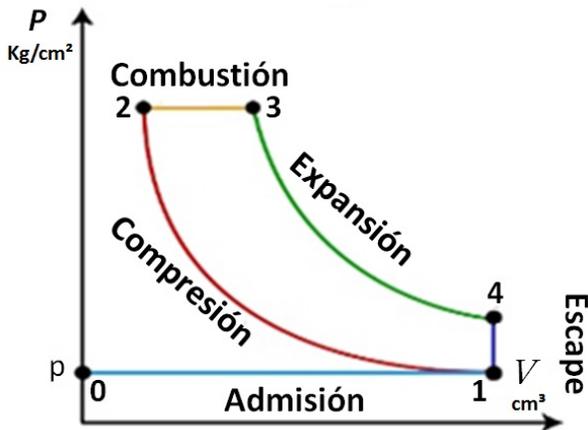


Figura. 3.13 Fase de Escape.

Escape.- Durante este cuarto tiempo, el pistón que se encuentra en el PMI es empujado por el cigüeñal hacia arriba forzando la salida de los gases quemados a la atmósfera por las válvulas de escape abiertas.

La muñequilla del cigüeñal gira nuevamente 180°, completando dos

vueltas del árbol motor que corresponde al ciclo completo de trabajo. Durante este paso se abre la válvula de escape y los gases quemados salen tan rápidamente al exterior, que el pistón no se ve afectado por movimiento, considerándose un proceso a volumen constante; la presión en el cilindro baja hasta la presión atmosférica y una cantidad de calor no transformado en trabajo es cedido a la atmósfera.

El recorrido del pistón de 1 a 0 se realiza a presión constante, ya que se desprecia el rozamiento de los gases quemados al circular por los conductos de escape; al llegar a 0 se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión para un nuevo ciclo.

Los motores a diesel llegan a ser 59% más eficientes, que los motores equivalentes que son a gasolina. Teniendo como contaminantes criterio a los óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO), y partículas suspendidas ó material particulado (PM_{10}) y ($\text{PM}_{2.5}$) siendo los contaminantes más peligrosos para la salud de los seres humanos; aunque en años recientes estas emisiones se han reducido en gran medida, con respecto a los primeros diseños de estos motores.

Estudio recientes confirman que los contaminantes del aire están asociados con:

- Decesos prematuros por padecimientos de: Cáncer, Bronquitis crónica, asma, tos crónica y otros problemas respiratorios.
- También se asocian cambios en la función pulmonar y envejecimiento prematuro de los pulmones.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), calcula que la contaminación atmosférica urbana causa en todo el mundo 1.3 millones de muertes al año, que afectan de forma desproporcionada a quienes viven en países de ingresos medios. La calidad del aire en las metrópolis, está condicionada principalmente por el transporte urbano.



Fuente: <http://www.cleanairinstitute.org>

Figura 3.14 Contaminantes del aire afectan al cuerpo humano, provocando cáncer.

Según especialistas como: International Council for Clean Transportation (ICCT: Consejo Internacional de Transporte Limpio); Health Effects Institute (HEI: Instituto de Efectos en la Salud) y Clean Air Institute (CAI: Instituto del Aire Limpio), declararon en conferencia de prensa, en la ciudad de México del año 2013, que el carbón negro es uno de los contaminantes más dañinos para la salud; el cual es generado por camiones de carga y autobuses que usan diesel como combustible y es el principal componente de las PM_{2.5}.

Estudios del Instituto de Efectos en la Salud (HEI), colaborador de la Organización Mundial de la Salud (OMS), destacó que la mala calidad del aire contribuye con millones de muertes prematuras alrededor del mundo y en México esta cifra llegó a un promedio de 20,500 muertes en el año 2010.

En el año 2008, la OMS dio a conocer que en nuestro país llegó a una cifra aproximada de 14,000 decesos derivados de la mala calidad del aire. En tanto el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), dio a conocer que la exposición a la contaminación del aire en México provocó en el periodo del año 2001 al 2005, 38 mil muertes por cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias.

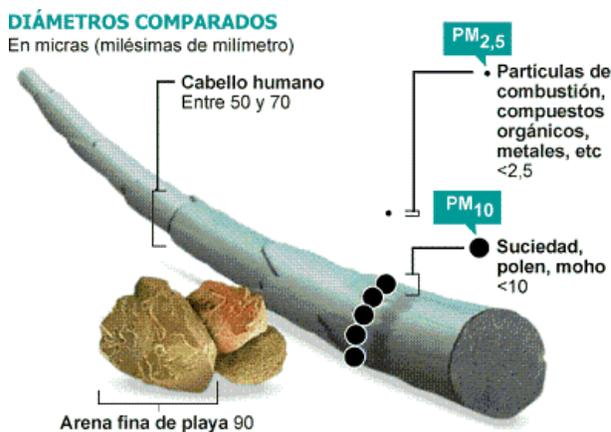
En un listado de veinte causas de muerte en nuestro país dado por el HEI, la contaminación atmosférica por partículas (PM) ocupó el número nueve y la primera causa de muerte por factores ambientales.

Según un estudio realizado a escala por el Instituto del Aire Limpio, Las emisiones del popularmente conocido como “hollín” podrían reducirse más del 80% si se adoptaran estándares internacionales y tecnologías avanzadas para su control. Lo cual ayudaría a evitar 38 mil muertes prematuras y 800 mil casos de infección pulmonar infantil a lo largo de los próximos 15 años.

Además que para el año 2030, México se ahorraría hasta 580 mil millones de pesos si se

homologaran las normas de combustibles a estándares internacionales.

Las partículas ó material particulado (PM) afectan a más personas que cualquier otro contaminante; consisten en una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire, principalmente se componen de: sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro sódico, carbón, polvo de minerales y agua.



Fuente: <http://insighthealthassociates.wordpress.com>
Figura. 3.15 Tamaño del material particulado (PM_{2,5}) Y (PM₁₀).

Las partículas se clasifican en función de su diámetro en PM₁₀, partículas con un diámetro aerodinámico menor a 10 micrometros (µm) y PM_{2,5}, diámetro aerodinámico menor a 2,5 micrometros (µm). Estas últimas suponen mayor peligro porque, al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

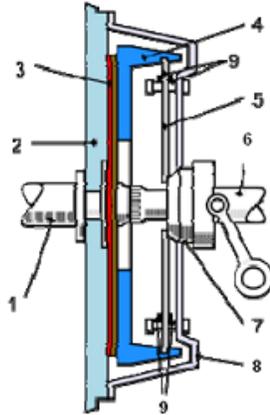
Dentro de las guías de calidad del aire de la OMS señalan que una reducción de contaminación en partículas PM₁₀ de 70 a 20 microgramos por metro cúbico permite reducir en aproximadamente un 15% las muertes relacionadas con la calidad del aire. Cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria (a corto y largo plazo) y cardiovascular de su población.

3.3.2 Embrague

El embrague es un mecanismo que permite transmitir el torque del motor por medio del volante del motor a un impulsor (transmisión), con la ayuda de un sistema de discos de fricción, esto permite controlar la transmisión de potencia desde el motor hacia las ruedas,

ocasionando el desplazamiento de un vehículo.

- 1.- Cigüeñal.
- 2.- Volante.
- 3.- Disco de Fricción.
- 4.- Plato de Presión.
- 5.- Muelle o resorte de diafragma.
- 6.- Eje Conducido.
- 7.- Collarín de empuje.
- 8.- Carcaza.
- 9.- Pernos de apoyo.
- 10.- Tornillos de fijación.
- 11.- Anillos.



Fuente: <http://www.markt.de>

Figura 3.16 Partes de un embrague ó “clutch”.

Por medio del embrague se realizan las siguientes funciones:

- En posición “embragado” ó acoplado, transmite la potencia (par) suministrada del motor a la transmisión de un automotor y éste hace girar las llantas o neumáticos provocando que se desplacé.

- En posición “desembragado” ó desacoplado, se interrumpe la transmisión. En un automotor, las llantas están libres de carga ó quedan detenidas, por lo tanto no hay desplazamiento; pero el motor puede continuar trabajando (girando) sin transmitir el par motriz.
- En posición intermedia restablece progresivamente la transmisión de potencia. Esta es la razón principal del embrague de los automotores: permite moderar los choques mecánicos evitando, que se detenga o que los componentes del sistema se rompa por la brusquedad que se produce entre la inercia de un componente que se encuentre en reposo y la potencia instantánea transmitida por el otro.
- El embrague también se le llama “Clutch”

Tipos de embrague: según el número de discos y según el tipo de mando.

- Según el número de discos: Hidráulico (no tiene discos, usado en vehículos industriales), monodisco seco, bidisco seco con mando único y multidisco.

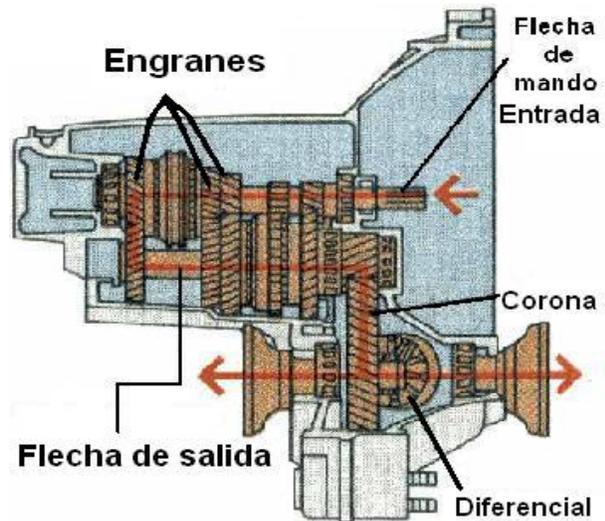
- Según el tipo de mando: mando mecánico, mando hidráulico, mando eléctrico

3.3.3 Transmisión mecánica

Se le denomina transmisión al mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos ó más elementos dentro de un sistema. Esta es parte fundamental en una maquina. En la mayoría de los casos, estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes, ya que la transmisión de energía por rotación ocupa menos espacio, comparadas con las de traslación.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que estas para ejercer su función emplean el movimiento de cuerpos sólidos, tales como: engranes, flechas y bandas de transmisión.

Usualmente, la transmisión cambia la velocidad de rotación, dada en revoluciones por minuto (r.p.m.) de un eje de entrada, para obtener una velocidad de salida diferente. La transmisión mecánica, tiene variedad de aplicaciones en la vida cotidiana, como pueden ser las siguientes: moto reductores de molinos, mezcladoras industriales, bandas industriales, entre otras.



Fuente: www.professionalautomotive.wordpress.com
Figura 3.17 Transmisión mecánica.

Es por ello que la transmisión reduce las revoluciones por minuto, inadecuadas de alta velocidad y bajo par motor; del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. En los automotores la transmisión incluye la capacidad de seleccionar alguna de varias relaciones, llamadas usualmente (marchas ó cambios), estas se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el

par de giro. “Sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobremarchas que aumenten la velocidad de salida”. Las transmisiones tienen gran aplicación en equipos: navales, agrícolas, industriales, construcción y minería.

3.3.3.1 Transmisión mecánica Vehicular

Existen muchos tipos de caja de cambios algunos de los más sencillos se encuentran en los automóviles. En autobuses y camiones se emplean otros tipos más complejos. Sin embargo, todas las cajas de cambios manuales tienen un funcionamiento muy parecido, aunque su construcción sea diferente.



Fuente: www.volvotrucks.com

Figura 3.18 Tren motriz con transmisión vehicular.

La transmisión o caja de cambios de velocidades es el sistema que se encarga de acoplar, el torque y las revoluciones por minuto que desarrolla el motor, con el sistema de transmisión, para modificarlos mediante una serie de engranes y transmitirlos a las ruedas motrices, de esta forma el vehículo tendrá una variedad de posibles cambios de velocidades.

El resultado en las ruedas de tracción generalmente es la reducción de velocidad e incremento del torque. La información respecto a las relaciones de la transmisión se obtiene de las fichas técnicas del fabricante del vehículo o del fabricante de la transmisión.

La caja de cambios tiene la misión de reducir el número de revoluciones por minuto del motor e invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplado al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través

del embrague, en transmisiones manuales y ó a través del convertidor de par torcional o motriz, en transmisiones automática.

La transmisión y el diferencial proporcionan la relación de engranes necesarios para utilizar de manera efectiva la potencia del motor. Por lo que la selección cuidadosa de la relación de engranes hace posible alcanzar la operación del motor dentro de su rango de trabajo para maximizar el desempeño al menor costo. La máxima eficiencia del rango de trabajo para algunos motores es cuando la máxima potencia es producida por litro de combustible consumido.



Fuente: www.mecanica-andresito.blogspot.com

Figura 3.19 La transmisión vehicular reduce las revoluciones entregadas por el motor.

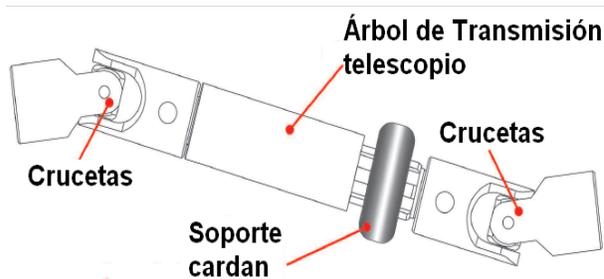
La transmisión, además de relacionar la correcta combinación de engranaje de cada velocidad, esta permite el escalonamiento de las mismas cuando se realizan los cambios. A esto se le denomina diagrama de velocidades. Este diagrama indica la velocidad máxima alcanzable y el número de revoluciones por minuto, en las cuales se logra dicho valor.

Características de una caja de velocidades, correctamente seleccionada:

- Que la velocidad de cruceo que se necesita se obtenga siempre en un rango entre las 1,200 y 1,600 revoluciones por minuto; correspondiendo al consumo promedio más bajo, con el propósito de ahorrar combustible y dar mayor vida al motor que resulta de esta forma menos revolucionado. El rango de revoluciones varía dependiendo el tipo de motor y fabricante. Es muy importante que el operador conozca las fichas técnicas del vehículo que esta manejando.

- Permitir subir las pendientes más fuertes con una velocidad aceptable. La transmisión influye directamente sobre la capacidad de arranque en pendiente del vehículo, debido a la relación de engranaje (paso) del primer engrane o marcha; una relación numéricamente baja tendrá como consecuencia baja capacidad de arranque, lo cual es importante en terrenos montañosos como es el que se presenta en las sierras.
- Otra característica asociada con la transmisión es la capacidad de ascenso del vehículo, ya que una transmisión mal seleccionada cuando la unidad se encuentra a plena capacidad de carga, puede hacer que el régimen del motor disminuya al grado de no permitir el avance del vehículo. Por consecuencia se tendrá un consumo mucho mayor de combustible y un desgaste prematuro del motor y transmisión.

3.3.3.2 Flecha cardán



Fuente: <http://www.dai.com.mx>

Figura. 3.20 Flecha cardan y sus partes.

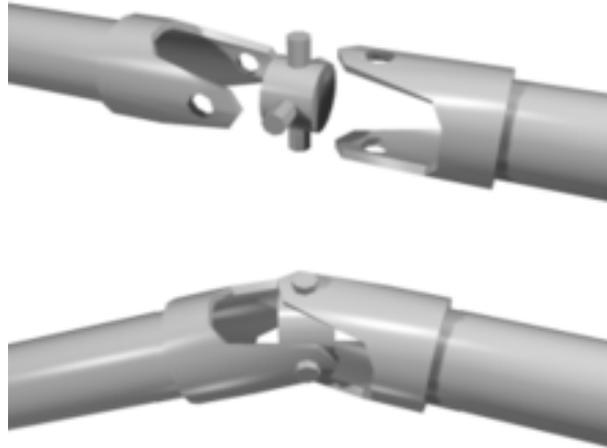
Las flechas cardán son aquellos elementos encargados de transmitir la potencia de la transmisión hacia el diferencial de los vehículos. Los vehículos con tracción en la parte trasera, la conexión está hecha en el calabazo, gracias a esta conexión se transmite la potencia en forma de movimiento hacia las ruedas traseras.

Existen diferentes tipos de cardanes con respecto a su longitud.

Para vehículos de servicio ligero se utiliza una flecha de una sola pieza y no excede los 1.8 metros (m). Mientras en servicio pesado llegan a pasar los 2.5 m. La flecha cardán consta de juntas que le permiten acoplarse a otros dispositivos para transmitir el movimiento.

3.3.3.3 Juntas transmisoras del movimiento

Juntas universales.- Para asumir las diferencias en el ángulo de transmisión, provocadas por el movimiento vertical de los semiejes, el árbol de transmisión lleva incorporadas una ó más juntas universales, que es esencialmente, una junta doblemente articulada, mediante la cual el eje motriz puede transmitir energía al eje conducido, aunque no estén alineados.



Fuente: www.2carpros.com

Figura 3.21 Junta universal para flecha cardan en forma de cruz.

Cada eje termina con una junta en forma de Y, llamada yugo, las cuales están unidas por una pieza central en forma de cruz, llamada cruceta.

Junta deslizante.- Como el movimiento de los ejes de las ruedas tiende a variar la longitud del árbol de transmisión hay que incorporar algún dispositivo que permita esta acción. Se emplea la junta deslizante, situada en uno de los extremos, anterior o posterior del árbol de transmisión. Una junta deslizante consiste sencillamente, en un eje estriado externamente y acoplado con el primero. Ambos ejes se pueden deslizar entre sí y al mismo tiempo, transmitir le energía motriz. Esta junta normalmente la encontramos con el nombre de espiga con glidecote.

3.3.4 Diferencial

El diferencial es un mecanismo que transmite el giro del motor, de la mejor manera posible y de modo diferente a cada una de las ruedas motrices. Hay dos tipos de diferencial utilizados en los automotores. Uno es llamado diferencial axial; el cual divide por la mitad

al eje motriz de semieje y permite que cada mitad gire independientemente. El otro es el diferencial interaxial; este divide a los dos ejes motrices y permite que cada uno gire independientemente del otro.

El diferencial axial.- Es un mecanismo de engranes que realiza dos labores: transmite la potencia del árbol de transmisión al dividido eje motriz de semieje, separa a la magnitud el eje motriz de semiejes y después permite que cada mitad gire a diferente velocidad. En resumen esto quiere decir que, bajo ciertas condiciones, cada rueda puede girar independientemente.



Fuente: www.arpem.com

Figura 3.22 Mecanismo del diferencial axial.

Por ejemplo: al dar vuelta en una curva, el diferencial deja que las ruedas (llantas) externas giren más rápido que a las ruedas internas, ajustándolas automáticamente y manteniendo constante la suma de las vueltas que dan ambas ruedas. Sin este sistema sería muy complicado girar las llantas y dar vuelta, aunado a esto se gastarían más rápido las llantas.

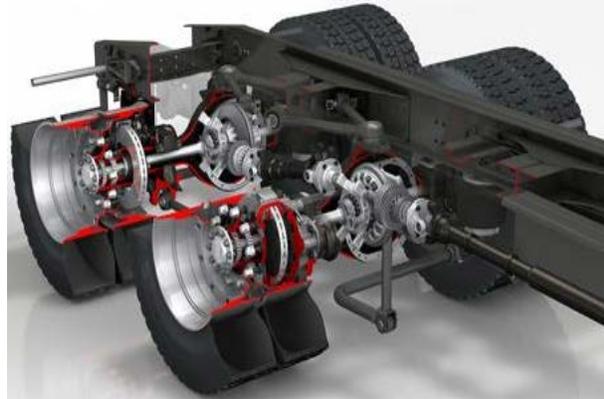
El diferencial interaxial.- Este diferencial es utilizado en camiones de carga que tienen ejes traseros motrices dobles o tándem, también se le llama repartidor de fuerza.

En un ensamble tándem o “mancuerna” en los vehículos de carga, tienen dos partes: el eje trasero anterior y el eje trasero posterior, a estos ejes se les llama ejes con tracción.

Cuando un tractocamión tiene dos ejes con tracción por lo general tienen un diferencial axial y un diferencial interaxial, están alojados juntos en el ensamblaje de la caja del diferencial montada en el eje trasero posterior; con un corto árbol de transmisión conecta a

la unidad motriz del eje trasero anterior con la unidad motriz del eje trasero posterior.

En términos de las funciones que desarrolla el diferencial interaxial, realmente sólo es otro diferencial, hace la misma función que el diferencial axial, sólo que entre dos ejes en lugar de hacerlo entre dos mitades de ejes. Esto se necesita porque, a similitud de las ruedas internas y externas (al dar vuelta) que a veces giran a diferentes velocidades, así también los ejes anteriores y posteriores a veces giran a diferentes velocidades.



Fuente: <http://www.sercasacamiones.com>

Figura 3.23 Tractocamión con diferencial interaxial.

El diferencial interaxial compensa el deslizamiento en las llantas y entre los ejes, también se puede usar para mejorar la tracción cuando se trata de acoplar un remolque cargado.

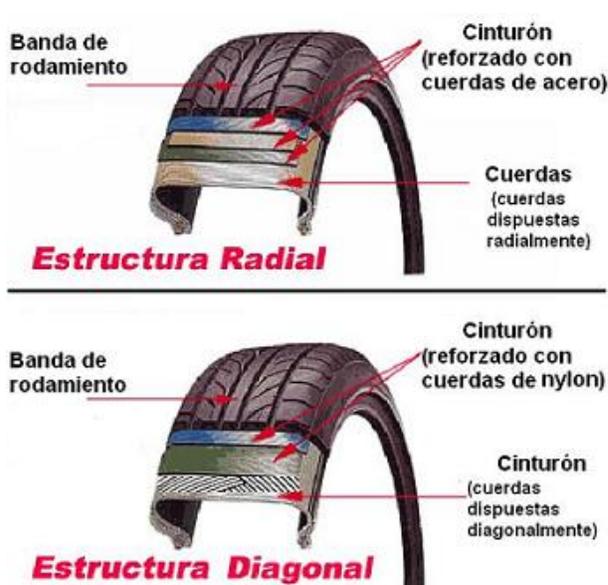
En condiciones de carretera normales, el diferencial interaxial debe permanecer liberado, junto con el diferencial del eje trasero anterior y el diferencial del eje trasero posterior, el diferencial interaxial proporciona a cada juego de ruedas, la capacidad de girar independientemente de las otras.

Sin embargo, bajo condiciones resbalosas en la carretera debe trabar el diferencial interaxial, esto fuerza a las dos mitades de ejes en el diferencial trasero anterior y diferencial trasero posterior a girar juntos. Esto dobla su tracción en una superficie resbalosa porque asegura que a cada eje se le mande potencia.

3.4 Llantas o Neumáticos

Las llantas o neumáticos son elementos, hechos de caucho que se colocan en las ruedas de diversos vehículos y máquinas, su función principal es soportar todo el peso del vehículo a la vez que permita desplazarse, permitiendo un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, facilitando el despegue del vehículo, frenado y dirección.

Los neumáticos generalmente tienen hilos de nylon y acero que los refuerzan, dependiendo de la orientación de estos, se clasifican en diagonales o radiales.



Fuente: <http://talleresentrepuentes.wordpress.com>

Figura 3.24 Estructura de los neumáticos radial y convencional.

Por su construcción existen dos tipos de neumáticos:

Convencionales.- Son construidos por distintas capas de material, las cuales se colocan de forma diagonal, una sobre otra.

Radiales.- En esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo. Este sistema permite dotar de mayor estabilidad y resistencia a la cubierta.

También se clasifican por el uso de cámara:

- Neumáticos tubetype: aquellos que usan cámara y un rin específico; no pueden montarse sin cámara, su uso está en algunos 4x4 y vehículos agrícolas.

- Neumáticos (tubeless: sin cámara): estos neumáticos no emplean cámara, para evitar la pérdida de aire los flancos de la cubierta se “pegan” a la llanta durante el montaje, por lo que el rin debe ser específico para estos neumáticos; este tipo se emplea prácticamente en todos los vehículos.

El tamaño de las llantas está condicionado principalmente por la distancia entre la superficie y el chasis del vehículo, ya que dependiendo de esta distancia se puede aumentar o disminuir el efecto de suelo que produce la depresión del aire debajo del vehículo.

El tamaño de una llanta se encuentra marcado con números y letras sobre el mismo neumático.

Como ejemplo tenemos una llanta que tiene 295/80 R 22.5 G, esta es la parte de la nomenclatura que nos interesa, donde:

- El ancho de sección del neumático ó ancho de piso. Es el ancho de la llanta en milímetros, al medirse la distancia de los puntos más anchos de costado a costado de la llanta. No incluye letras o bandas decorativas. En nuestro ejemplo sería 295 mm.



Fuente: <http://automobileneeds.wordpress.com/>

Figura 3.25 Nomenclatura de un neumático.

- Identifica la relación de la altura del costado con el ancho de la llanta. En este ejemplo, la altura del costado representa el 80% de su ancho. Mientras más baja sea la relación, será menor la altura del costado. En este ejemplo sería 80.
- Esto es la construcción interna de la llanta, que es “Radial”. Casi todas las llantas

actuales son de construcción radial, lo que significa que las cuerdas de las capas que forman el casco o armazón interior de la llanta en forma de “radios”. Otras letras usadas como indicadores son D, para construcción diagonal y B, para construcción con cinturón. En este ejemplo sería R.

- Diámetro del rin. Este número (en pulgadas) indica que la llanta está diseñada para montarse en un rin de 22.5 pulgadas de diámetro.
- Índice de carga. Es una letra asignada que corresponde a la máxima capacidad de carga de la llanta para transportar carga. En nuestro ejemplo sería G, la cual le corresponde 2,800 kg/ 110 psi. Por llanta sencilla.

Existe una clasificación de neumáticos con relación al número de ejes, considerando que son dos llantas por eje. En el caso de un vehículo que tiene un eje motriz se denominará 4x2 (4 llantas al suelo y dos llantas con fuerza de tracción). Por lo que se extiende esta nomenclatura a todos los vehículos, por ejemplo, un tractocamión de tres ejes que tiene dos ejes motrices se llamaría 6x4.

La combinación de los elementos del tren motriz descritos en los párrafos anteriores, permiten elaborar un diagrama de velocidades, en donde se puede observar la velocidad máxima que puede desarrollar el vehículo, cuando se utiliza cada una de las relaciones de la transmisión en el régimen del motor en donde se tiene la potencia máxima.

3.5 Factores que se deben considerar para la selección del tren motriz

- La potencia del motor de acuerdo al tipo de operación que realizara.
- Una cadena cinemática de acuerdo a la operación.



Fuente: www.autoevolution.com

Figura 3.26 Tractocamión seleccionado con potencia para subir pendientes.

La potencia del motor depende del tipo de servicio al cual será asignado el vehículo, suponiendo que una empresa de logística con vehículos con motores de 300 HP los cuales tienen ruta montañosa, lo recomendable es utilizar un vehículo con un paso de diferencial lento que le proporcione una gran tracción, que pueda subir por este tipo de camino, aunque a baja velocidad.

En cambio si el camino es plano es recomendable un paso rápido que permita conducir a velocidades más altas ya que no es necesario un alto par de tracción, en este caso se requiere un motor menos potente.

La cadena cinemática adecuada permitirá al operador:

- Operar a una velocidad reglamentaria en el rango óptimo para tener un consumo mínimo de combustible.
- Tener potencia de reserva para alguna situación de emergencia o para rebasar.
- Tener un desgaste mínimo de piezas del motor y del vehículo (reducción de costos en mantenimiento).

Después de tener la información anterior, podemos observar que la selección de un vehículo nuevo requiere de varias consideraciones y diversidad de factores, entre los que se encuentran los económicos, los técnicos y los legales; estos factores se encuentran relacionados entre sí, de tal manera que la afectación de alguno de ellos repercute en el otro

Factor económico. Se refieren principalmente al nivel máximo de utilidades que resulta de un buen sistema de comercio para lograr flete y de un buen sistema de operación de la empresa; es decir, se trata de lograr un índice óptimo de carga y recorrido.

Factores técnicos. Los factores técnicos están sujetos a cumplir con los requerimientos económicos, y esto se alcanza cuando los vehículos satisfacen las necesidades de la empresa.

Factores legales. La selección del vehículo debe de considerar que se satisfagan los aspectos legales que reglamentan la circulación y la construcción de los vehículos en México. Para ello se debe de considerar las siguientes normas oficiales mexicanas descritas en el capítulo cuatro:

- NOM-012-SCT-2-2008
- NOM-EM-033-SCT-2-2002

3.6 Curvas características del motor

Las curvas características del motor permiten conocer su comportamiento de trabajo bajo diferente régimen de operación, por lo que es necesario conocer e interpretar estas curvas, las cuales son:

- Curva de torque o par torsional
- Curva de potencia
- Curva de consumo específico de combustible

Curva de torque o par torsional

Por definición el torque es la multiplicación de la fuerza por la distancia y tiene como

efecto producir un giro. Para el caso de un motor, la combustión producida a partir de la quema del combustible, ejerce una fuerza que gira sobre los pistones y las bielas del motor empujan a los codos del cigüeñal y le aplican un par motor que le hace girar. A su vez, el cigüeñal transmite el par motor a los engranes del sistema de transmisión, haciéndoles girar. Por ultimo, esta fuerza de giro o par, se hace llegar a través del tren de transmisión, a las ruedas provocando su giro.

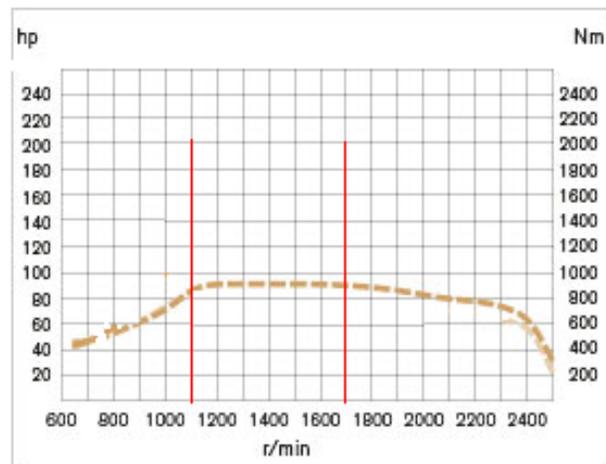
Ecuación de este comportamiento:

$$T = F \cdot d \quad \text{Donde:}$$

$$T = \text{Torque [N.m]}$$

$$F = \text{Fuerza [N]}$$

El torque se mide en Newton-metro (Nm), fuerza que se ejerce a la salida del motor, variando en función del volumen del combustible dentro de la cámara de combustión. Es decir el torque varía de acuerdo con el régimen del motor; revoluciones por minuto (r.p.m).



Par máximo a 1.100–1.700 rpm 800 Nm

Fuente: <http://www.volvotrucks.com>

Figura 3.27 Curva de un motor con un torque máximo de 800 Nm.

En un motor que funciona a potencia máxima (régimen de revoluciones del motor alto y acelerador a fondo), el consumo es muy elevado. En condiciones normales de operación, no se requiere el desarrollo de alta potencia.

Un tractocamión con un alto torque significa subir con carga fácilmente pendientes con menos cambios de velocidad y un consumo menor de combustible; esto representa menos consumo de combustible e igual a menos emisiones contaminantes.

Curva de potencia

La potencia es el trabajo que se desarrolla por unidad de tiempo, esto es la rapidez con que se realiza un trabajo, midiéndose en Newton-metro entre segundo (Nm/s) o en caballos de potencia (HP). En los motores, conociendo el valor de torque que produce el motor en revoluciones por minuto, la potencia se puede calcular; este valor de torque se multiplica por el régimen del motor obteniendo de esta forma la potencia del motor.

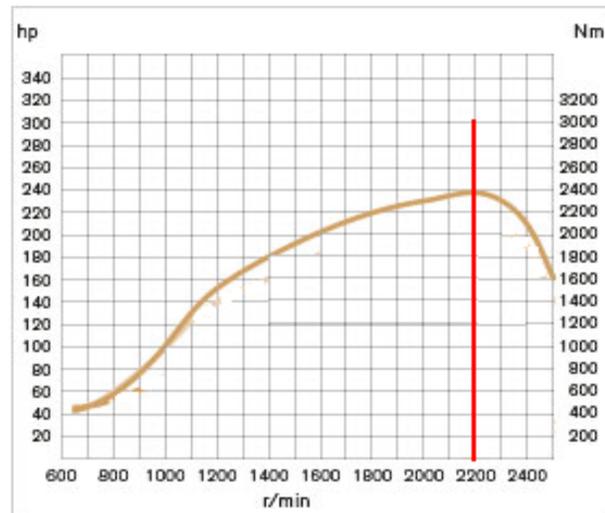
La potencia está dada por: $P = W/t$ Donde:

P = Potencia [N.m/s]

W = Trabajo [N.m]

T = tiempo [s]

La curva de potencia del motor nos permite conocer el valor máximo de la potencia, pero también nos permite conocer el régimen en que el motor libera la potencia máxima del mismo. El torque no guarda una relación de proporcionalidad con la potencia. Cuando un motor está bien diseñado permite liberar un torque máximo al 80 % de la potencia disponible, con el fin de garantizar un consumo mínimo de combustible.



Potencia máx. a 2.200 rpm 210 CV

Fuente: <http://www.volvotrucks.com>

Figura 3.28 Curva de un motor con una potencia máxima a 2.200 r.p.m.

La curva de potencia representa el trabajo por unidad de tiempo producido por un motor de combustión interna, esta curva se determina al multiplicar el par torsional por la velocidad

de giro del cigüeñal (r.p.m. del motor). A medida que aumenta el régimen del motor el valor de la potencia también aumenta, hasta llegar a alcanzar su valor máximo y manteniendo este valor hasta alcanzar la velocidad máxima regulada del motor.

Existen motores en los que la curva de potencia presenta su valor máximo cuando alcanza las revoluciones por minuto máximas a las que está regulado el motor. Sin embargo, existen motores que alcanzan la potencia máxima antes de la velocidad gobernada del motor y en el punto del régimen gobernado la potencia es menor.

Curva de consumo específico de combustible

La curva de consumo específico de combustible nos permite observar como este consumo aumenta o disminuye con el régimen del motor, ya que esta depende físicamente de la potencia y del torque del motor.

Es decir, en esta curva se representan la cantidad de gramos de combustible necesarios para producir una determinada cantidad de energía por unidad de tiempo en el motor.

Todo tractocamión tiene una zona, en donde se encuentra el mínimo consumo de combustible que proporciona el menor valor de consumo específico en gramos de combustible sobre caballo de

fuerza por hora ($g/HP \cdot h$), es decir el mejor rendimiento del motor. La zona de consumo mínimo está situada normalmente en regímenes ligeramente inferiores al de par máximo o en la zona más baja del mismo, y con acelerador bastante apretado, aunque no a fondo (en

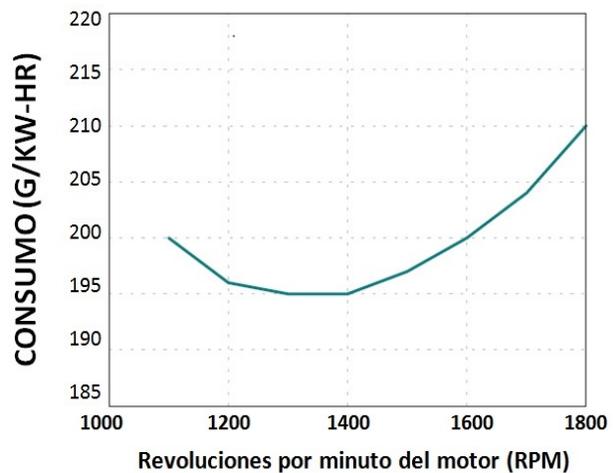


Figura 3.29 Curva de consumo específico de combustible.

torno a las 3/4 partes de su recorrido). El régimen de consumo mínimo baja cuando el acelerador está menos apretado.

Esta curva se expresa por lo general en gramos de combustible sobre caballo de fuerza por hora de funcionamiento ($\text{g/HP}\cdot\text{h}$). Sin embargo, dependiendo del país de origen del vehículo, se pueden encontrar otras unidades tal como, gramo sobre watt por hora ($\text{g/W}\cdot\text{h}$) o libra sobre HP por hora ($\text{lb/HP}\cdot\text{h}$).

Por lo tanto, mantener el motor en condiciones de trabajo cercanas a las de menor consumo específico proporciona menor consumo para una misma cantidad de energía producida. En estas condiciones el motor aprovechará mejor el combustible por lo que el vehículo consumirá menos haciendo el mismo trabajo y con menos contaminantes en el escape.

Capítulo 4. La normatividad ambiental del tractocami3n

4.1 El desarrollo de la política ambiental mexicana

Durante las últimas dos décadas del siglo XX, los presidentes de México: Manuel Ávila Camacho (1940-1976), Luis Echeverría Álvarez (1970-1976), José López Portillo (1976-1982), Miguel de la Madrid Hurtado (1982-1988) y Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), pusieron mayor empeño hacia la protección ambiental, promulgaron leyes más enérgicas e implementaron programas más audaces. Sin embargo, la argumentación y las leyes han sido más fuertes que las acciones.

Los primeros antecedentes de la política ambiental en el país, fueron en los años cuarenta, durante este tiempo México inició una era de rápido crecimiento demográfico, urbanización e industrialización que aceleró el deterioro del medio ambiente al inicio de 1940 y a finales de 1970.

En este tiempo el presidente Manuel Ávila Camacho, dio el primer paso en el cuidado de los campos, logrando que se promulgara la Ley de Conservación de Suelo y Agua. La legislación fue la primera de su clase en México y se ha mantenido como el principal documento nacional sobre conservación del suelo y agua.



Fuente: <http://enes.unam.mx>

Figura. 4.1 Fábrica contaminando el medio ambiente.

Más adelante durante los años de 1970 a 1982; el gobierno de México continuaba con la inquietud de la protección al medioambiente, ya que en esos años la industrialización y la gran contaminación que generaban empresas como PEMEX, llegaron a inquietar al gobierno por el gran deterioro de los ecosistemas; ya que ponía en peligro la vida de la flora y la fauna, así como el bienestar y la salud de la sociedad.

En el año de 1982, se promulgo la Ley Federal de Protección al Ambiente. En el año de 1988, se creo la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (LGEEPA). Con la creación de esta ley, se tomaron medidas para combatir la contaminación como fueron: el uso compartido de los automóviles, el mejoramiento del transporte público, el cambio de las entregas de mercancías a horas no hábiles, se puso especial atención en la educación de la ciudadanía y la participación ambiental para enfrenar la crisis de la contaminación y el reciclaje.



www.nanduti.com.py

Figura. 4.2 Tala de árboles en la selva lacandona.

Al inicio del periodo presidencial del Lic. Carlos Salinas de Gortari en el año 1988, en uno de sus discursos, prometía terminar con el saqueo de la selva lacandona, e indico que estaba comprometido con la causa de la protección ambiental.

Uno de los programas más atrevidos del entonces presidente Carlos Salinas, se dirigió contra los grandes problemas de la contaminación del aire en la ciudad de México.

En noviembre de 1989, dio inicio la campaña para no circular, que consistía en prohibir la circulación de los vehículos durante un día hábil en los meses de invierno, esto por ser cuando la contaminación del aire se encontraba en sus índices máximos. Este programa retiró de la circulación aproximadamente 500,000 automóviles cada día hábil de la semana.

La administración del presidente Salinas, se basó en el resultado de encuestas para demostrar un amplio apoyo al “hoy no circula”, para justificar la permanencia de este ofensivo programa para el control de la contaminación. Siendo así una de las medidas restrictivas más agresivas en la ciudad de México y de las más eficaces que haya tomado cualquier país contra el uso del automóvil. Los resultados que mostró la campaña fueron la

disminución de los niveles de: monóxido de carbono, hidrocarburos, bióxido de azufre, plomo y óxidos de nitrógeno, generados por la oxidación del combustible (gasolina); los cuales disminuyeron en 15 % entre noviembre y marzo; (1989-1990).



Figura. 4.3 Programa hoy no circula en el D.F.

Tiempo después la efectividad del programa disminuyó debido a la adquisición de más automóviles por parte de la sociedad; para que fueran garantizando el contar con un auto todos los días de la semana. En el año de 1990, los residentes de la ciudad de México

compraron 300,000 vehículos nuevos. Algunos fueron adquiridos como segundo vehículo.



Fuente: <http://www.mexbound.com>

Figura. 4.5 Gasolina Magna sin plomo.

Durante el invierno de 1991, el gobierno implementó enérgicas medidas para enfrentar una de las peores épocas de contaminación atmosférica en la ciudad de México. El gobierno redujo el abastecimiento de combustible (gasolina) en un 80%, obligando a las industrias a utilizar otros combustibles como: el diesel o a gas natural para cubrir el suministro.

Los funcionarios públicos se comprometieron a invertir parte del presupuesto, para cambiar el parque vehicular de taxis y autobuses que tuvieran convertidor catalítico y el uso de gasolina sin plomo; también se desarrollaron planes de contingencia ambiental, para cerrar

escuelas, cancelar actos públicos y suspender industrias altamente contaminantes.

La estrategia del gobierno de Salinas, fue siendo cada vez más enérgica, cuando cerró la refinería 18 de marzo de PEMEX en Azcapotzalco; la cual era un gran contaminador en el valle de México. Sin embargo, los programas, no pudieron contrarrestar el aumento de la contaminación pues, los problemas atmosféricos de la ciudad se agravaron.



El 16 de marzo de 1992, los niveles de ozono (contaminante formado por la reacción entre óxidos de nitrógeno e hidrocarburos con la luz solar) alcanzaron 0.45 partes por millón, nivel cuatro veces superior al máximo, aceptable por la Organización Mundial de la Salud (OMS), continuando con la imposición de programas de contingencia ambiental.

Fuente: www.ine.gob.mx año 2013

Figura. 4.6 Siglas y logos de la PROFEPA e INE.

Debido a todos estos problemas el gobierno de México, en el año de 1992, creó el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa).

También se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el año 1989, para el mejor cuidado y administración de este recurso natural. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “SEMARNAT” fue creada por iniciativa del entonces Presidente de la República Mexicana, Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León, el 30 de noviembre del año 2000. Con la aprobación del Congreso de la Unión, la cual sustituye a la Semarnap.

La SEMARNAT, tiene entre sus múltiples objetivos, fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

4.2 Gestión ambiental del sector transporte

Dentro de La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, del gobierno de la ciudad de México D.F; existen diferentes dependencias, las cuales se encargan de manejar la calidad del aire, dentro de estas dependencias tenemos a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC), tiene el cometido de impulsar las acciones necesarias para la protección de la atmósfera. Para conseguirlo, aplica políticas nacionales y la normatividad aplicable; se coordina con sus homólogos en los Estados Unidos de América y Canadá, tratando diversos compromisos para la reducción de emisiones atmosféricas en cada territorio.

La Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, se organiza en tres áreas:

1. La Dirección de Calidad del Aire.
2. La Dirección de Regulación Industrial y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
3. La Unidad de Protección a la capa de Ozono.

En el área de la Dirección de Calidad del Aire, se llevan acabo las siguientes actividades para la reducción de emisiones contaminantes:

- Elaboran inventarios de emisiones de contaminantes a nivel nacional en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología y apoya a las autoridades estatales y municipales para el desarrollo de los inventarios de su competencia.

- Asesora a los gobiernos estatales y municipales en la planeación, desarrollo y operación de programas de verificación de emisiones vehiculares, impulsa programas de reducción de emisiones contaminantes del autotransporte federal y contribuye al diagnóstico del impacto ambiental provocado por la importación de vehículos usados.
- Participa y apoya a los gobiernos estatales y municipales en la elaboración y ejecución de los programas de gestión de la calidad del aire (ProAire), dando seguimiento y evaluando los avances en la disminución de emisiones de contaminantes a la atmósfera y la mejora de la calidad del aire.
- Participa en el diseño e instrumentación de estrategias para la gestión integral de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero, en relación con la agenda nacional de energía, transporte y desarrollo urbano.

Los programas de gestión para mejorar la calidad del aire, constituyen una de las principales iniciativas para prevenir y revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire en las principales ciudades de México. Los ProAire incorporan medidas concretas para abatir y controlar las fuentes de emisiones contaminantes.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que los ProAire deben elaborarse con las diferentes dependencias del gobierno, cuyo propósito fundamental de reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación, o prevenir futuras contingencias que provoque cualquier deterioro del medio ambiente y de salud pública.

Dentro de la Dirección de Calidad de Aire existe la subdirección de transporte, la cual se encarga de la planeación, desarrollo y operación de programas de verificación de emisiones vehiculares, impulsa programas de reducción de emisiones contaminantes y de efecto inver-



Fuente: <http://mediosygestiondetransporteslogisticos.blogspot.mx>
Figura. 4.7 Modalidades de transporte con emisiones.

nadero del autotransporte federal, en sus distintas modalidades (aéreo, marítimo y ferroviario) además contribuye al diagnóstico del impacto ambiental provocado por la importación de vehículos usados.

El transporte en sus distintas modalidades es una actividad fundamental para el desarrollo

económico del país. De los diferentes tipos de transporte, el autotransporte que se desplaza por las calles y carreteras de nuestro territorio es dominante, debido al gran número de vehículos que circulan diariamente.

Se estima que en México, el 48% de la población vive en ciudades urbanas, estando expuesta diariamente a los contaminantes del aire, ocasionados principalmente por fuentes móviles vehiculares. Teniendo un fuerte impacto en la salud pública y en la economía, derivado del incremento de enfermedades respiratorias e incluso decesos prematuros.



Fuente: <http://hazladetos.org/>
Figura. 4.8 Automóviles en la Ciudad de México.

Estudios recientes muestran claramente los efectos de la exposición a contaminantes sobre la salud, en especial las partículas por millón, provenientes de los gases de escape de los motores a diesel.

El autotransporte día con día se incrementa; y con ello aumenta el reto de disminuir sus emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero. Se estima que en las ciudades del mundo circulan alrededor de mil millones de automotores, con una tendencia clara a seguir aumentando.

En la zona metropolitana de la ciudad de México, la SEMARNAT estimó que en el año 2011, las siguientes cantidades de contaminantes en la atmósfera, provenientes únicamente de tractocamiones:



6704 toneladas de dióxido de azufre.



1, 568,000 toneladas de monóxido de carbono.



43, 769,048 toneladas de dióxido de carbono.



188, 087 toneladas de óxidos de nitrógeno.



946, 733 toneladas de hidrocarburos.



24, 296 toneladas de material particulado menores a 10 micrómetros.



5499 toneladas de material particulado menores a 2.5 micrómetros.

La Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, calcula que por cada litro de diesel que se quema se generan:

- 2.7 Kg de dióxido de carbono
 - 20 gr de monóxido de carbono
-

- 56 gr de óxidos de nitrógeno
- 5 gr de hidrocarburos
- 1.25 gr de PM₁₀
- 1.0 gr de PM_{2.5}

4.3 Normas oficiales que intervienen en el control ambiental de las emisiones de motores a diesel

Las normas oficiales Mexicanas (NOM) son las regulaciones técnicas emitidas por las distintas dependencias gubernamentales competentes. Las normas oficiales constituyen regulaciones técnicas de observancia obligatoria, acorde a las finalidades establecidas en el artículo 40 de Ley Federal de Metrología y Normalización, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación así como la terminología y simbología.

A continuación se describen las diferentes normas mexicanas que intervienen en el control de emisiones contaminantes del motor a diesel.

Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006, establece los límites máximos para el control permisible de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizan para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

Objetivo

Establecer los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes de hidrocarburos

(HC), hidrocarburos no metano (HCNM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no metanos más óxidos de nitrógeno (HCNM+NO_x), partículas (PM) y opacidad de humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible, con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

Métodos de prueba:

Ciclo Transitorio (CT).- Ciclo de prueba que consiste en cuatro fases, en donde se simula la operación del motor bajo condiciones de manejo en tráfico ligero urbano con paradas y arranques continuos, así como manejo en tráfico pesado urbano con pocas paradas y manejo en carretera con tráfico, repitiéndose la primera fase del procedimiento.

Ciclo Suplementario Estable (CSE).- Ciclo de prueba de 13 modos modificado en las que el motor debe operar cierto tiempo en cada modo bajo condiciones estables de velocidad y torque definidas.

Ciclo Europeo de Estado Continuo (CEEC).- Ciclo de prueba estable de 13 modos en las que el motor debe operar cierto tiempo en cada modo bajo condiciones estables de velocidad y torque definidas.

Ciclo Europeo de Transición (CET).- Ciclo de prueba secuencial de modos transitorios consistente en tres fases en donde se simula la operación del motor bajo condiciones de manejo en ciudad a 50 kilómetros por hora (km/hr) y paradas frecuentes, manejo en condiciones rurales con velocidad promedio de 72 km/hr y manejo en carretera con velocidad promedio de 88 km/hr.

Ciclo Europeo de Respuesta Bajo Carga (CERBC).- Ciclo de prueba con carga transitorio a velocidad y torque específicos utilizado para la determinación de la opacidad del humo

proveniente del escape.

Especificaciones.

Los motores nuevos a diesel y las unidades nuevas que los incorporen deberán cumplir con los parámetros de emisiones contaminantes, material particulado y opacidad de humo provenientes del escape de motores y unidades nuevas; establecidas en las tablas 1 ó 2 de la presente NOM.

En la tabla 1 se muestra el estándar A. Límites máximos permisibles para motores y/ o unidades nuevos producidos en el año 2006 y hasta junio de 2008, obtenidos con el método de prueba Ciclo Transitorio (CT).

Estándar B. Límites máximos permisibles para motores y/ o unidades nuevos producidos a partir de julio del año 2008 y hasta junio del 2011, obtenidos con el método de prueba Ciclo Transitorio (CT) y Ciclo Suplementario Estable (CSE).

TABLA 1

(g/bhp-hr - gramos por caballo de fuerza al freno por hora)

Estándar	Método de Prueba	CO g/bhp-hr	NOx g/bhp-hr	HC g/bhp-hr	Part g/bhp-hr	HCNM + NOx g/bhp-hr	Opacidad de Humo (%) por ciento		
							Aceleración	Arrastre	Pico
A	CT	15.5	4.0	1.3	0.10	No aplica	20	15	50
B	CT y CSE		No aplica	No aplica		2.4 o 2.5 siempre y cuando los HCNM sean menor a 0.5			

En la tabla 2 se muestra el estándar A. Límites máximos permisibles para motores y/ o unidades nuevos producidos en el año 2006 , y hasta junio de 2008, obtenidos con los métodos de prueba Ciclo Europeo de Estado Continuo (CEEC), Ciclo Europeo de Transición (CET) y Ciclo Europeo de Respuesta Bajo Carga (CERBC).

Estándar B. Límites máximos permisibles para motores y/ o unidades nuevos producidos a partir de julio del año 2008 y hasta junio del 2011, obtenidos con los métodos de prueba Ciclo Europeo de Estado Continuo (CEEC), Ciclo Europeo de Transición (CET) y Ciclo Europeo de Respuesta Bajo Carga (CERBC).

TABLA 2

(g/Kwhr - gramos por kilowatt por hora)

Estándar	Método de Prueba	CO g/Kwh	NOx g/Kwh	HCNM g/Kwh	HC g/Kwh	Part g/Kwh	Opacidad de Humo m ⁻¹
A	CEEC	2.1	5.0	No aplica	0.66	0.10	No aplica
	CET	5.45		0.78	No aplica	0.16	
	CERBC	No aplica					0.8
B	CEEC	1.5	3.5	No aplica	0.46	0.02	No aplica
	CET	4.0		0.55	No aplica	0.03	
	CERBC	No aplica					0.5

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, esta norma debe aplicarse a vehículos en circulación que usan diesel como combustible; establece los límites máximos permisibles de opacidad. Procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Objetivo y campo de aplicación.

Esta norma oficial mexicana, establece el coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, así como el procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Es de carácter obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Límites máximos permisibles de opacidad.

Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, son los establecidos en la tabla número 2 de dicha norma.

Tabla No. 2

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m⁻¹)	Por ciento de opacidad (%)[*]
1990 y anteriores	3.0	72.47
1991 y posteriores	2.5	65.87

Nota: La tabla número 1 de la presente norma no entra en la investigación de este trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, la presente norma contiene las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana, establece las especificaciones sobre protección ambiental que deben cumplir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se comercializan en el país. Aplica en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los

responsables de producir e importar los combustibles a que se refiere la presente norma.

En la tabla número 7 se muestran las especificaciones del diesel según la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

TABLA 7. ESPECIFICACIONES DEL DIESEL

NOMBRE DEL PRODUCTO:			PEMEX DIESEL	DIESEL(1)
Propiedad	Unidad	Método de prueba		
Número de cetano	-	Número de cetano del diesel (ASTM 0613-05)	48 mínimo	-
Índice de cetano		Cálculo del índice de cetano de combustibles destilados (ASTM 0976-04be1)	48 mínimo	40 mínimo
Azufre total	ppm peso	Determinación de azufre en productos de petróleo por espectroscopia de rayos X de fluorescencia por dispersión de energía. (ASTM D 4294-03) Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros. (ASTM D 5453-05)	500 máximo Zona Fronteriza Norte(5) Enero 2007: 15 máximo ZMVM, ZMG, ZMM Enero 2009: 15 máximo Resto del País Septiembre 2009: 15 máximo	5000 máximo
Corrosión al Cu, 3 horas a 50°C	-	Detección de corrosión por cobre en productos de petróleo	estándar # 1 máximo	estándar # 2 máximo

La zona fronteriza norte, se refiere a la zona noreste y Pacífico de México, comprendida por: cd. Obregón, Ensenada, Hermosillo, Magdalena, Mexicali, Nogales y Rosarito en Tijuana.

Nota: Las tablas número 1 al 6 de la presente norma no entran en la investigación de este trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Esta norma trata sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, excepto los vehículos tipo grúa de arrastre y salvamento.

Definiciones:

Peso bruto vehicular.- Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería, en el caso de los vehículos destinados al servicio de pasajeros.

Remolque.- Vehículo con eje delantero giratorio, o semirremolque con convertidor y eje trasero fijo, no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo automotor, o acoplado a un camión o tractocamión articulado.

Semirremolque.- Vehículo sin eje delantero, destinado a ser acoplado a un tractocamión de manera que sea jalado y parte de su peso sea soportado por éste.

Para fines de esta norma los tractocamiones se clasifican según la tabla 4.1

CLASE	NOMENCLATURA
TRACTOCAMION ARTICULADO	T-S
TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO	T-S-R y T-S-S

Tabla. 4.1 Clasificación de los tractocamiones.

Especificaciones técnicas

Las especificaciones de tractocamiones nuevos o que se incorporen al servicio de transporte federal y transporte privado, tendrán que cumplir con las técnicas, disposiciones de seguridad y de control para vehículos o configuraciones vehiculares de la presente norma, mostradas en la parte de anexos, pagina número 126.

Clasificación del tractocamión

La clasificación del tractocamión en base a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas. Según la presente norma en sus tablas 5.2.3 y 5.2.4; la podemos encontrar en los anexos en las paginas número 127 Y 128.

Dimensiones máximas autorizadas.

En la tabla B, de la página número 129, se especifica el peso bruto vehicular autorizado por clase de vehicular y camino.

El ancho máximo autorizado para todas las clases de vehículos que transitan en los diferentes tipos de caminos, será de 2,60 m, este ancho máximo no incluye los espejos retrovisores, elementos de sujeción y demás aditamentos para el aseguramiento de la carga. Estos accesorios no deben sobresalir más de 20 centímetros (cm) a cada lado del vehículo.

La altura máxima autorizada para todas las clases de vehículos que transitan en los

diferentes tipos de caminos, será de 4,25 m. El largo total máximo autorizado para la configuración tractocamión articulado (TS), y tractocamión doblemente articulado (TSR y TSS), según el tipo de camino por el que transitan, se indica en la tabla “C”, en la página número 130.

Dentro de la longitud total máxima autorizada de 31.00 m y 28.50 m a que se refiere la Tabla “C”, para las configuraciones camión con remolque y tractocamión doblemente articulado, no se permite el acoplamiento de semirremolques o remolques con longitudes mayores a 13,70 m, ni de 3 ejes (S3) para el caso de configuraciones de tractocamión-semirremolque-remolque (T-S-R), excepto que el tercer eje sea retráctil, siempre y cuando éste, se encuentre levantado durante la circulación de la configuración vehicular.

Norma Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-033-SCT-2-2002, la presente norma del transporte terrestre, limita las velocidades máximas para los vehículos de carga, pasaje y turismo que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.

Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma establece los límites máximos de velocidad con que pueden circular los vehículos de autotransporte federal y transporte privado de carga, pasaje y turismo en los caminos y puentes de jurisdicción federal, dentro de la República Mexicana.

Tipos de carreteras en México: las carreteras “ET” son las que forman parte de los ejes de transporte que establece la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) y que sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso.

Las carreteras “A” son las que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y

peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y peso solo se permitan en tipo “ET”.

Las carreteras “B” son las que conforman la red primaria y que, atendiendo a sus características geométricas y estructurales, prestan un servicio de comunicación interestatal y de vinculación del tránsito.

Las carreteras “C” son las que conforman la red secundaria y que, con base en sus características geométricas y estructurales, prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias y estableciendo conexiones con la red primaria.

A continuación se muestran los límites máximos de velocidad a la que podrán transitar los vehículos o configuraciones vehiculares, según el tipo de camino, serán los descritos en la tabla 4.2 de la presente norma.

VEHICULO O CONFIGURACION	VELOCIDAD MAXIMA POR TIPO DE CAMINO (km/hr)					PESO BRUTO VEHICULAR
	ET	A	B	C	D	
VAGONETAS	95	90	90	85	80	HASTA CUATRO TONELADAS
CAMIONETAS Y CAMIONES	95	90	90	85	70	
AUTOBUS	105	95	90	80	70	MAYOR A CUATRO TONELADAS
MIDIBUS	95	90	90	80	70	
CAMION UNITARIO	95	90	90	80	70	
CAMION REMOLQUE	90	85	85	75		
TRACTOCAMION ARTICULADO	90	85	85	75		
TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO	85	80	80	70		

Tabla. 4.2 Velocidad máxima por carretera, según la **NOM-EM-033-SCT-2-2002**.

4.4 Principales medidas correctivas para tener vehículos limpios

Los vehículos limpios son aquellos que incorporan lo último en tecnologías de combustión y control de emisiones, las cuales operan óptimamente usando combustibles bajos en azufre y sin plomo. Los recientes sistemas híbridos, así como los vehículos que obtienen su

energía principalmente de combustibles alternativos, estos resultan ser en beneficio sustentable en la reducción de emisiones.

La implementación y el reforzamiento de normatividades de emisión contaminantes han sido algunas de las medidas y estrategias que han adoptado algunos países para reducir las emisiones vehiculares. La obligación de cumplir con estos estándares y la obtención de combustibles más limpios, ha motivado a los fabricantes a incorporar tecnologías de control de emisiones “tecnologías



Fuente: www.gruponym.com.mx

Figura. 4.10 Mantenimiento a un tractocamión.

limpias”. Esto sumado a mejores planes de mantenimiento en las unidades y a la planeación y logística en la demanda de transporte han resultado ser grandes avances en la reducción de contaminantes.

Los fabricantes de motores han implementado novedosos controles de emisiones al interior de los motores; incluyen factores de diseño como los siguientes: mejor control en la relación aire-combustible, mediante inyección electrónica, (ignition timing: regulación de encendido) que afecta la economía de combustible y las emisiones además de la tasa de compresión que mejora la eficiencia térmica, con ello se obteniendo un menor consumo de combustible y aumentando la potencia de los motores. Conjuntamente se tiene el uso de tecnologías que dan soporte a las innovaciones anteriores, como los sistemas de diagnóstico a bordo, que permiten evaluar mediante sensores y dispositivos electrónicos el óptimo desempeño del motor.

Otras medidas recomendadas por los fabricantes de unidades llamadas retrofits que significa modernización, estas son:

- Repotenciación.- Involucra el reemplazar un motor existente por uno nuevo. Esta estrategia es más efectiva para uso en equipos impulsados por diesel con un mayor periodo de vida para el motor de combustión interna. La repotenciación proporciona una oportunidad de instalar un motor nuevo (ó un motor nuevo equipado con un control de emisiones de escape) que converge con estándares mas bajos de emisiones que con el motor original. La repotenciación puede incluir también un convertidor de equipos de potencia de diesel a uno de potencia eléctrica.
- Reconstrucción.- Las reparaciones y mantenimiento proporcionan una oportunidad de tener reconstrucción de motores utilizando más piezas modernas, limpias y un control de emisiones de escape que proporcionan un beneficio inmediato de reducción de emisiones.
- Reabastecer de combustible.- Algunos requieren poca o casi ninguna modificación al motor mientras que para otros se requiere una conversión o sustitución del motor. Algunos de los combustibles alternativos incluyen el diesel disuelto, biodiesel, gas natural, propanol y etanol. En complemento a estos combustibles, también el uso de combustibles con bajo contenido de azufre pueden ayudar a reducir las emisiones.
- Sustitución.- La sustitución involucra retirar de servicio el equipo que más contamine antes de que sea retirado por cualquier otra circunstancia. El equipo mas nuevo que cumpla con los estándares de emisión mas estrictos es adquirido para reemplazar el equipo que se retiro, algunas veces en conjunto con dispositivos retrofit o con combustibles alternativos.

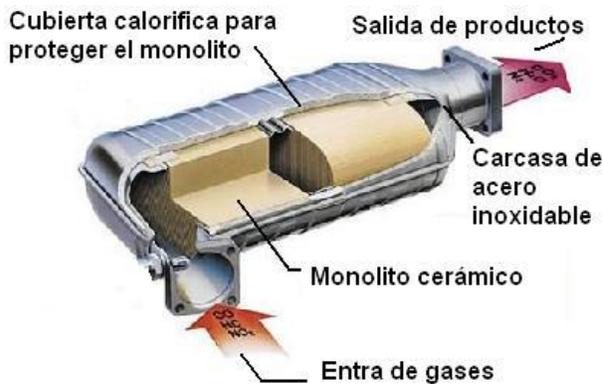
Las modernizaciones tecnológicas para el control de emisiones de gases contaminantes de tractocamiones a diesel, cuentan con la adición de un dispositivo de control de emisiones con el fin de eliminarlas del escape de un motor. Estos pueden ser muy efectivos al reducir en algunos casos hasta un 90% de los contaminantes atmosféricos.

Algunos ejemplos de dispositivos de control de emisiones utilizados por retrofits diesel incluyen catalizadores de oxidación, filtros de partículas de diesel, catalizadores de NO_x, reducción catalítica selectiva, y una recirculación de gases de escape.

Dentro de las innovaciones tecnológicas tenemos al catalizador o convertidor catalítico. El convertidor catalítico es un dispositivo, que se monta en el tubo de escape proveniente de la cámara de combustión, está situado después del colector de escape, ya que en este punto los gases mantienen una temperatura elevada. Esta energía calorífica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga una óptima utilidad, las temperaturas alcanzan entre 400° y 700° C.



Figura. 4.11 Convertidor catalítico de un tractocamión.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com>
Figura. 4.12 Esquema de un catalizador.

Este dispositivo hace que los gases, producto de la combustión interna de los motores no salgan directamente al medio ambiente, sino que tiene la tarea de convertir los gases contaminantes como son los CO, HC, NO_x; obteniendo como producto en la salida del dispositivo CO₂, N₂, O₂ y H₂O utilizando la técnica de la catálisis.

Existen catalizadores de dos vías los cuales solo ayudan a convertir el HC y CO; mientras tanto los catalizadores de tres vías ayuda a convertir el HC, CO y NO_x.

El catalizador esta constituido por una carcasa de acero inoxidable que contiene en su interior las sustancias químicas catalizadoras activas. Las cuales están en forma de un panal o una matriz, recubierta por una capa amortiguadora que la protege de golpes. Está matriz está formada por millares de minúsculos canales por donde pasan los gases de escape. Las paredes de estos canales están cubiertas por una serie de sustancias activas como óxidos de aluminio, metales nobles (catalíticamente activos) y pueden ser: platino, rodio, paladio, aluminio, magnesio y retardadores específicos, que aumentan o retardan la acción catalítica de los elementos anteriores.

En la actualidad existen tres tipos de catalizadores y varias tecnologías de filtración de partículas, los catalizadores son: catalizador oxidante ó de dos vías, de tres vías y de tres vías más aire.

Catalizador oxidante ó de dos vías.- Esté tipo de catalizador es el más sencillo y barato; esta constituido por un soporte cerámico que permite la oxidación del monóxido de carbono (CO) y de los hidrocarburos (HC). El oxido de nitrógeno (NO_x) no se ve afectado por este tipo de catalizadores. Generalmente los vehículos a diesel utilizan este tipo de convertidor.

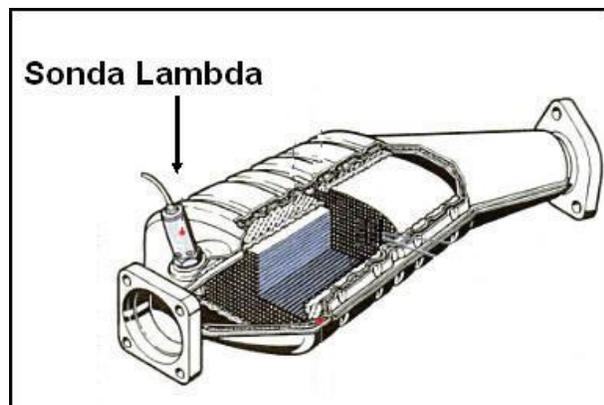
Catalizador de dos vías o de bucle abierto.- Esté convertidor de tres vías, además de realizar lo mismo que el dos vías, sí reduce los óxidos nitrosos en nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂), generalmente está revestido de rodio y paladio.

Los hay únicamente en vehículos fabricados en los Estados Unidos de América, viene siendo un doble catalizador con toma intermedia de aire; el primer cuerpo reduce los gases ricos en oxido de nitrógeno, mientras el segundo lo hace sobre los gases empobrecidos gracias a la toma intermedia de aire, reduciendo el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC).

Funcionamiento del convertidor con toma intermedia de aire:

- **Motor en frío:** La alimentación esta rica con gases de combustible (gasolina no quemada o parcialmente quemada, con: HC y CO. En esta condición la válvula envía aire al colector de escape para ayudar a completar la combustión de estos contaminantes. El oxigeno del aire adicional contribuye a que el HC se convierta en H₂O y CO₂. De esta manera evita que el convertidor catalítico se sature.
- **Motor en caliente:** El sensor de vacío es sensible a la temperatura del motor y cierra el paso del vacío a la válvula de control de aire. En consecuencia se inyecta aire en la toma intermedia del catalizador para reducir los monóxidos de carbono y los hidrocarburos.

Catalizador de tres vías o bucle cerrado.- Son los mas complejos, sofisticados y caros. Los catalizadores de este tipo se llaman de “tres vías”, porque en ellos se reducen simultáneamente los tres elementos nocivos mas importantes: monóxido de carbono, hidrocarburos y oxido de nitrógeno.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com>

Figura. 4.13 Catalizador de tres vías con sonda Lambda.

Su mayor eficacia depende de la mezcla estequiometrica de gases, la mezcla de aire-diesel debe ser exacta, para llevar acabo la reacción perfectamente. Por lo tanto, necesita un dispositivo que controle la composición de la mezcla. Este dispositivo es la “sonda lambda”.

Constitución del soporte del catalizador:

Monolitos cerámicos.- Son cuerpos de cerámica con varios miles de pequeños canales,

estos son recorridos por los gases de escape. La cerámica esta compuesta de cordierita ($\text{Al}_3\text{Mg}_2\text{AlSi}_5\text{O}_{18}$), sepiolita ($\text{Mg}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), mulita ($\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$), aluminato de magnesio (MgAl_2O_4), entre otras. La gran mayoría de monolitos cerámicos son fabricados por extrusión. En este caso se mezcla material cerámico finamente molido con aglutinantes y plastificantes y la mezcla resultante se somete a extrusión, secado y calcinación.



Fuente: www.jambitz.com

Figura. 4.14 Monolito metálico de un catalizador.

Monolitos metálicos.- La forma más común de fabricar los monolitos metálicos es enrollando conjuntamente placas lisas y corrugadas para formar monolitos tipo espiral, los canales se forman entre las placas lisas y las ondulaciones de la placa corrugada sinusoidalmente. Hoy en día se logran espesores de pared de 25 micrómetros

(μm) lo que permite densidades de hasta 800 celdas por pulgada cuadrada. Eso significa una menor resistencia para los gases de escape, lo que aporta ventajas para la optimización del rendimiento de motores de alta potencia. Estos valores son imposibles en monolitos cerámicos, por la reducción del espesor de pared, ya que está limitado por la dificultad de la extrusión y la fragilidad del monolito.

Los monolitos metálicos se fabrican de acero inoxidable (camet) o aleaciones de acero tales como: kanthal (5.5% Al, 22% Cr, 0.5% Co) y fecralloy (Fe-16Cr-4Al-0.3Y). En donde la superficie de la aleación de aluminio adquiere mejores propiedades para la óptima adherencia de la capa de alúmina con la cual se cubre el soporte.

4.4.1 Alternativas para la disminución de emisiones contaminantes

Los motores a diesel son importantes sistemas de potencia para los vehículos de carga que

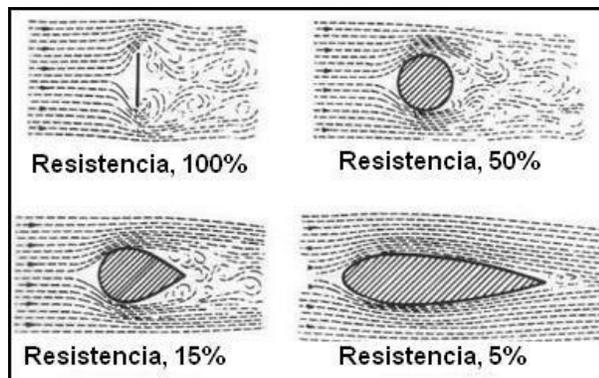
circulan en las carreteras del mundo, teniendo muchas ventajas, pero también tienen una gran desventaja; emiten cantidades significativas de contaminantes a la atmósfera.

Desde los años 70's del siglo XX, se les empezó a dotar con fuselajes ó deflectores en el toldo de la cabina sin dispositivos aerodinámicos. En la siguiente década la manufactura de camiones comenzó a ofrecer una cabina integrada de techo prolongado y con protectores laterales. Para poder mejorar la eficiencia del combustible por encima del 15% comparada con una cabina sin dispositivos en el techo; pero pocos fabricantes tomaron en consideración estos dispositivos.

El diseño de la cabina sobre el motor del tractor está disponible en distintas manufactureras de los EUA y Europa. Es un estándar para los camiones europeos y puede reducir significativamente la resistencia aerodinámica comparada con los diseños convencionales de cabina detrás del motor. No es muy popular en Norte América, en parte por la percepción de los conductores de que es menos seguro y también porque el diseño puede hacer el mantenimiento del motor más difícil.

Las compañías que manufacturan tractocamiones hoy en día han respondido a los retos de reducir la contaminación del aire por los motores a diesel. A través de sus esfuerzos, han propuesto nuevas tecnologías desarrolladas para reducir las emisiones dañinas. Dentro de sus propuestas están las mencionadas anteriormente aunadas a tecnologías de aerodinámica en el tractocamión como en el remolque.

La ciencia de la aerodinámica se encarga de estudiar la forma de interactuar el aire con los objetos sólidos. Los resultados obtenidos se han ocupado para el diseño



Fuente: <http://paineirasnatacao.blogspot.mx>

Figura. 4.15 Porcentaje de resistencia al movimiento de una partícula sólida con el aire.

de vehículos capaces de moverse a través del aire con una menor resistencia.

En lo que se refiere a consumo de combustible, las llantas radiales ayudan a reducir el consumo de diesel, comparado con las convencionales, además de tener mejor flexibilidad para amoldarse a las superficies disperejas o ásperas para un mejor rodamiento.

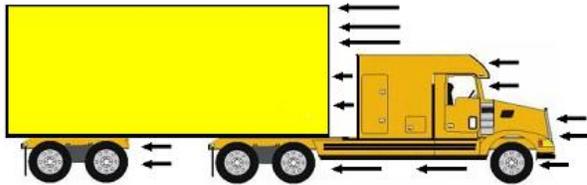


Figura. 4.16 Resistencia del aire sobre las partes frontales de un tractocamión.

La resistencia del aire impacta usualmente al frente del tractor, en el espacio entre el tractor y el remolque, debajo del tractor y el remolque. El coeficiente de arrastre, (c_d), es una medida de resistencia aerodinámica, siendo las partes del tractocamión a considerar para el diseño aerodinámico; el objetivo es dirigir el flujo

del aire por encima y alrededor del vehículo

Debido a que la resistencia aerodinámica constituye la mayoría de las pérdidas energéticas en velocidades de autopista, implementar camiones aerodinámicos ofrece ganancias potencialmente significativas en la eficiencia del combustible.

En los vehículos de carga modernos y aerodinámicos, los filos o esquinas cuadradas se redondean para que no rompan el flujo del aire; se instalan defensas muy anchas lo más bajo posible. Esto evita que el aire se atrape por debajo de la unidad, desviando el aire hacia los lados. En la parte de arriba del tractocamión se colocan deflectores de

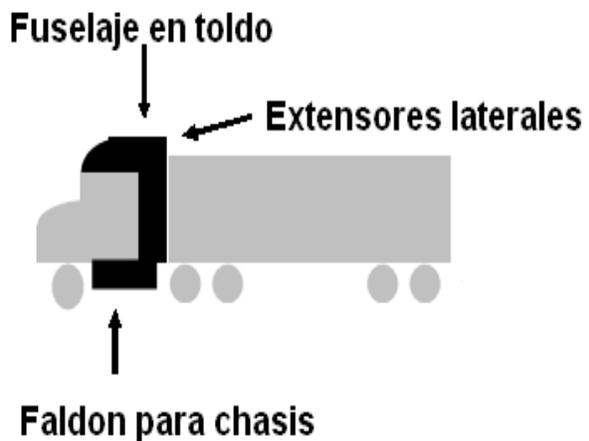


Figura. 4.17 Dispositivos aerodinámicos

viento para que desvíen el aire hacia arriba y por encima del vehículo, esto ayuda a que el flujo no ejerza presión contra el frente de la unidad. Otros dispositivos que ayudan a la aerodinámica son los faldones a los lados para evitar que el aire se atrape entre el tractor y el remolque.

Las ganancias en la economía del combustible de estos dispositivos dependen del tipo de remolque y del tipo de operación. Los rendimientos son simulados usando un túnel de viento. Los beneficios de los dispositivos aerodinámicos se obtienen en el ahorro de combustible, en los extensores laterales en un 2.3%, faldones para chasis 3.5%, fuselaje en todo 12.5%.

El impacto de los dispositivos aerodinámicos en un remolque es menos seguro que los dispositivos del tractor debido a que estos no han experimentado pruebas independientemente. Se asume un 3.8% de la reducción de combustible; usado para la operación remolques con caja seca, consistente colocar en los laterales inferiores faldones.

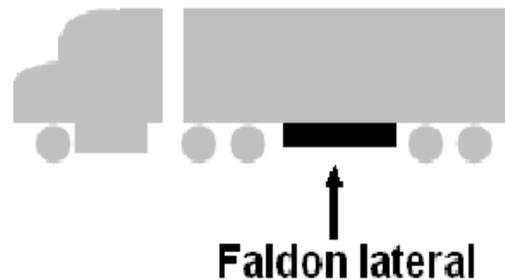


Figura. 4.18 Remolque con faldón aerodinámico lateral

En los tractocamiones diseñados aerodinámicamente, todas sus partes que sobresalen como las luces, espejos, deflectores y los estribos, se consideran dentro del diseño para suavizar la superficie y hacerla más lisa. Una caja de remolque con paredes externas de aluminio liso y pulido, produce menos arrastre comparado con una con paredes corrugadas o con un remolque con postes de soporte salidos.

En la construcción de este tipo de vehículos hoy en día se usan materiales ligeros, siempre y cuando sea posible. Este tipo de material contribuye a la disminución del peso bruto

vehicular. De esta forma, se ahorra combustible cuando transitan por carretera.



Fuente: <http://www.internationaltrucks.com/mexico>

Figura. 4.19 Tractocamión diseñado con todas sus partes aerodinámicamente, hecho con materiales ligeros.

Los nuevos tractocamiones incluyen usualmente un paquete completo de dispositivos aerodinámicos adicionales, para caminos prolongados, es decir cuando viajan grandes distancias en autopistas, con esta configuración las ganancias se presentan en el ahorro de combustible para las empresas y en disminución de contaminantes atmosféricos para la sociedad. Según la ensambladora Navistar Company, realizó pruebas reales en carretera, determinando

un 4% más de rendimiento general de combustible en una de sus unidades equipada con dispositivos aerodinámicos y eso se puede transformar en ahorro de dinero pero sobretodo en ahorro de emisiones contaminantes.

4.4.2 Reducción de la resistencia al rodaje usando llantas de base ancha e infladores automáticos

Virtualmente todas las llantas que se usan hoy en día son llantas radiales, lo que es significativamente más eficiente que las llantas viejas de doble capa. Los bajos perfiles radiales reducen la altura del camión mejorando su desplazamiento.

La estrategia más prometedora es usar llantas individuales de base ancha para reemplazar las llantas dobles en el tractor y en los ejes del remolque. Las llantas de base ancha mejoran la economía del combustible de los camiones al reducir la resistencia al rodaje y el peso en vacío. En el año 1980, Goodyear fue el primer fabricante de neumáticos de base ancha para

tractocamiones, llamadas “Super Single”. Michelin lanzó recientemente unos neumáticos de base ancha para camiones de carga pesada llamados “X-One”.

Este tipo de neumáticos de base ancha de Goodyear y Michelin son legales en todos los 50 estados del país vecino del norte. En México sí está autorizado el uso de estos neumáticos, una de las empresa que ya las ha utilizado es Grupo Bimbo. Las versiones comunes de las llantas de base ancha son más amplias (arriba de 17.5 pulgadas en la anchura de sección), es decir puede ser en las siguiente medida:



Fuente: <http://thetiredigest.michelin.com/frise-uk>
Figura. 4.20 Neumático X-One, al fondo una

495/45 R 22.5, este tipo de llanta puede reducir hasta 130 Kg de peso vehicular y ahorrar un 2% de diesel.



Fuente: www.circulaseguro.com
Figura. 4.21 Inflado automático de neumáticos.

Las llantas desinfladas causan una resistencia al rodaje y consumo de combustible elevado. Un inflado apropiado de las llantas puede ser mantenido todo el tiempo usando sistemas de inflado automático de neumáticos que censan la presión y suministran aire presurizado a las llantas sobre una base continua.

Estos sistemas suelen utilizar el compresor de aire existente en el vehículo o compresores independientes impulsados por el rodamiento de las ruedas. Además del ahorro de combustible, mantener la presión adecuada en las llantas puede disminuir el desgaste de las

ruedas, la frecuencia de las situaciones de emergencia en la carretera. El impacto del desinflado en los neumáticos del tracto camión se estima que aumenta la resistencia al rodaje en un 2% y el consumo de combustible en 1%.

Conclusiones

Conclusión

El uso de las tecnologías es de gran utilidad para facilitar la vida cotidiana de las personas incluso para preservar la vida de todo ser viviente, mas sin embargo en algunas ocasiones estas técnicas traen consigo daños para la supervivencia de la misma humanidad y es por ello que se necesitan, gobiernos para la promulgación de leyes, que regulen el uso de estos inventos y descubrimientos, aunado a la implementación de normatividades, para que constituyan regulaciones técnicas, de observancia obligatoria acorde a las finalidades del uso de cada innovación.

El saber seleccionar un tractocamión nos llevará a obtener mejores rendimientos tanto en combustible, mantenimiento y en tener toda nuestra flota trabajando, todo esto se convierte en más ganancias monetarias para el dueño de los vehículos; pero sobretodo es un paso para mejorar la calidad del aire que todo ser viviente pueda respira, son medidas correctivas para la disminución de emisiones contaminantes, ayudando no solo a reducir el padecimiento de las enfermedades respiratorias que tenemos hoy en día, sino también para combatir el calentamiento global de nuestro planeta, un tema del cual se están viviendo ya las consecuencias de los altos índices de contaminación, los cuales se manifiestan en los fenómenos climáticos extremos en nuestros días.

Por ello la importancia de seleccionar un tractocamión referente a su operatividad, considerando tren motriz, aerodinámico y mantenimientos preventivos, contribuiremos a disminuir las emisiones contaminantes hasta en un 45% según la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, de la SEMARNAT.

Recomendación

Es muy importante que el operador o los operadores de tractocamiones, asistan a cursos de capacitación, para que puedan reconocer cada uno de los elementos de la unidad, puesto que hoy en día los tractocamiones cuentan con nuevas tecnologías no antes vistas; el fabricante proporciona todo tipo de información técnica y operativa como: fichas técnicas, manuales de operación, programa de mantenimiento y las curvas características del motor que permiten conocer su comportamiento de trabajo bajo diferentes regímenes de operación; por lo que, es necesario conocer e interpretar esta información.

Con todo esto el operador capacitado contará con los conocimientos para realizar una conducción técnica dejando de ser un hombre camión. Lo que le ayudará a sacar el mejor rendimiento al vehículo, prolongando la vida útil de cada uno de sus componentes.

Anexos

Tabla de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, especificaciones de tractocamiones nuevos o que se incorporen al servicio de transporte federal en México.

TRACTOCAMIÓN-SEMIREMOLQUE;TRACTOCAMIÓN-SEMIREMOLQUE-REMOLQUE Y TRACTOCAMIÓN-SEMIREMOLQUE-SEMIREMOLQUE								
VEHÍCULO O CONFIGURACIÓN VEHICULAR (1)	CONTAR CON DICTAMEN DE CONDICIONES FÍSICO MECÁNICAS Y DE BAJA EMISIÓN DE CONTAMINANTES VIGENTES (T, S y R)	MOTOR ELECTRÓNICO HP MÍNIMO (T)	TORQUE MÍNIMO (T) (lb-pie)	CAPACIDAD MÍNIMA DE LOS EJES DE TRACCIÓN (T) (lb)	FRENO AUXILIAR DE MOTOR O RETARDADOR O FRENO LIBRE DE FRICCIÓN (T)	CONVERTIDOR EQUIPADO CON DOBLE CADENA DE SEGURIDAD	SISTEMA ANTIBLOQUEO PARA FRENOS (T, S y R)	SUSPENSIÓN DE AIRE (EXCEPTO EJE DIRECCIONAL-DELANTERO) (T, S y R)
T2-S1	✓	260	660	-	✓	-	✓	✓
T2-S2	✓	300	800	-	✓	-	✓	✓
T3-S2	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T3-S3	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T2-S3	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T3-S1	✓	300	800	-	✓	-	✓	✓
T2-S1-R2	✓	350	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T2-S2-R2	✓	350	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T2-S1-R3	✓	370	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T3-S1-R2	✓	370	1 250	40 000	✓	✓	✓	✓
T3-S1-R3	✓	400	1 650	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R2	✓	400	1 650	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R4	✓	450	1 850	46 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R3	✓	450	1 850	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S3-S2	✓	400	1 650	44 000	✓	•	✓	✓
T2-S2-S2	✓	370	1 250	30 000	✓	-	✓	✓
T3-S2-S2	✓	400	1 650	44 000	✓	-	✓	✓

Tablas 5.2.3 y 5.2.4. Clasificación del tractocamión en base a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas. Según la NOM-012-SCT-2-2008.

TABLA 5.2.3

TRACTOCAMIÓN ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Tablas 5.2.4.

TABLA 5.2.4

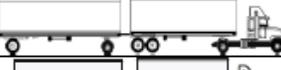
TRACTOCAMIÓN SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2 ⁽¹⁾	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4 ⁽¹⁾	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

Tabla B, de la NOM-012-SCT-2-2008.

TABLA B
PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO AUTORIZADO POR CLASE DE VEHÍCULO Y CAMINO

VEHÍCULO O CONFIGURACIÓN VEHICULAR	NÚM. EJES	NÚM. LLANTAS	PESO BRUTO VEHICULAR (t)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0
B3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
B3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
B4	4	10	27,0	25,0	22,5	21,0
C2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0
C3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
C3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
C2-R2	4	14	37,5	35,5	NA	NA
C3-R2	5	18	44,5	42,0	NA	NA
C3-R3	6	22	51,5	47,5	NA	NA
C2-R3	5	18	44,5	41,0	NA	NA
T2-S1	3	10	27,5	26,0	22,5	NA
T2-S2	4	14	34,5	31,5	28,0	NA
T3-S2	5	18	41,5	38,0	33,5	NA
T3-S3	6	22	48,0	45,5	40,0	NA
T2-S3	5	18	41,0	39,0	34,5	NA
T3-S1	4	14	34,5	32,5	28,0	NA
T2-S1-R2	5	18	47,5	45,0	NA	NA
T2-S1-R3	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T2-S2-R2	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T3-S1-R2	6	22	54,5	51,5	NA	NA
T3-S1-R3	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R2	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R4	9	34	66,5	66,0	NA	NA
T3-S2-R3	8	30	63,0	62,5	NA	NA
T3-S3-S2	8	30	60,0	60,0	NA	NA
T2-S2-S2	6	22	51,5	46,5	NA	NA
T3-S2-S2	7	26	58,5	53,0	NA	NA

Tabla C, de la NOM-012-SCT-2-2008.

TABLA C
LARGO MÁXIMO AUTORIZADO POR CLASE DE VEHÍCULO Y CAMINO

VEHÍCULO O CONFIGURACIÓN VEHICULAR	NÚM. EJES	NÚM. LLANTAS	LARGO TOTAL (m)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
B4	4	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2-R2	4	14	31,0	28,5	NA	NA
C3-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA
C3-R3	6	22	31,0	28,5	NA	NA
C2-R3	5	18	31,0	28,5	NA	NA
T2-S1	3	10	23,0	20,8	18,5	NA
T2-S2	4	14	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S2	5	18	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S3	6	22	23,0	20,8	18,5	NA
T2-S1-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA

Comparativa entre dos tractocamiones, para seleccionar adecuadamente su tren motriz; dependiendo del trabajo que realizara.

<p>International</p> <p>Modelo: Prostar Motor: Cummins isx Epa 2004 Potencia: 485 hp Torque: 1850 lb- ft @ 1,200 r.p.m Transmisión: 18 velocidades</p> <p>Peso a transportar: 20.8 toneladas</p> <p>Ejemplo 1.</p> <p>Si la transmisión entrega al diferencial 300 r.p.m. y 16.000 lb-pie de torque. Un diferencial con relación de 3.70 entregara:</p> <p>$300 \text{ r.p.m.} / 3.70 = 81.08 \text{ r.p.m. a las llantas.}$</p> <p>$16.000 \text{ lb-pie} \times 3.70 = 59.20 \text{ lb-pie (torque) a las llantas.}$</p>	<p>Kenworth</p> <p>Modelo: W900 Motor: Cummins isx Epa 2004 Potencia: 450 hp Torque: 1850 lb- ft @ 1,200 r.p.m Transmisión: 16 velocidades</p> <p>Peso a transportar: 20.8 toneladas</p> <p>Ejemplo 2.</p> <p>Si la transmisión entrega al diferencial 300 r.p.m. y 16.000 lb-pie de torque. Pero con un diferencial con relación de 4.1 entregara:</p> <p>$300 \text{ r.p.m.} / 4.10 = 73.17 \text{ r.p.m. a las llantas.}$</p> <p>$16.000 \text{ lb-pie} \times 4.10 = 65.60 \text{ lb-pie (torque) a las llantas.}$</p>
<p>Esto quiere decir que una relación con diferencial de 3.7, permitirá desplazarnos a mayor velocidad pero con menos fuerza, a diferencia de uno de relación 4.1, reducirá la velocidad de desplazamiento pero dará mayor torque.</p> <p>Como análisis se puede decir que para un tractocamión con carga ligera se puede configurar una relación de diferencial mas baja y obtener mayor desplazamiento, pero si la unidad tiene carga pesada, se recomienda utilizar una relación en el diferencial más alta, para ayudar a la unidad a despegar del reposo con mayor facilidad y tener mejores velocidades en las subidas; pero limitara su desplazamiento en terreno plano.</p>	

Comparativa de la Aerodinámica de los tractocamiones: International Prostar y Kenworth W900

Tractocamión Internatinal Prestar	Tractocamión Kenworth W900
<p style="text-align: center;">Dispositivos Aerodinámicos</p>  <p>Fuselaje para aire ahorra 12.5 %</p> <p>Extensores laterales, ahorran 2.3%</p> <p>Faldones para chasis, ahorran 3.5%</p>	<p style="text-align: center;">Dispositivos Aerodinámicos</p>  <p>Sin fuselaje para aire</p> <p>Sin extensores laterales</p> <p>Sin faldones laterales</p>
Características de las unidades	
<p>Ventaja en aerodinámica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ahorro de combustible hasta en un 18.3% de combustible. Disminución de emisiones contaminantes. <p>Ventaja en selección del tren motriz:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se tiene mayor régimen de potencia para utilizarla cuando se requiera ya que esta unidad tiene un motor de 485 hp y una transmisión de 18 velocidades. <p>Desventaja del motor:</p> <ul style="list-style-type: none"> Al subir pendientes pronunciadas el tractocamión se alenta, pero la transmisión es de 18 velocidades, ayudando a recuperar velocidad y torque. 	<p>Ventaja en aerodinámica:</p> <ul style="list-style-type: none"> No presenta alguna. No ayuda a la disminución de emisiones contaminantes. <p>Des ventaja en selección del tren motriz:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se tiene menor régimen de potencia ya que esta unidad tiene un motor de 450 hp y una transmisión de 16 velocidades. <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La unidad trabaja en las r.p.m máximas para poder desarrollar la misma potencia que el Prostar; por ello gasta más combustible y se forza más el motor.

Bibliografía

Jáuregui Luis.

Los transportes, siglos XVI al XX.

Editorial. Océano de México, S.A. de C.V. Primera edición. México D.F, 2004.

Cal Rafael, R. Mayor y Cárdenas G. James.

Ingeniería de Trancito, fundamentos y aplicaciones.

Editorial. Alfaomega Grupo S.A. de C.V. 7ª edición. México D.F, 1994.

Delgado Gloria, B. Gutiérrez Harim.

Historia de México, el proceso de gestión de un pueblo.

Editorial. Pearson Educación. Primera edición. México D.F, 2006.

H. Croase William

Transmisión y caja de cambios del automóvil.

Publicaciones Marcombo, S.A. Primera edición castellana traducida de la 4ª Americana de McGraw-Hill.

Adams Orville.

Motores Diesel.

Editorial. Gustavo gili, S.A.

Yolanda Rafael Mercedes y Zavala Armando.

Selección del tren motriz de vehículos pesados. Instituto Mexicano del Transporte.

Edición n.128. IMT. Sanfandila Qro, 1999.

Picabea Zubia Picabea y Ortega Oliva José.

Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo.

ARÁN Ediciones S.J. Primera edición. Madrid España, 2010.

Mike Brynes and Associates Inc.

Bumper to Bumper: La guía completa para operaciones de autotransporte de carga.

Corpus Christi, Texas 2005.

J. Garber Nicholas, A. Hoel Lester.

Ingeniería de tránsito y carreteras.

Editorial. Thomson. 3ª edición. México D.F, 2005.

Lidman Suen

Audiovisual COMBI.

Editorial. Baber S.A. Edición I A-Ba. Barcelona España 1990.

H. Croase William.

Mecánica del Automóvil.

Editorial. Marcombo, S.A. 3^{ra} edición. Barcelona España 1993.

Benjumea Hernández Pedro Nel, Agudelo Santamaría John Ramiro y Alberto Rios Luis.

Biodiesel: producción, calidad y caracterización.

Editorial. Universidad de Antioquia. Primera edición. Colombia 2009.

Guía para establecer programas de verificación vehicular en los estados y municipios (SEMARNAT) Año 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008.

Norma Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-033-SCT-2-2002.