

88



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO DE FLOTILLAS
DE VEHICULOS Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION**

T E S I S
que para obtener el título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
p r e s e n t a n
LUIS MORALES FLORES
RAUL ALBERTO OCAMPO MONTERO
JOSE TOBIAS GIL



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

PAGINA

ANTECEDENTES

CAPITULO 1

ASPECTOS PRINCIPALES QUE INTERVIENEN EN LA ADMINISTRACION DE FLOTILLAS

Introducción	1
Descripción del Sistema Administrativo	2
Elementos Principales que intervienen en la Administración de Flotillas	8
Planeación	9
Sistema Integral de Información	15
Control de Producción del uso	18
Control de Producción del Mantenimiento	19
Mantenimiento	20
Costos de Operación	21
Capacitación y Organización de los Recursos Humanos	22
Compras Técnicas	22
Localización de Taller	23
Costos de Mantenimiento	24
Organización	25
Aprovisionamiento de Refacciones	25
Reemplazo de equipo	26
Diseño de Taller	26

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES VEHICULOS Y MAQUINARIA USADOS EN LA CONSTRUCCION

Introducción	27
Tractor sobre orugas	28
Cargadores Frontales	56
Retroexcavadoras	68
Camiones fuera de carretera	80
Motoniveladora	85
Motoescrepas	94
Equipo de compactación vibratorio	100
Recicladora de asfalto	119
Esparcidora de asfalto	127
Máquinas de perforación	135
Camiones de volteo	144

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS QUE COMPONEN LA MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION

Introducción	150
Motor	151
Sistema de encendido	170
Sistema de enfriamiento	178
Sistema de escape	189
Combustible	193
Lubricación	207
Embrague	228
Convertidor de par	243
Transmisión	248

	PAGINA
Tren de rodaje	267
Neumáticos	283
Sistema de Frenos	297
Sistema hidráulico	305
Sistema eléctrico	351
Herramientas de ataque	364
 <u>CAPITULO 4</u>	
<u>MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION</u>	
Mantenimiento Preventivo	375
Mantenimiento Predictivo	393
Mantenimiento Correctivo	397
Mantenimiento por Conjuntos o Componentes	404
Recursos Complementarios	405
Control del Mantenimiento	406
 <u>CAPITULO 5</u>	
<u>DISTRIBUCION DE PLANTA Y EQUIPAMIENTO DE TALLER</u>	
Consideraciones de Diseño	411
Cálculo de un Taller Tipo	415
Ampliaciones de un Taller tipo "Molino"	420
Equipamiento de Taller	423
 <u>CAPITULO 6</u>	
<u>CONTROL DE LA PRODUCCION DE TALLERES</u>	
Objetivos del Control de la Producción	429
Sistema propuesto para el Control de la Producción de Talleres	431
Diagrama de Bloques de las Areas de Control y su Interrelación	432
Diagrama de Flujo del Mantenimiento	433
 <u>CAPITULO 7</u>	
<u>RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA</u>	
Introducción	439
Reconstrucción de Partes, Mecanismos y Unidades	440
Procesos de Soldadura	440
Tratamientos Térmicos	450
Maquinado	451
Principales etapas que intervienen en la Reconstrucción de las unidades	456
 <u>CAPITULO 8</u>	
<u>APROVISIONAMIENTO DE PARTES</u>	
Introducción	460
Sistemas de Inventarios Perpetuos	464
Métodos JEPS y PEPS	464
 <u>CAPITULO 9</u>	
<u>CAPACITACION Y ORGANIZACION DE LOS RECURSOS HUMANOS</u>	
Conceptos Generales	466
La Capacitación	469
Educación Integral	469
Sistemas de Capacitación	470
Organización de los Recursos Humanos	474
Técnicas de Dirección	485

CAPITULO 10FORMULACION DE ESPECIFICACIONES

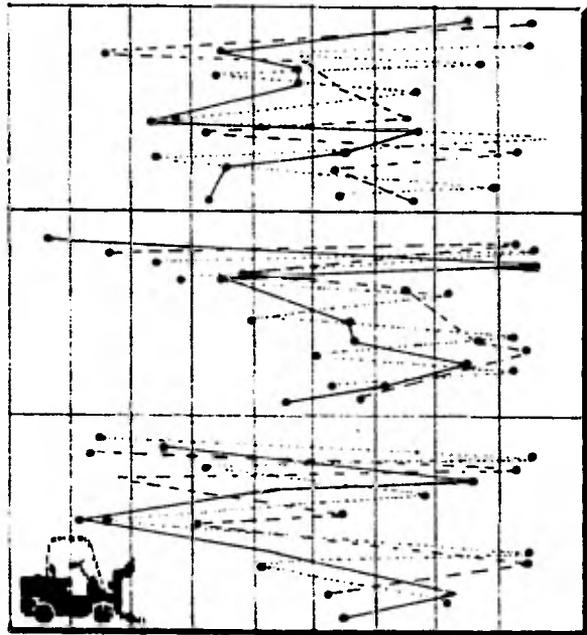
Introducción	490
Restricciones	491
Especificación de las Soluciones	491

CAPITULO 11CÓSTOS Y REEMPLAZO DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION

Introducción	496
Criterios para determinar vidas económicas	497
Depreciación	501
Intereses	503
Seguros	504
Almacenaje	504
Mantenimiento	506
Escalación	507
Cargos Variables	507
Operación	508
Criterio de cálculo de costos horarios	509
Estandarización	510
Ejemplo	512
 BIBLIOGRAFIA	 515

CAPITULO _____ 1

aspectos principales
que intervienen
en la administración
de flotillas



Es necesario establecer la importancia que tiene el entender, hoy en día, el significado en toda su extensión de Administración. Esta importancia radica en que al identificar y aplicar plenamente el concepto de Administración con todas sus características y con todas sus partes, se hace posible resolver metodológicamente los diversos problemas que se presentan a varios niveles, de varias índoles y de distintas magnitudes en las empresas o industrias.

Las flotillas de vehículos y maquinaria para la construcción, en algunos casos, no dan el rendimiento o la utilidad o el servicio esperados a los usuarios, a los propietarios y a toda la sociedad en general por no existir con estas una debida Administración, lo cual representa una gran pérdida para el país.

La Administración se debe entender como un sistema, el cual es un juego de elementos interrelacionados con las siguientes propiedades (posteriormente se describen los elementos referidos a la Administración de Flotillas de Vehículos y Maquinaria para la Construcción).

- 1.- Las propiedades o comportamiento de cada parte del juego tiene un efecto en las propiedades o comportamiento del juego como un todo.
Por ejemplo: cada órgano del cuerpo de un animal afecta la actuación del cuerpo.
- 2.- Las propiedades y comportamiento de cada parte y la forma en que afectan el todo depende de las propiedades y comportamiento de al menos una otra parte en el juego. Por lo tanto ninguna parte tiene un efecto independiente en el todo. Por ejemplo, el efecto que el corazón tiene sobre el cuerpo depende del comportamiento de los pulmones.

3.- Cada subgrupo posible de elementos en el juego tiene las primeras dos propiedades. O sea, cada uno tiene un efecto y ninguno tiene un efecto independiente en el todo. Por lo tanto, los elementos no pueden ser organizados en subgrupos independientes. Por ejemplo, todos los subsistemas en el cuerpo de un animal tales como el nervioso, respiratorio, digestivo y -- subsistema de motor, interaccionan y cada uno afecta la actuación del -- otro.

Este sistema (Administración) es más que la suma de sus partes, es un todo indivisible en el sentido de que algunas de sus propiedades esenciales se pierden al separarlas. Las partes de un sistema podrían ser sistemas y cada sistema podría ser parte de un sistema más grande.

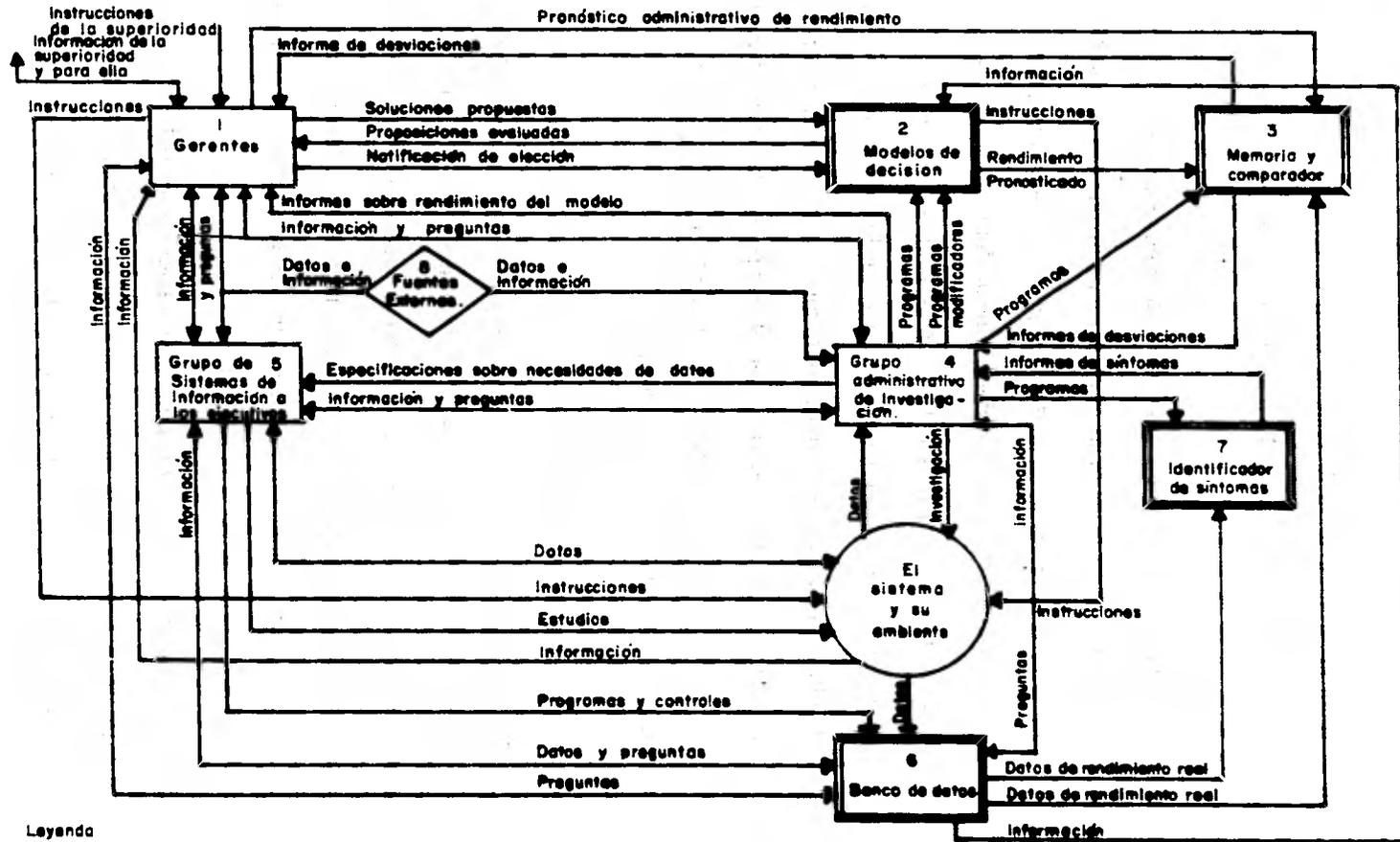
La preocupación de los sistemas trae consigo el modo "sintético" del pensamiento. En el pensamiento "sintético" algo que se desee explicar es visto como parte de un sistema mayor y es explicado en término de su papel en el todo mayor. Por ejemplo, las universidades se explican por su papel en el sistema educacional más que por el comportamiento de sus colegios y departamentos.

La siguiente gráfica muestra el sistema administrativo que se puede aplicar a todos en conjunto o a cada uno de los aspectos que intervienen en la administración de flotillas.

DESCRIPCION DEL SISTEMA ADMINISTRATIVO.

1.- En este sistema, los ejecutivos reciben instrucciones e información de numerosas fuentes. Las instrucciones que reciben incluyen la especificación de objetivos y metas a lograr y medidas de rendimiento. Con estos datos --

SISTEMA ADMINISTRATIVO



Leyenda

Una actividad computable

la Administración:

- a) Toma las decisiones directamente cuando no hay modelos disponibles y luego da instrucciones al sistema que dirige, donde estas se ejecutan.
- b) Dialogan con los modelos apropiados de decisión. Estos modelos pueden ser operados manualmente por un grupo de investigación administrativa. El diálogo consiste en que los gerentes proponen distintas alternativas de un problema a un modelo. El modelo desarrolla una evaluación comparativa de estas proposiciones y retroalimenta el resultado a los administradores, que pueden seleccionar alguna de ellas o continuar el diálogo hasta que se llega a un punto satisfactorio o se agote el tiempo. Con el tiempo los directivos toman una decisión, emiten sus instrucciones al sistema, y "notifican" al modelo sobre la selección que han hecho.

2.- Los modelos de decisión que implica un sistema así son de dos tipos: - aquellos de los cuales se pueden derivar las mejores decisiones y aquellos que se pueden usar sólo para comparar las alternativas. En el primer caso, el modelo genera por sí mismo una solución al problema, usando la información que le ha suministrado el sistema, y emite instrucciones derivadas de la solución directamente al sistema. También pronostica el rendimiento que se espera y "lo envía" a la memoria.

Quando el ejecutivo hace una selección con base en un diálogo con el modelo, le notifica a éste, que entonces predice el resultado en términos de medición de rendimiento y envía este pronóstico a la memoria. La memoria

debe recibir un pronóstico de rendimiento por cada decisión que se toma, -
sin importar la forma en que se haya tomado.

- 3.- La memoria retiene los pronósticos hasta que recibe información sobre el -
rendimiento real del Banco de Datos.

Entonces compara el rendimiento real con el pronosticado, y donde encuen-
tra una diferencia considerable la comunica como una desviación. Se envía
un informe a los ejecutivos, del resultado de aquellas decisiones que han -
tomado sin usar modelos y se envía un informe similar al grupo de investi -
gación administrativa de aquellas decisiones que se tomaron como modelos.

- 4.- El grupo de investigación y administración consiste en especialistas en - -
ciencias administrativas que tiene la responsabilidad de desarrollar mode -
los de las decisiones de la programación, de su uso y del diseño y progra -
mación de la memoria y el comparador. Este grupo intenta encontrar las --
causas de las desviaciones del rendimiento verdadero respecto del pronos -
ticado cuando se han utilizado modelos. Puesto que las decisiones pueden
ser ocasionadas por información defectuosas o por medios defectuosos, es
este grupo debe encontrar la causa y corregirla.

Nótese que el circuito de decisiones y control que se acaba de describir -
es adaptable; aprende de sus propios errores y es autocorrector.

El grupo de investigación y administración también tiene la responsabilidad
de elaborar un identificador de síntomas, además, determinar cuál es la in -
formación necesaria para tomar las decisiones y así lo notifica al grupo de
sistemas informativos para la Alta Gerencia.

- 5.- El grupo de sistemas de información para la administración, tiene la responsabilidad de diseñarlos y hacerlos funcionar. Recibe datos de todas partes del sistema, pedidos o no, incluyendo información que reciban originalmente otras partes del sistema, solicitada o no. Este grupo la procesa toda, y proporciona un informe donde se necesita. El sistema que opera este grupo incluye un Banco de Datos.
- 6.- Banco de Datos, es un sistema de computadora o manual que colecciona, procesa, almacena, recupera y distribuye la información regularmente o a solicitud especial de cualquier parte del sistema.
- 7.- Hasta ahora, solamente hemos considerado como se resuelven los problemas que se han identificado, pero no como se le identifica. Un ciclo completo de decisiones consiste en tres etapas:
 - a) Identificación del síntoma.
 - b) Diagnóstico.
 - c) Prescripción.

Un síntoma es una desviación de la conducta de un sistema de lo que se considera "normal".

El sistema administrativo que se ha descrito se aplica a cualquier nivel de la administración. Es obvia la concatenación de los distintos niveles. Cada nivel recibe instrucciones de arriba y suministra información a la superioridad. Los niveles inferiores de la administración incluyen en el sistema controlado a cada nivel. Hasta la Dirección General puede recibir instrucciones de fuentes externas, como los accionistas o el gobierno. Por lo tanto, el diseño global de una

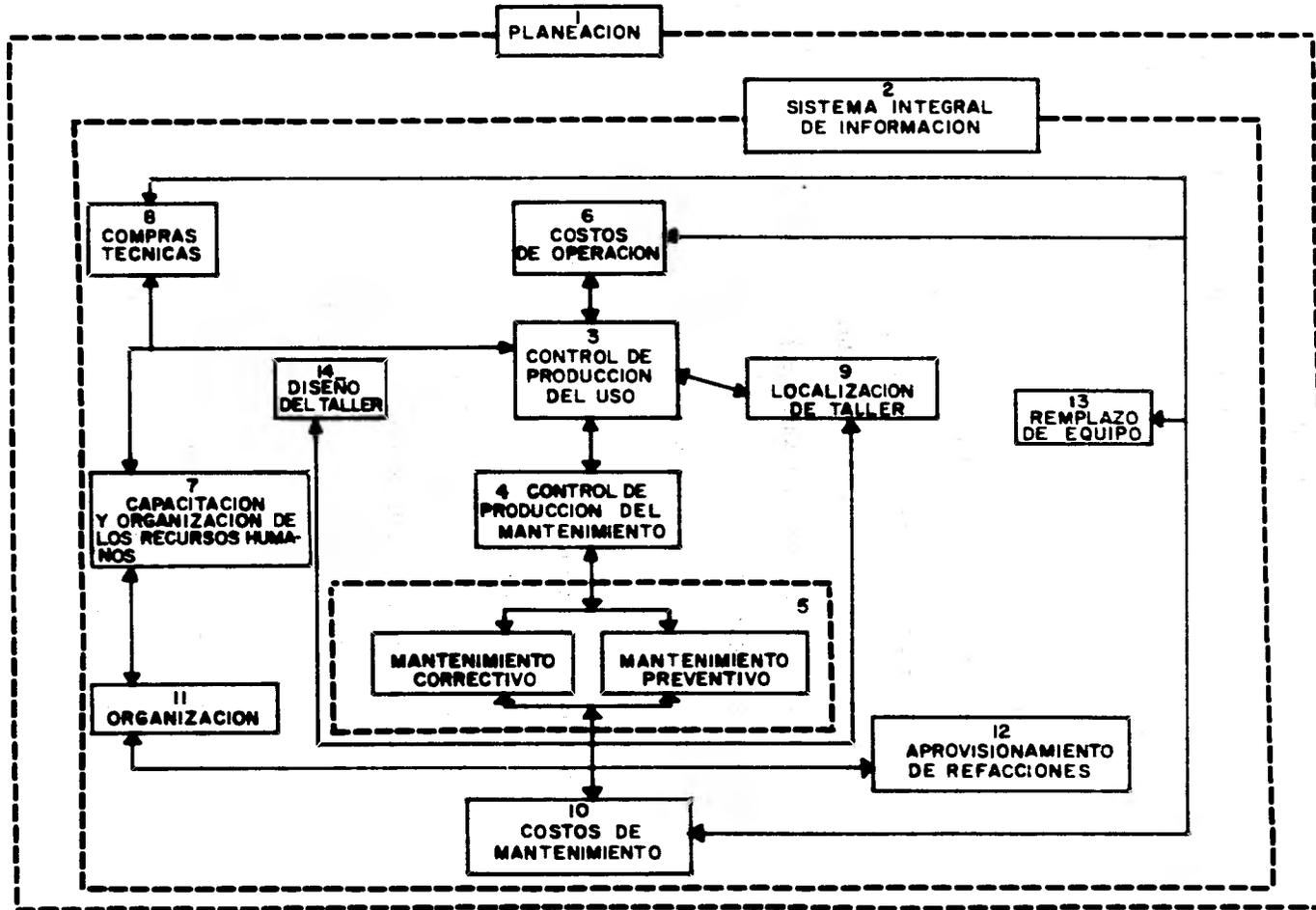
empresa puede consistir en un conjunto jerarquizado de sistemas de administración interrelacionados del tipo descrito.

Refiriéndose al sistema de administración de flotillas de vehículos y maquinaria para la construcción, vemos que los elementos que participan interrelacionados son los siguientes:

- 1.- Planeación.
- 2.- Sistema integral de información.
- 3.- Control de producción del uso.
- 4.- Control de producción del mantenimiento.
- 5.- Mantenimiento (preventivo y correctivo)
- 6.- Costos de operación.
- 7.- Capacitación y organización de los recursos humanos.
- 8.- Compras técnicas.
- 9.- Localización de taller.
- 10.- Costos de mantenimiento.
- 11.- Organización.
- 12.- Aprovechamiento de refacciones.
- 13.- Reemplazo de equipo.
- 14.- Diseño de taller.

La siguiente gráfica muestra como interactúan estos elementos, analizando cada uno y describiendo la interacción de cada uno de ellos con respecto a los demás.

GRAFICA DE ELEMENTOS PRINCIPALES
QUE INTERVIENEN EN LA ADMINISTRACION DE FLOTILLAS
DE VEHICULOS Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION



PLANEACION

Uno de los principales aspectos que intervienen en la administración de flotillas es la planeación, ésta, interactúa íntimamente con todos los demás elementos.

NATURALEZA DE LA PLANEACION

Es evidente que la planeación es un proceso de toma de decisiones, pero es igualmente claro que la toma de decisiones no equivale a la planeación.

La planeación es peculiar en tres sentidos:

- 1.- La planeación es algo que hacemos antes de ejecutar una acción, o sea, es una toma de decisiones anticipada. Si estas acciones pudieran tomarse rápidamente sin menoscabar la eficiencia, la planeación no se necesitaría.
- 2.- La planeación es necesaria cuando el hecho futuro que deseamos implica un conjunto de decisiones. Un conjunto de decisiones forma un sistema si el efecto de cada decisión sobre los resultados del conjunto, depende de una o más de las decisiones restantes. Lo más complejo de la planeación se deriva de la interrelación de las decisiones más que de las decisiones mismas.

Los conjuntos de decisiones que requieren planeación, tienen las siguientes características importantes:

- a) Son demasiado grandes como para manejar todas las decisiones al mismo tiempo. La planeación debe ser dividida en etapas o, dicho de otro modo, ella también debe planearse.
- b) El conjunto de decisiones necesarias no puede subdividirse en subconjuntos independientes.

Estas dos propiedades sistemáticas de la planeación explican porqué la planeación no es un acto, sino un proceso, el cual no tiene una conclusión ni punto final natural. Primero, no existe límite respecto al mínimo de revisiones posibles a las primeras decisiones. Segundo, tanto el sistema que se está planeando como el medio donde se ha de realizar, se modifican durante el proceso de planeación y, por ende, nunca es posible tener en consideración todos los cambios.

- 3.- La planeación es un proceso que se dirige hacia la producción de uno o más estados futuros deseados y que no es probable que ocurran a menos que se haga algo al respecto.

LAS PARTES DE LA PLANEACION

La planeación debería ser un proceso continuo y, por lo tanto, ningún plan es definitivo, está siempre sujeto a revisión.

El orden en que a continuación se dan las partes de la planeación no representa el orden en que se deban llevar a cabo. Las partes de un plan y las fases de un proceso de planeación al cual pertenecen, deben actuar entre sí.

- 1.- Fines: Especificar metas y objetivos.
- 2.- Medios: Elegir políticas, programas, procedimientos y prácticas con las que habrán de alcanzarse los objetivos.
- 3.- Recursos: Determinar tipos y cantidades de los recursos que se necesitan, definir como se habrán de adquirir o generar, y como habrán de asignarse a las actividades.
- 4.- Realización: Diseñar un procedimiento para tomar decisiones, así como la forma de organizarlas para que el plan pueda realizarse.

5.- **Control:** Diseñar un procedimiento para preveer o detectar los errores o las fallas del plan, así como para prevenirlas o corregirlas sobre una base de continuidad.

OBJETIVOS Y METAS

Los estados o consecuencias deseados son los objetivos. Las metas son objetivos que han sido programados para alcanzarse durante el período que se está planeando.

Se pueden formular objetivos estilísticos, que son descripciones cualitativas de lo que pudiera ser la "empresa" en algún momento específico en el futuro.

Los objetivos de rendimiento son la especificación de los medios por los cuales se pueda medir el progreso hacia el logro de dichos objetivos.

POLITICAS Y CURSOS DE ACCION

Tanto los medios como los fines se pueden formular a distintos niveles de generalidad. En el orden de generalidad creciente existen los cursos de acción, las prácticas, los procedimientos y las políticas

Curso de Acción: Un acto específico de una persona o de un grupo, por ejemplo, emplear a determinada persona, realizar una compra específica o desplazarse hacia un lugar especial.

Prácticas: Un curso de acción que se repite en circunstancias similares.

Procedimientos: Una secuencia de acciones que se dirigen hacia una sola meta, que se sigue repetidamente.

Programa: Un conjunto ordenado de acciones interrelacionadas, generalmente más complejas que un procedimiento, dirigido hacia un objetivo específico, que se persigue solamente una vez.

Política: Una norma para seleccionar un curso de acción, una norma para decidir.

Una política apropiada es una norma que toma en consideración las condiciones pertinentes al tiempo en que se necesita la acción. Las políticas, por tanto, permiten el uso de toda la información relacionada que puede conseguirse al momento de la decisión. Por esta razón, permiten mayor flexibilidad que los cursos específicos de acción. En consecuencia, la planeación deberá utilizar los cursos de acción solamente en el presente, y las políticas cuando la acción se requiera en el futuro. Sin embargo, donde están establecidas las políticas, es necesario pronosticar durante el período de la planeación los valores de las variables que son importantes para su uso. De otro modo no puede evaluarse la política ni tampoco pueden estimarse las necesidades de los recursos que ella genera.

La clave de la planeación que logra éxito es la creación de cursos de acción y políticas nuevas más que la evaluación de las antiguas.

La clave para crear y evaluar los cursos de acción y las políticas se encuentra en la comprensión del sistema en cuestión, esto es, en la habilidad para explicar su conducta, no meramente para predecirla.

PLANEACION DE RECURSOS

Los recursos necesarios para administrar una empresa se dividen en cuatro clases:

- Dinero
- Instalaciones y equipo
- Materiales, abastecimientos y servicios
- Personal (mano de obra)

En la planeación es necesario determinar la cantidad de cada uno de los recursos que requerirán los cursos de acción y políticas que se han seleccionado. Por tanto, la primera fase de la planeación de los recursos requiere que se determine cuáles serán las necesidades en cantidad y clase de cada recurso para cada año del período de planeación.

La segunda fase de la planeación de los recursos se debe dedicar a resolver si los recursos adicionales necesarios se pueden generar o adquirir, y como se puede lograr esto.

Por último, en la fase final de la planeación de los recursos interviene la distribución de los recursos que se espera estén disponibles, entre los programas y unidades de la organización que los necesite.

CONTROL

Planear es tomar decisiones. El control es evaluar las decisiones, incluyendo las de no hacer nada, una vez que se han tomado. El proceso de control involucra cuatro pasos:

- 1.- Pronosticar los resultados de las decisiones en la forma de medidas de rendimiento.
- 2.- Reunir la información sobre el rendimiento real.
- 3.- Comparar el rendimiento real con el pronosticado.
- 4.- Cuando se detecta una decisión deficiente, corregir el procedimiento que - la produjo y corregir sus consecuencias hasta donde sea posible.

Debe quedar claro que los sistemas Planeación y de Información están estricta - mente relacionados entre sí y simplemente son subsistemas de lo que pudiera llamarse el sistema de administración.

DISEÑO DE LA ORGANIZACION

Un plan tiene poco valor si la organización para la cual se desarrolló no puede - ponerlo en vigor.

La planeación de la organización se debe enfocar hacia los siguientes objetivos:

- 1.- Identificar las tareas físicas y mentales que deben realizarse .
- 2.- Agrupar las tareas en trabajos que se puedan realizar bien y responsabilizar de ellos a algún individuo o grupo, es decir, asignar las funciones y - las responsabilidades.
- 3.- Proporcionar a los trabajadores a todos los niveles:
 - a) La información y otros recursos necesarios para desempeñar sus labores con la mayor eficacia posible, incluyendo la retroalimentación sobre su rendimiento actual.
 - b) Con medidas de rendimiento que sean compatibles con los objetivos y

metas de la compañía.

- c) Con motivación para desarrollarlas lo mejor posible, se puede efectuar la planeación para los tres objetivos administrativos mencionados por medio de los siguientes pasos:
- 1) Analizar el flujo de decisiones: la identificación de las decisiones que deben tomar los ejecutivos.
 - 2) Hacer un modelo de cada decisión administrativa donde sea posible, aunque sea burdamente.
 - 3) Delimitar la información que requiere cada decisión y el diseño de un sistema de información para los ejecutivos que lleven estas necesidades.
 - 4) Diseñar los puestos: agrupar las decisiones en la descripción de los puestos, señalados con la responsabilidad de los mismos, identificar las decisiones que se tomarán colectivamente y especificar la organización de los grupos que deben tomar las decisiones.
 - 5) El desarrollo de:
 - a) Medidas de rendimiento
 - b) Procedimiento para utilizarlas y la difusión y utilización de los resultados, y
 - c) Los sistemas de incentivos para motivar al personal a realizar sus labores lo mejor que sea posible.

2.- SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACION

Al igual que la Planeación, el sistema integral de Información interactúa con todos los demás elementos de la administración de flotillas.

El diseño de un sistema que proporcione la información que los directivos necesitan para cumplir con sus funciones es parte esencial del diseño de la organización. Es decir, se requiere información no solo para estar al corriente de la necesidad de tomar una decisión y tomarla, sino también para evaluarla, una vez que se ha tomado y llevado a cabo.

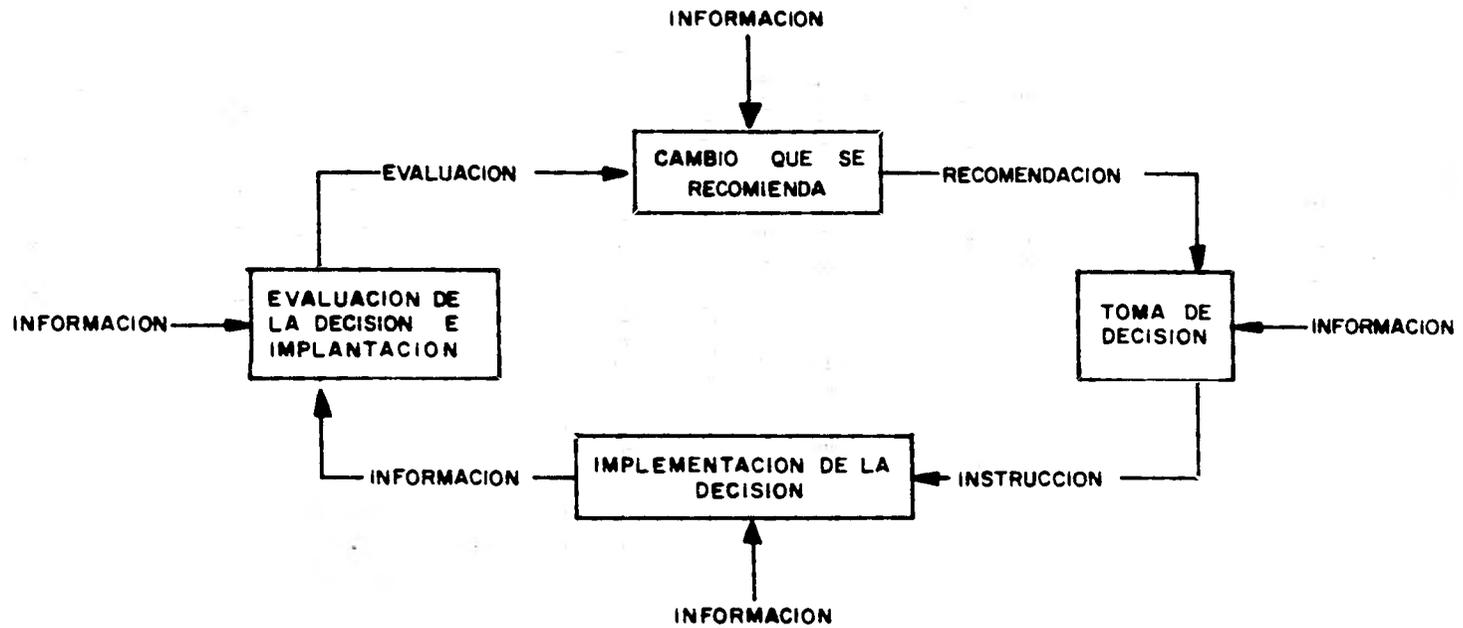
Una vez que se ha especificado cual es la información necesaria, para que la empresa opere, es posible agrupar las decisiones en forma que se minimize la cantidad total de información que necesitan quienes toman las decisiones.

Se puede especificar completamente un procedimiento para tomar las decisiones colectivas al indicar cuanto apoyo individual es necesario y/o suficiente para aprobar o desaprobar una decisión.

El tomar una decisión es sólo un aspecto de lo que pueden llamarse un ciclo de decisiones. Dicho ciclo tiene cuatro pasos que se muestran en la siguiente forma: La toma de decisiones, su realización, evaluación y recomendación.

Hay cinco suposiciones comunes respecto al diseño de la mayor parte de los sistemas de información;

- 1.- Los ejecutivos necesitan urgentemente más información pertinente.
- 2.- El ejecutivo necesita la información que desea.
- 3.- Désele a un ejecutivo la información que necesita y mejorará sus decisiones.



EL CICLO DE LA DECISION

- 4.- Más comunicación significa mejor rendimiento.
- 5.- Un ejecutivo no tiene que saber como funciona un sistema de información sino como usarlo.

Para poder evitar las cinco diferencias que se mencionan en los sistemas de información, es necesario.

- a) Diseñar un sistema de información como un subsistema, como parte integral de un sistema de administración, y de esta manera relacionarlo estrechamente con el Sistema de Planeación.
- b) Instalar el sistema de información dentro de una organización rediseñada, - en donde los objetivos de rendimiento y las metas de parte de la empresa - - sean compatibles entre sí y con los objetivos y metas globales.
- c) Hacer partícipe a la administración superior del diseño de cada uno de estos subsistemas y misma organización.

3.- CONTROL DE PRODUCCION DEL USO.

Este elemento interactúa con control de la producción del mantenimiento, costos de operación, capacitación y organización de los recursos humanos, compras técnicas, localización de taller y también como ya lo mencionamos, con planeación e información.

Con el control de la producción del uso, es decir, el tiempo de utilización y las condiciones de uso se involucran una serie de actividades que dirigidas por una

persona o grupo de personas, tiene como fin lograr y asegurar la máxima disponibilidad de las máquinas para su uso. Estas actividades se conocen como control de producción del mantenimiento.

Los costos de operación son las erogaciones que se hacen por concepto de pagos de salarios al personal responsable del uso de las máquinas. Con este uso de las máquinas se obtiene una cierta producción de obra (estimación) que forma parte del control de la producción del uso.

Con la capacitación y organización de los recursos humanos se puede suministrar al equipo el uso eficiente obteniendo una alta producción y una vida de servicio mayor.

Interactúa con compras técnicas, porque al realizar éstas se tiene que analizar con profundidad el diseño de la máquina con objeto de elevar el rendimiento al usarse considerando el lugar, tipo de trabajo que desarrollará y el tiempo de utilización.

En lo referente a la localización de taller, la equidistancia a los lugares de producción es recomendable, porque así, es posible suministrar más eficientemente el servicio.

4.- CONTROL DE PRODUCCION DEL MANTENIMIENTO.

Interactúa con control de producción del uso, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos, y además con mantenimiento (preventivo y correctivo).

Con la intervención del mantenimiento preventivo se logran evitar desgastes prematuros o excesivos que hacen necesarias las reparaciones costosas (correctivo) que originan mas tiempos muertos.

5.- MANTENIMIENTO (preventivo y Correctivo).

Interactúa con el control de producción del mantenimiento, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos, y además, con localización de taller, costos de mantenimiento, organización, aprovisionamiento de refacciones, diseño de taller.

La localización de taller y el mantenimiento (preventivo y correctivo) principalmente interactúan en base a que la ubicación de taller debe ser en áreas de fácil acceso, equidistantes de los centros de producción, en zonas de poca contaminación (polvo) para que reunido todo esto, se logre abatir pérdidas de tiempo y elevar la productividad en el mantenimiento.

Los costos de mantenimiento interactúan para poder operar cerca del nivel óptimo de mantenimiento. Los costos para una máquina en particular pueden mostrar un patrón irregular. Este puede ser el resultado de reparaciones mayores o costosas en conjuntos tales como; tren de rodajes, motores y transmisiones, lo que ocasiona altos costos en el año en que ocurre. Por esta razón, es importante llevar un registro completo de los costos de cada máquina.

Con la organización el mantenimiento (preventivo y correctivo) interactúa para optimizar los recursos utilizados en llevar a cabo la función propia del mantenimiento, es decir, que los recursos no sean mal gastados.

El tiempo, la calidad, la cantidad y el precio son los aspectos que interactúan entre el aprovisionamiento de refacciones y el mantenimiento (preventivo y correctivo). Si carecemos de cualquiera de estos aspectos el mantenimiento se puede ver frenado.

La interacción que se lleva a cabo entre el mantenimiento y el diseño de taller, se basa en primera instancia en que el área destinada a los mantenimientos preventivo y correctivo debe ser adecuada y en segunda, debe tomarse en cuenta la disposición de módulos de tal manera que se pueda obtener una circulación interna ideal y evitar en lo posible las maniobras.

6.- COSTOS DE OPERACION

Este elemento interactúa con control de producción del uso, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos, y además, con compras técnicas, costos de mantenimiento y reemplazo de equipo.

Al comprar un equipo, se analiza cuidadosamente los costos de operación, ya que éstos, invariablemente, van a influir económicamente en toda la vida de servicio del equipo.

Los costos de operación, guardan una proporción directa con los costos de mantenimiento, dado que los costos de operación están en función de la cantidad del uso del equipo y los costos de mantenimiento dependen también de la cantidad del uso del equipo.

Los costos de operación del equipo, generalmente aumentan con el tiempo para

sostener los mismos beneficios lo que, junto con otros factores, aconsejan en el tiempo efectuar un reemplazo o una reconstrucción.

7.- CAPACITACION Y ORGANIZACION DE LOS RECURSOS HUMANOS.

Este elemento interactúa con: control de producción del uso, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos y además, con compras técnicas y la organización.

Uno de los puntos para poder decidir la marca, capacidad, modelo de un cierto equipo es, que el recurso humano esté debidamente capacitado y motivado ya sea tanto el personal de mantenimiento como el de operación, porque de no ser así, se tiene que invertir un tiempo para capacitar al personal y poder elevar el rendimiento del equipo.

La capacitación suministrada al trabajador debe ser organizada de tal manera que pueda conocerse a sí mismo, a la sociedad y las técnicas que debe aplicar en su trabajo.

8.- COMPRAS TECNICAS.

Este elemento interactúa con: control de producción del uso, costos de operación, capacitación y organización de los recursos humanos, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos y además, con costos de mantenimiento y reemplazo de equipo.

Dentro del diseño propio de los equipos va implícito la frecuencia, calidad, etc. de mantenimiento y con esto los costos de mantenimiento, es por esta razón que

las decisiones tomadas en compras técnicas influyen en gran parte en los costos de mantenimiento.

Cuando se decide reemplazar una máquina, las compras técnicas con su método - logía normalmente de concursos abiertos, nos ayuda a seleccionar y a comprar un cierto equipo.

9.- LOCALIZACION DE TALLER.

Este elemento interactúa con: control de la producción del uso, mantenimiento - (preventivo y correctivo), la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos, además, con costos de mantenimiento, organización, aprovisionamiento de refacciones y diseño de taller.

Los costos de mantenimiento se pueden ver afectados con la localización de taller, ya que la espera de refacciones ocasionada por una mala ubicación del taller puede influir desde el punto de vista económico.

La localización del taller debe ser organizada tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Area de fácil acceso.
- b) Equidistante a los centros de producción.
- c) Zonas de poca contaminación.

La localización de taller interactúa con el aprovisionamiento de refacciones, ya que con la ubicación de taller se puede facilitar el aprovisionamiento de refacciones.

Para el diseño de taller se requiere saber, entre otras cosas, el potencial de servicio, para así poder calcular el área, tipo de construcción, etc.

Con la localización de taller se puede deducir con una buena aproximación, la capacidad potencial de servicio, pues de estar ubicado en una obra se estima que el equipo de esta obra será el que recurra a las instalaciones y si se instala intermedio de varias obras la demanda de servicio será mayor.

10.- COSTOS DE MANTENIMIENTO

Este elemento interactúa con: costos de operación, compras técnicas, localización de taller, mantenimiento (preventivo y correctivo), la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos y además con la organización, aprovisionamiento de refacciones, reemplazo de equipo y diseño de taller.

Interactúan con la organización, dado que, con una buena o mala organización, los costos de mantenimiento se ven abatidos o incrementados.

Uno de los principales objetivos del aprovisionamiento de refacciones es el bajo costo en las refacciones, que influye directamente en los costos de mantenimiento.

Hablando de decisiones de reemplazo, los costos de mantenimiento son un factor determinante. Con el tiempo estos costos van creciendo hasta llegar a un punto en que sumado con otros conceptos adquieren valores muy grandes, indicando la necesidad de efectuar un reemplazo o reconstrucción de maquinaria.

Los costos de mantenimiento son afectados por la falta de superficie en el taller

o por el deficiente equipamiento o por la distribución de planta, etc., todo esto dependiente del diseño de taller.

11.- ORGANIZACION

Este elemento interactúa con: capacitación y organización de los recursos humanos, localización de taller, mantenimiento (preventivo y correctivo), la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos y además, con aprovisionamiento de refacciones y diseño de taller.

La cantidad, la calidad y el tiempo de aprovisionamiento de refacciones son la base de la interacción con la organización.

Referente a la organización de taller, se ve que los siguientes conceptos son la base de la interacción:

- a) Superficie
- b) Capacidad de servicio.
- c) Tipo de construcción.
- d) Distribución de planta.
- e) Proyección de las necesidades a futuro.

12.- APROVISIONAMIENTO DE REFACCIONES.

Este elemento interactúa con: localización de taller, mantenimiento (preventivo y correctivo), costos de mantenimiento, organización, la planeación y el sistema integral de información, y además, con el diseño de taller.

El aprovisionamiento de refacciones interactúa con el diseño de taller en dos as

pectos muy importantes que son el potencial de servicio y la distribución de planta. Con la capacidad de servicio se puede programar la demanda de refacciones y así programar la adquisición de las mismas y con la distribución de planta se conoce la ubicación del local de las refacciones para su almacenaje.

13.- REEMPLAZO DE EQUIPO

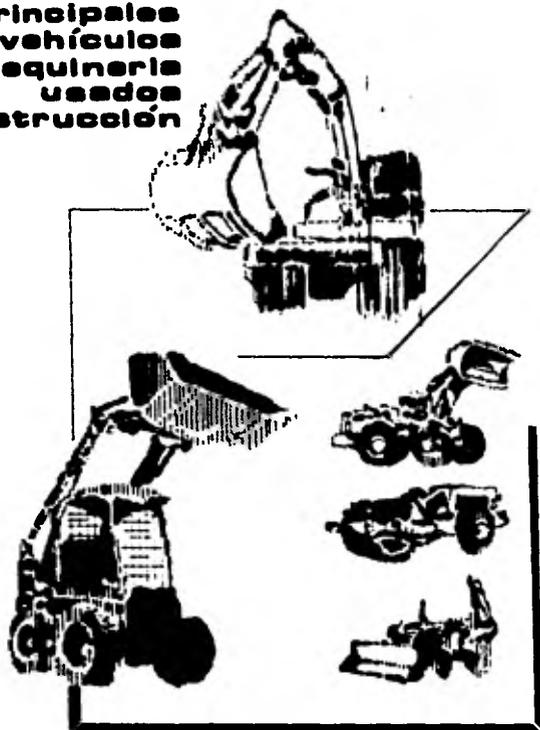
Este elemento interactúa con: costos de operación, compras técnicas, costos de mantenimiento, la planeación y el sistema integral de información como ya lo mencionamos.

14.- DISEÑO DE TALLER

Este elemento interactúa con: localización de taller, mantenimiento (preventivo y correctivo), costos de mantenimiento, organización, aprovisionamiento de refacciones, la planeación y el sistema integral de información.

CAPITULO _____ 2

**Descripción de los principales
vehículos
y maquinaria
usados
en la construcción**



Introducción

En este Capítulo se describen el uso y las características generales de las máquinas y vehículos más representativos de la gran variedad que existe en la industria de la construcción.

TRACTOR SOBRE ORUGAS

El tractor sobre orugas se puede dividir en cuatro partes principales que son: el chasis, el motor, el tren de fuerza y los aditamentos y/o accesorios.

El Chasis.- Soporta el motor, clutch (mecánico o convertidor de par), transmisión y las unidades que constituyen las cajas de dirección.

La rigidez en la sección central del chasis, se obtiene haciendo un vaciado grueso para formar las cubiertas de los embragues de la dirección y de la transmisión, las cubiertas que están delante del radiador son también de bastante espesor.

Además puede llevar un par de vigas gruesas delante de la caja de la transmisión que soportan el motor, el cubre carter del motor y la base del radiador.

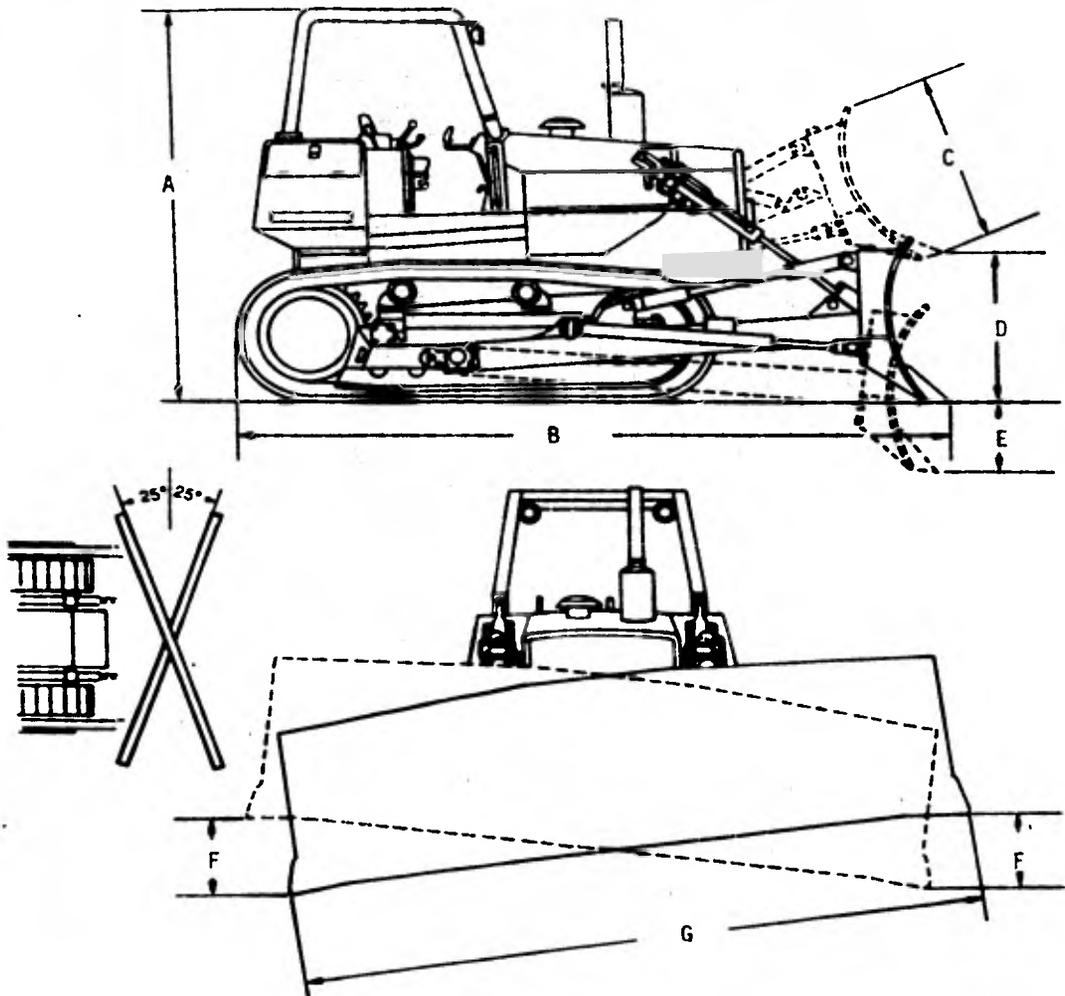
El Tren de Fuerza.- Lo constituyen el embrague y/o convertidor de par, junta universal, transmisión, corona y piñón, embragues de la dirección y mandos finales.

Los Aditamentos y/o accesorios.- Pueden ser la cuchilla o bulldozer, el desgarrador o ripper, en algunos casos, malacates, etc., que se instalan en el tractor.

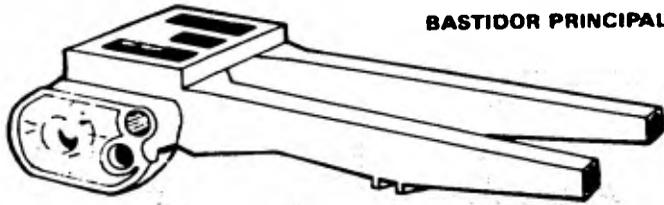
El Motor.- La mayor parte de los tractores de oruga trabajan con motor a diesel de cuatro tiempos.

La potencia se clasifica primero como potencia neta, que significa la potencia neta en el volante, con el motor, impulsando todos los accesorios necesarios para la operación normal del motor, (bomba de aceite, bomba de agua, ventilador,-

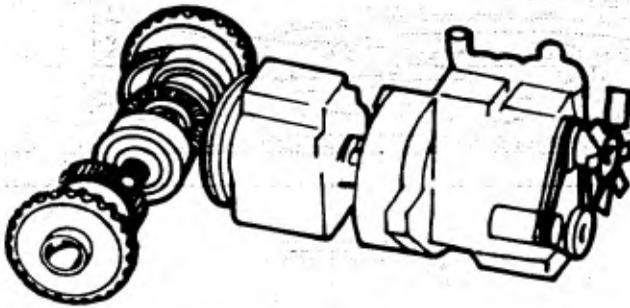
TRACTOR SOBRE ORUGAS



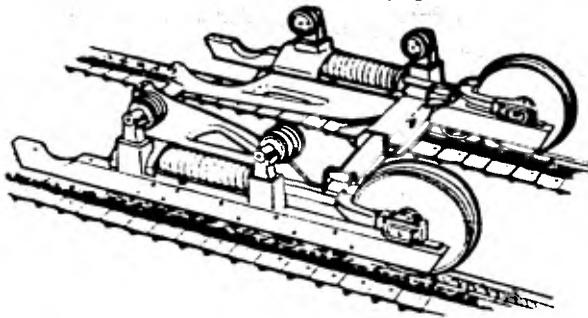
- A - Altura del tractor con cabina
- B - Largo del tractor con la hoja
- C - Altura de la hoja (bulldozer)
- D - Altura del nivel del piso a la cuchilla del bulldozer
- E - Profundidad máxima de excavación
- F - Inclinación máxima del angledozer
- G - Longitud de la hoja



BASTIDOR PRINCIPAL



TREN DE FUERZA



TREN DE RODAJE

etc.)

Ocasionalmente algunos fabricantes se apartan de esta norma y anuncian la potencia bruta, o sea la que produce el motor sin considerar la que consumen los accesorios.

El segundo patrón para la clasificación es la potencia en la barra de tiro, bajo un grupo determinado de condiciones, después de deducir las pérdidas por rozamientos y deslizamientos. Esta es la clasificación usual para los tractores con propulsión mecánica directa.

La potencia también se puede medir en función de las libras de tiro en la barra, este factor está limitado por la tracción y puede aumentarse montándole un bulldozer o cualquier peso extra. Los tractores de oruga con convertidor de par, generalmente, se clasifican en libras de tiro en la barra a una velocidad determinada.

En la siguiente tabla se muestran los rangos de algunas características de los motores de los tractores más comunes.

Potencia neta al volante	62 H.P.	a	620 H.P.
Número de cilindros	4	a	12
Desplazamiento	5.2 Lts.	a	28.02 Lts.
Capacidad de carter	11.4 Lts.	a	110 Lts.

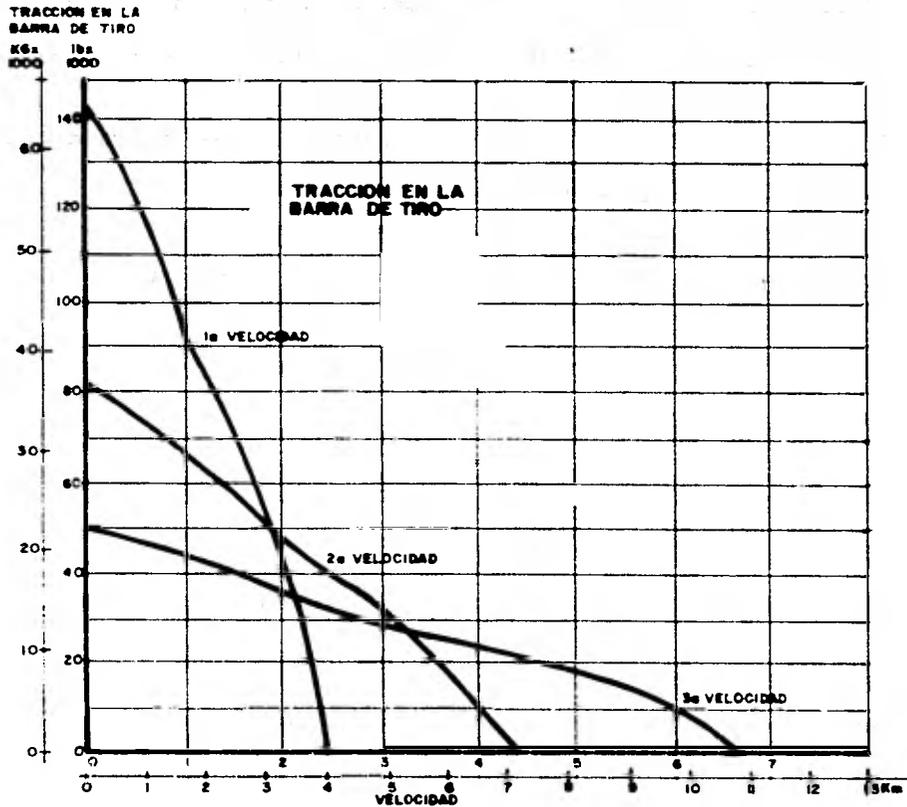
Los principales componentes del motor son:

Monoblock	Válvulas de Admisión y escape
Cabezas	Arbol de Levas
Cigüeñal	Inyectores

Bielas	Bombas de aceite, agua y combustible.
Pistones	Metales de biela y bancada
Anillos de los Pistones	Engranajes sincronizadores
Pernos de los pistones	Camisas, etc.

Los motores pueden ser de inyección directa o bien, inyección mediante precámara de combustión, existen también con válvulas accionadas mediante varillas o mediante árbol de levas a la cabeza. Pueden estar equipados con turbocargador o ser de aspiración natural y pueden tener enfriador de aire después del turbocargador o no.

Para un tractor de \pm 400 H.P. de transmisión mecánica, se encuentran los siguientes valores de tracción en la barra de tiro en relación a la velocidad de operación.



En los motores con precámara de combustión, se coloca aire a muy alta temperatura en el cilindro, el combustible es inyectado en la precámara y solamente parte de este combustible se enciende ahí por no haber suficiente aire; este encendido causará mayor calor y presión forzando al combustible sin quemar a la cámara de combustión en donde se completa la combustión.

En un motor con precámara de combustión se tiene como ventajas: un tipo de inyector de un solo orificio (aproximadamente varía el diámetro entre 0.028" a 0.035"), el cual presenta menos problemas de taparse debido a la carbonización, se tiene una excelente pulverización del combustible. Este tipo de inyector no requiere de ajuste como sucede con los inyectores de los motores, que no cuentan con precámara de combustión, y como desventajas: su complicada construcción.

Al instalar el turbocargador proporcionamos mayor cantidad de aire a la cámara de combustión, por lo que podemos "quemar" una mayor cantidad de combustible y, por consiguiente obtener una mayor potencia.

El turbocargador se compone de un compresor centrífugo y una turbina axial montados ambos sobre un eje común. La turbina recibe los gases de escape del motor, los cuales la hacen girar aproximadamente a 70 000 a 100 000 RPM, por lo tanto el compresor gira a la misma velocidad comprimiendo y enviando el aire al múltiple de admisión a una presión de aproximadamente dos veces la presión atmosférica, y a una temperatura alrededor de cuatro veces la temperatura ambiente.

Se tiene en algunos motores, un enfriador (after-cooler) de aire colocado entre el turbocargador y el múltiple de admisión para reducir la temperatura a la que sale

el aire del compresor, logrando con ello una mayor densidad y por lo tanto, una -
combustión más eficiente.

Tren de Fuerza .

Se denomina tren de fuerza a todos los componentes que transmiten fuerza del mo-
tor a las ruedas dentadas. Podemos hacer dos clasificaciones de los trenes de -
fuerza:

a) Transmisión directa, el cual incluye:

- Embrague del volante.
- Junta universal.
- Transmisión.
- Corona y piñón.
- Embragues direccionales.
- Mandos finales.

b) Transmisión con sistemas de engranes planetarios

- Convertidor .
- Junta universal.
- Transmisión con sistema de engranes planetarios .
- Corona y piñón.
- Embragues direccionales .
- Mandos finales .

Los embragues son mecanismos que nos sirven para proveer una conveniente co -
nexión y desconexión del flujo de potencia. Todos los embragues unen partes -

prensándose entre sí para transmitir potencia.

Se pueden tener embragues de tipo fricción en los cuales se prensan varios discos y platos planos. Este tipo de embrague generalmente se utiliza para los embragues direccionales.

El embrague del volante se monta en el volante de la parte trasera del motor. Este embrague transmite toda la potencia del motor al tren de fuerza. Podemos contar con dos tipos de embragues: secos y bañados en aceite.

Un embrague tiene tres propósitos:

- a) Arrancar el motor sin carga.
- b) Que la máquina tenga movimiento en forma suave.
- c) Cambiar velocidades.

Un embrague seco consta de un disco, dos placas, varillaje, un collar de enganche y un eje. El extremo delantero del eje entra en un cojinete piloto. Este eje está estriado en un extremo.

Un disco de embrague con dientes externos entra en el volante del motor, el cual a su vez tiene dientes internos.

Cuando se prensan las placas y el disco está entre ellas, todo el conjunto entra al eje estriado del embrague, con lo cual se transmite la potencia.

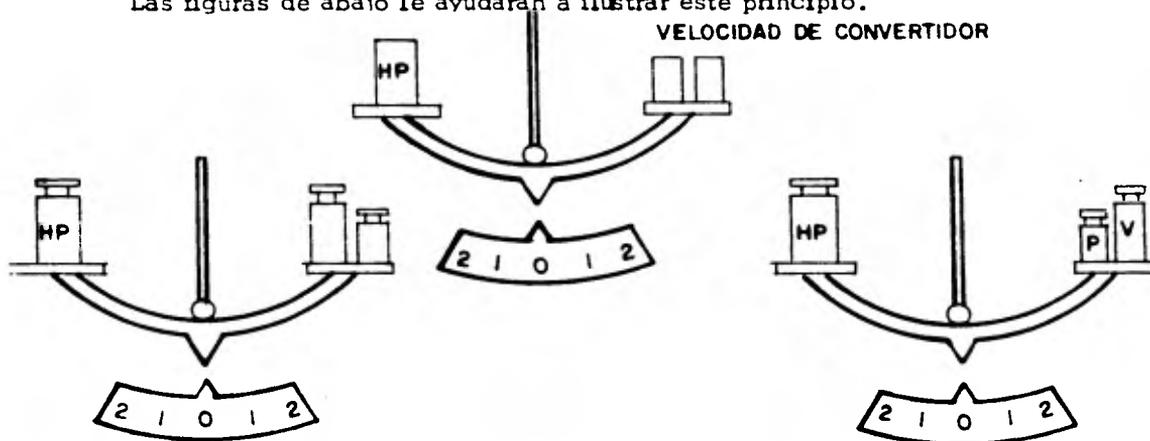
Para poder juntar las placas y los discos se necesita un mecanismo actuador, para poder separar las placas de los discos es necesario emplear resortes.

El convertidor de par es un acoplamiento hidráulico con un estator (reactor estacionario) agregado para multiplicar el par. Las aspas del estator redirigen el aceite de la turbina de regreso al impelente en el ángulo más ventajoso para ayudar más que impedir la rotación del impelente; ésto multiplica el par.

Un convertidor de par transmite potencia por medio de un fluido no por conexión mecánica, por lo tanto, actúa como un embrague y como una transmisión de velocidad variable por permitir un aumento gradual de velocidad de la flecha con la consiguiente variación del par de salida.

Es muy importante notar que el esfuerzo de torsión o par, pero no la potencia, es aumentada en un convertidor. Par es la fuerza de torsión en un objeto (no necesariamente moviéndolo), mientras que potencia es una fuerza en un objeto al cual lo mueve cierta distancia en un tiempo dado. Si el par aumenta, la potencia se mantiene constante porque el objeto se moverá a menor distancia en el tiempo dado. Un aumento en el par se equilibra por una reducción de la velocidad de salida y una disminución del par se equilibra por un aumento en la velocidad de salida.

Las figuras de abajo le ayudarán a ilustrar este principio.



Esto permitirá la multiplicación del par.

El aceite es empleado como enfriador en el convertidor de par, por lo que se envía al convertidor mayor flujo del aceite necesario para su funcionamiento. El estator se usa para multiplicar el par. La presión del aceite es necesaria para mantener el fluido en los álabes (del impelente, turbina y estator) cuando el convertidor trata de detenerse y en esa forma evitar la cavitación dentro del convertidor.

Sellos de tipo laberinto se usan dentro de los convertidores para disminuir las fugas. Un sello de este tipo está hecho de varios pasos o de dos componentes ajustados. Este tipo de sello mantiene tolerancias de operación con un mínimo de fugas y desgaste. Ninguna parte de las superficies de sellado harán contacto al menos que los cojinetes estén excesivamente desgastados.

Transmisión.

La transmisión de un tractor controla el avance y retroceso, la velocidad y la fuerza del movimiento del tractor.

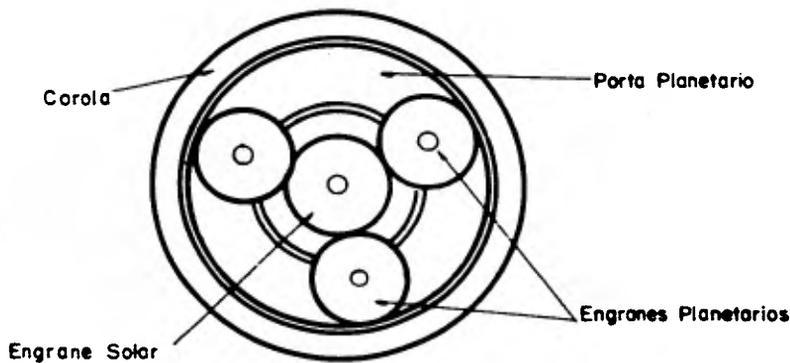
Existen dos tipos de transmisiones: mecánicas y con sistemas de engranes planetarios.

En las transmisiones mecánicas el avance y retroceso, los cambios de velocidades y la multiplicación de la fuerza de propulsión se producen mediante la conexión mecánica de diferentes "trenes" de engranes en ejes paralelos, movidos por horquillas y palancas.

Transmisiones con sistemas de engranes planetarios.

El uso de engranajes planetarios se ha generalizado en las transmisiones. Los cuatro componentes de un sistema planetario son los siguientes:

- 1) Engrane Solar.- Engrane central en el sistema.
- 2) Engrane Anular.- El engrane exterior en el sistema.
- 3) Engrane Planetario.- Engrane intermedio entre el engrane solar y el engrane anular.
- 4) Portador.- Miembro al cual se conectan los planetarios.



El sistema planetario tiene dos ventajas notables sobre los engranajes convencionales. Las cargas radiales tienden a cancelar cualquier otra, haciendo el sistema balanceado y la transmisión tiene mayor duración, no obstante los cambios de velocidad que se hagan en alta debido al acoplamiento constante de sus engranajes.

Para transmitir fuerza deben existir dos condiciones: un miembro debe ser dete -

nido y un miembro motriz. La fuerza debe entonces ser transmitida a través del tercer miembro. La inversión del movimiento puede ser obtenida por dos métodos: deteniendo el portaplanetario o usando un doble planetario.

Hay siete posibles métodos de utilizar un conjunto de engranajes planetarios.

Un cuadro simple muestra los resultados:

Miembro detenido	Miembro motriz	Tercer Miembro Impulsado	Dirección rotación del miembro impulsado	Velocidad del miembro impulsado
1) Anular	Solar	Portador	El mismo	Reducida
2) Anular	Portador	Solar	El mismo	Aumentada
3) Solar	Anular	Portador	El mismo	Reducida
4) Solar	Portador	Anular	El mismo	Aumentada
5) Portador	Solar	Anular	Opuesta	Reducida
6) Portador	Anular	Solar	Opuesta	Aumentada
7) Fijos dos de los miembros y movimiento al tercero para marcha directa.			El mismo	

Todas las transmisiones con sistemas de engranes planetarios usan engranajes planetarios para transmitir fuerza y hacer los cambios de velocidades y de dirección.

En las transmisiones con sistemas de engranes planetarios, los cambios a toda velocidad no implican necesariamente cambios automáticos; el operador seleccio

na manualmente la velocidad y la dirección de la máquina. El control de selección manual está conectado por varillaje a válvulas de carrete, las cuales dirigen el aceite para acoplar determinados embragues. Estos embragues controlan la acción de los engranajes planetarios.

Cada embrague consiste en platos de acero y discos revestidos colocados en forma alternada. En casi todas las transmisiones los discos tienen dientes en el diámetro interior que engranan con los dientes del diámetro exterior de engrane anular (corona). Los platos de acero, mediante pernos en la caja del embrague, evitan que giren al ser sujetados de las orejas en los platos de acero.

Los embragues se acoplan dirigiendo aceite atrás del pistón. El pistón forza a los platos y discos comprimiéndolos y evitando que gire el engrane anular. En los paquetes de embrague no rotativos, los resortes regresan al pistón a la posición de desacoplado cuando la presión del aceite es relevada.

La flecha de salida del convertidor de par está conectada por una junta universal a la flecha de entrada de la caja de velocidades. La flecha de entrada, la de salida, el portador frontal y el portador trasero, componen las piezas principales de la transmisión. Trabajando en estos componentes, hay cinco conjuntos de engranajes planetarios controlados por cinco paquetes de embrague; del frente hacia atrás de la transmisión son: el embrague de marcha hacia adelante, reversa, segunda, tercera y primera.

La selección de la velocidad y de la dirección deseada se controla por una sola palanca selectora que se localiza cerca del asiento del operador. Los varillajes conectan a la palanca selectora con dos válvulas de carrete.

En los controles hidráulicos de la transmisión, la posición de la válvula de carrete determina cuál de los embragues debe ser actuado hidráulicamente. Las combinaciones posibles proporcionan tres velocidades hacia adelante y tres velocidades en reversa.

Cuando la palanca se mueve de marcha hacia adelante o en reversa, dos paquetes de embragues, uno de velocidad y uno de dirección, son acoplados hidráulicamente para transmitir la potencia a la flecha de salida. Si la palanca se coloca en neutral, el embrague de segunda velocidad se acopla para evitar que la transmisión gire; esto es para eliminar el desgaste innecesario. Una palanca de seguridad del tipo mecánico se emplea para asegurar la palanca selectora en neutral y evitar movimiento accidental del selector.

Corona y Piñón.

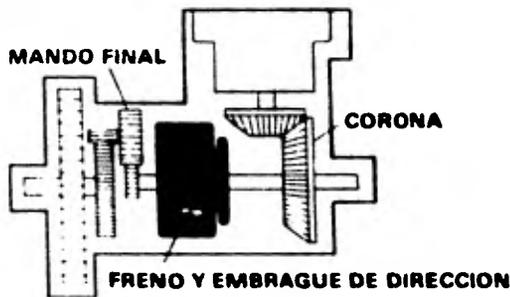
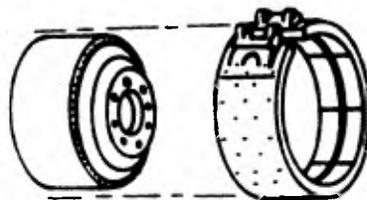
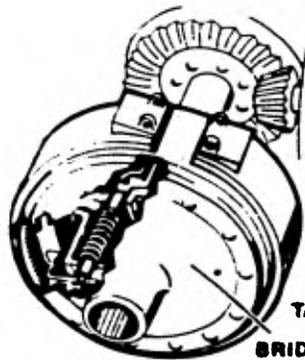
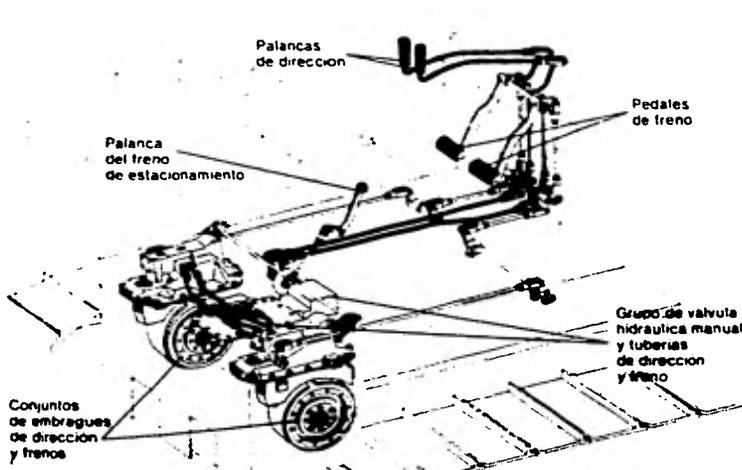
Tanto en las transmisiones mecánicas como en las de sistemas de engranes planetarios se cuenta en la flecha un piñón, el cual va engranado con una corona; la función de estos elementos es cambiar la dirección del flujo de fuerza.

Todos los componentes del tren de fuerza, incluyendo el engrane piñón, giran en línea paralela al cigueñal del motor. El engrane de la corona cambia el giro a ángulo recto con el piñón. Los componentes restantes del tren de fuerza giran perpendicularmente al cigueñal.

Embragues direccionales.

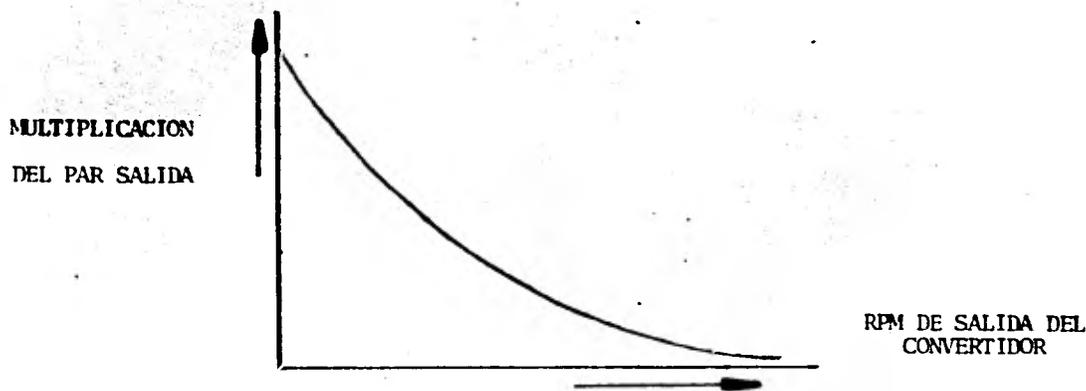
En todos los tractores de carriles se cuenta con dos embragues direccionales, éstos trabajan bajo el mismo principio que los embragues de volante.

EMBRAGUES DIRECCIONALES



La gráfica de abajo indica:

- 1) El par máximo es transferido por el convertidor cuando la flecha está detenida.
- 2) El par disminuye rápidamente al aumentar la velocidad de salida.



Una comparación simple puede ayudar a ilustrar el principio de un convertidor de par. Si una bomba impulsada a una velocidad constante suministra agua a un molinete, la carga o par aplicada al molinete variará de acuerdo con la velocidad de la rueda, la forma de sus aspas y algunas otras condiciones como gasto, etc. Suponiendo que la bomba es el impelente y el molinete es una turbina. A bajas RPM de la turbina, habrá un gran par porque el impelente (bomba) aventará más agua a cada álabe de la turbina (molinete). A mayor RPM de la turbina, habrá menor par porque menos agua golpea cada álabe.

La analogía arriba mencionada realmente ilustra un acoplamiento hidráulico; sin embargo, puede aplicarse al convertidor de par si se agrega un estator para re-dirigir nuevamente el agua al impelente (bomba)

Los embragues direccionales proporcionan una rápida desconexión de flujo de fuerza a cualquier carril del tractor, estos embragues se encuentran entre el engranaje de la corona y los mandos finales.

Los embragues direccionales están compuestos por:

- a) Discos y platos. Un disco siempre deberá hacer contacto con la brida del tambor interior.
- b) Tambor interior. El cual tiene en su centro una perforación estriada en la que entra el eje estriado de la corona. Alrededor del lado derecho se encuentran unas muescas externas, entrando los dientes de los platos en dichas muescas.
- c) Los resortes. Los cuales al ser comprimidos al igual que la placa de presión hace que se separen los discos y platos con lo que se desconecta el flujo de potencia.
- d) Tambor exterior. El cual tiene estrías internas para que ajusten los dientes de los discos del embrague. En la cara izquierda del tambor, se coloca una brida para transmitir fuerza al mando final.

Para poder accionar los embragues se emplea un circuito hidráulico. En este circuito hidráulico el aceite a presión se dirige contra un anillo metálico, con lo cual se comprimen los resortes del embrague, desenganchándose el embrague.

Mandos Finales.

El último elemento en el tren de fuerza es el mando final. Dos mandos finales transfieren la fuerza de los embragues direccionales a las ruedas dentadas, las

cuales a su vez accionan los carriles. El embrague de la dirección acciona el piñón, el cual a su vez acciona un engrane; la porción del piñón acciona el engranaje del mando final. El eje de la rueda dentada no gira y es colocado a presión en la caja de la corona y soporta los cojinetes para el engranaje del mando final.

Tren de Rodaje.

El tren de rodaje actúa como soporte de toda la máquina distribuyendo uniformemente el peso sobre el piso, transmite la energía de movimiento de los mandos finales al conjunto de la onga para mover la máquina, soporta las cargas laterales cuando la máquina cambia de dirección y proporciona las características de flotación, tracción, penetración y área de contacto necesarias para cada tipo de trabajo.

Los bastidores de los rodillos con sus conjuntos de brazos diagonales están colocados del lado derecho e izquierdo del chasis. Los brazos diagonales están soldados a los bastidores de rodillos. Los bastidores soportan los siguientes componentes: los conjuntos de soporte y suspensión para la barra compensadora, las ruedas guías, los rodillos superiores.

Bajo los bastidores están los rodillos inferiores.

Después tenemos dos carriles formados por eslabones, pernos y bujes, zapatas y las ruedas dentadas.

Estas ruedas dentadas están montadas en ejes que se encuentran en la caja del mando final.

Los bastidores de rodillos proveen el lugar para colocar todos los componentes - del tren de rodaje.

La barra compensadora descansa en conjuntos de suspensión. Estas suspensiones están formadas de amortiguadores de hule y montadas en el bastidor de rodillos.

La diferencia principal del tren de rodaje de un tractor y de un cargador sobre oru gas radica en que los bastidores de los rodillos oscilan uno con respecto al otro y en el cargador no sucede esto.

Sistema Hidráulico.

El sistema hidráulico sirve para transmitir fuerza y facilitar la operación del tractor.

Entre los principales componentes del sistema hidráulico encontramos los siguientes:

- a) Fluido del sistema (aceite ligero)
- b) Depósito.
- c) Cilindros hidráulicos.
- d) Válvula de alivio.
- e) Válvula de retención.
- f) Válvula de control de flujo.
- g) Filtros.
- h) Bomba de aceite.
- i) Mangueras y conexiones.

Accesorios.

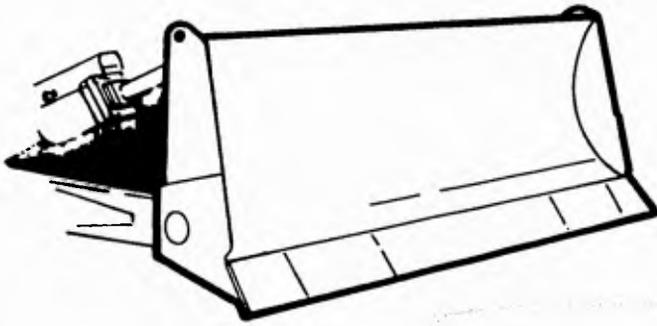
Bulldozer.- Es una estructura maciza que tiene una base y un respaldo rectangular. La arista delantera de la base es una hoja lisa o cuchilla de acero duro y tenaz que sobresale hacia adelante debajo del resto de la hoja. Al frente de la hoja se le llama vertedera, es cóncava y está inclinada hacia atrás.

Al empujar esta hoja en el terreno, la cuchilla normalmente corta y rompe el material que sube por la curva de la vertedera hasta que cae hacia adelante. El material que la hoja empuja hacia adelante se mantiene así, en movimiento más o menos giratorio, que tiende a nivelar la carga y ofrece la mínima resistencia.

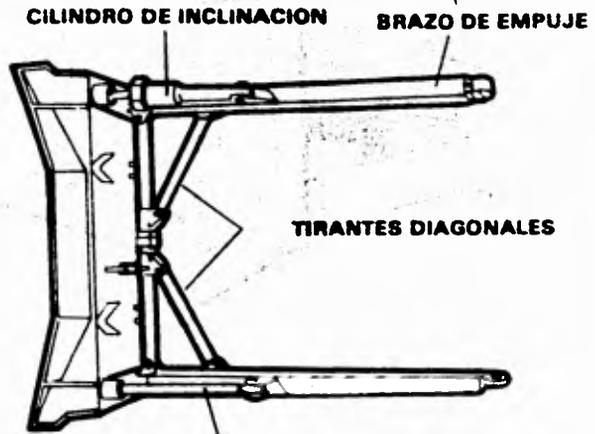
El Angledozer.- Es de construcción parecida a la del Bulldozer. Igual que este, va montado delante del tractor y es susceptible de colocarse a distintas alturas, por medio de un dispositivo hidráulico. Pero su cuchilla puede fijarse a distintos ángulos respecto del eje longitudinal del tractor y también puede estar más o menos inclinada. Esta cuchilla no puede montarse tan cerca del tractor como la del Bulldozer. Por ello, el tractor equipado con angledozer no forma un todo tan compacto, tan rígido y tan bien equilibrado como la unidad tractor - bulldozer.

El Angledozer es ligeramente mayor que el Bulldozer. Se utiliza sobre todo para la excavación y el desplazamiento de tierras a lo largo de una cuesta. Se puede utilizar también como Bulldozer.

El Tiltadozer.- Es un bulldozer cuya cuchilla puede pivotar sobre un plano. Permite un ataque en cuña al terreno que debe excavarse, procedimiento ventajoso en terrenos duros o helados, o en la construcción de fosas. El tiltadozer es compara-



HOJA RECTA



CILINDRO DE INCLINACION

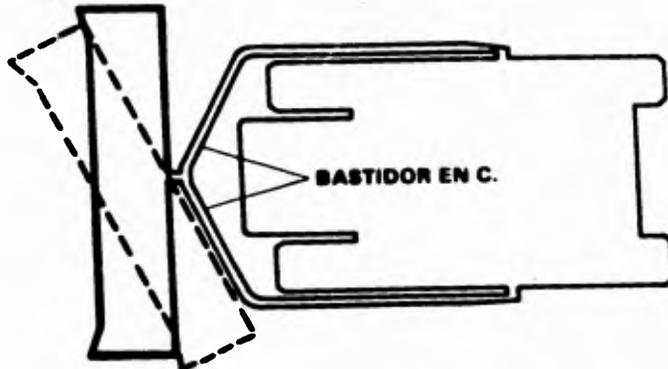
BRAZO DE EMPUJE

TIRANTES DIAGONALES

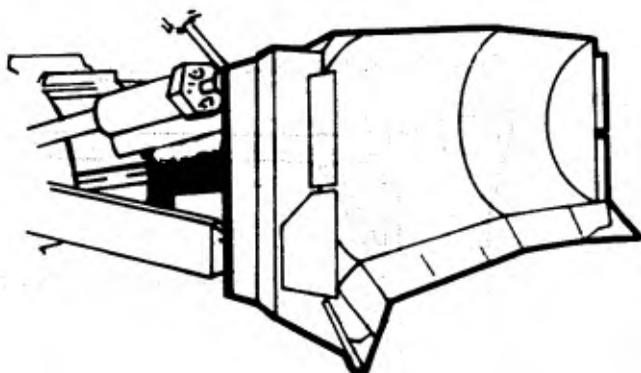
TIRANTE DE INCLINACION



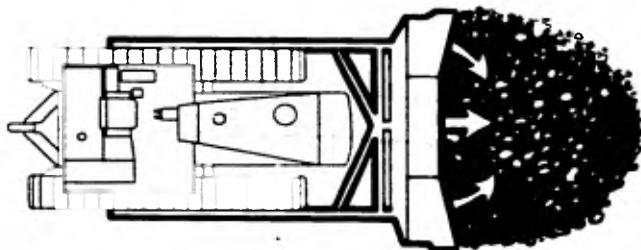
HOJA ANGULABLE



BASTIDOR EN C.



HOJA UNIVERSAL



ble al bulldozer para la mayor parte de las operaciones y es tan útil como el an - gledozer para el trabajo en pendiente; es más equilibrado lo que hace más fácil - su maniobra y reduce el desgaste del tractor.

Desgarrador o Ripper. - El desgarrador se monta en la parte posterior del tractor y consiste en una viga horizontal, soportada por el chasis con tomillos; la cual puede alojar en su extremo 1, 3 y 4, según el caso, los dientes del desgarrador.

El diente del desgarrador consiste en un vástago vertical que termina en su parte inferior en una punta llamada casquillo. Al penetrar el vástago con su casquillo en el terreno y ser jalado por el tractor, van rompiendo la estructura del material que se pretende excavar.

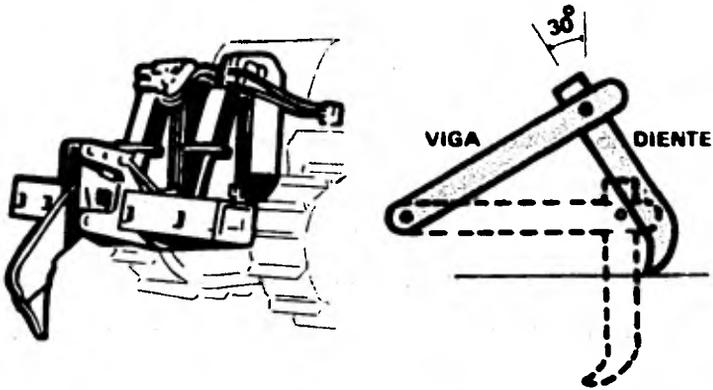
El desgarrador actualmente es controlado hidráulicamente, ésto permite que la - penetración esté provocada por el sistema hidráulico y por el peso del tractor.

Con los tractores sobre orugas pueden ir montados también malacates, tomas de fuerza para generadores de corriente, etc.

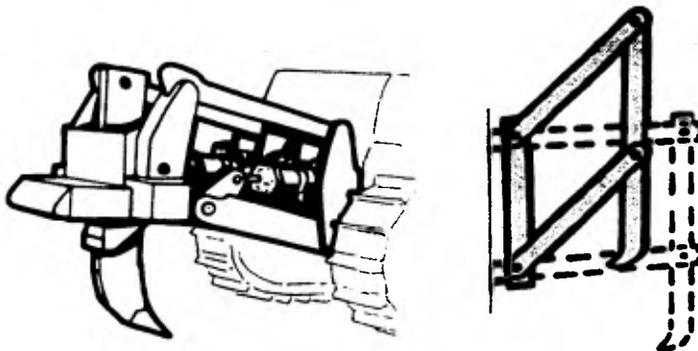
Descripción de las principales funciones del tractor con sus aditamentos.

El tractor de oruga se emplea rara vez solo, como órgano aislado en obras. De - todos modos, citaremos las aplicaciones siguientes, que son excepcionales: el arranque de árboles por cable simple o de retorno, la manipulación de cajas o de piezas pesadas en obras de montaje, etc.

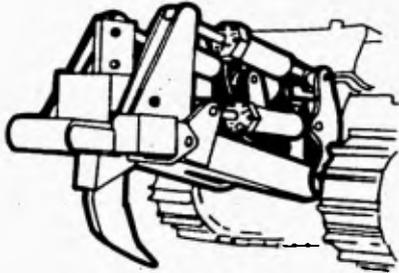
Generalmente, el tractor se emplea para empujar o remolcar algún otro aparato - de mover tierras, tal como los describiremos adelante.



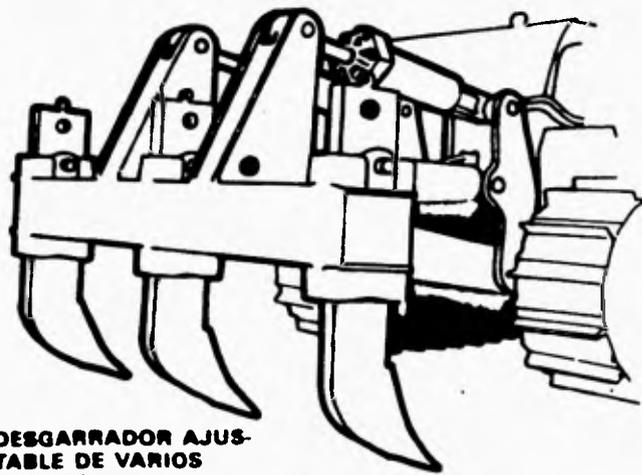
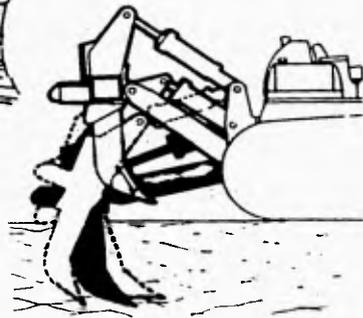
DESGARRADOR DE TIPO DE BISAGRA



DESGARRADOR DE TIPO DE PARALELOGRAMO



**DESGARRADOR EN
PARALELOGRAMO
AJUSTABLE**



**DESGARRADOR AJUS-
TABLE DE VARIOS
DIENTES**

El campo de aplicación del tractor de oruga es muy amplio. He aquí sus principales funciones:

- a) Servicio de remolque de escrepas, de trineos, etc., fuera de carretera, sobre terrenos vírgenes, labrados, movedizos, pantanosos, con pendiente pronunciada e inaccesibles a los tractores de neumáticos, preferentemente en distancias pequeñas y medianas.
- b) Trabajos de empuje de tierras, de explanación o de excavación de los materiales diversos en terreno llano, en pendiente o en vertientes.
- c) Trabajo en tandem como empujador para proporcionar el aporte de energía necesario a otros aparatos, especialmente con neumáticos.

La principal ventaja del tractor de oruga, comparado con el tractor de neumáticos, es su aptitud para trabajar eficazmente en terrenos desprovistos de carreteras o de condiciones topográficas que hacen imposible el empleo del tractor de neumáticos.

Señalaremos tres tipos de trabajo a los que se adapta particularmente el tractor de orugas:

- a) Los trabajos de roturación, de escombrado, de laboreo profundo, de escarificación y de empuje de tierras con poca o mediana velocidad de avance y en los casos en que la adherencia juega un papel primordial por causa de los esfuerzos de tracción que deben realizarse.
- b) Las operaciones de remolques, con o sin excavación, a poca velocidad, en largas y pronunciadas pendientes, en terreno desfavorable, en los lugares

en que se está limitado por la capacidad de sostenimiento del suelo, por ejemplo, en el barro, en suelos disgregados, en la tierra recién acarreada, etc.

- c) El trabajo empujando, en que ayudan a las motoescrepas a obtener sus cargas máximas y disminuyen el ciclo de operación.

Los transportes por medio de tractores de oruga son igualmente solo interesantes para aquellas y medianas distancias, particularmente cuando permiten reducir el trayecto, tomando el camino más recto con fuertes pendientes.

Esta superioridad no solo existe en terrenos movedizos, sino también en terrenos helados, en el hielo o la nieve, a condición de que las orugas estén provistas de patines apropiados. Finalmente, la oruga del tractor es mucho menos sensible que el neumático a las aristas del suelo, principalmente en canteras.

El tractor se emplea con éxito para el almacenamiento de materiales, especialmente de carbón. No podemos esperar que el tractor bulldozer nos proporcione un trabajo de alta precisión, por ejemplo, en la construcción de terraplenes de carreteras en que se trata de obtener un perfil perfectamente nivelado, el bulldozer sirve para el trabajo de desbaste que un aparato de acabado terminará.

CARGADORES FRONTALES

Originalmente los tractores cargadores solo tenían movimiento de giro del bote y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al bote (cucharón) y que se colocaba en la parte delantera del tractor. Cuando el bote se encontraba al nivel del piso, el tractor se movía hacia adelante y el bote se introducía en el material a cargar; posteriormente se subía el bote a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el bote en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el bote en la parte superior del vehículo que se deseaba cargar y se dejaba que el bote girara por el peso del material y del bote mismo, solamente aflojando uno de los cables de control. Estas máquinas funcionaban con embragues de fricción por lo que apenas podían realizar trabajos de carga de materiales sueltos.

En la actualidad los cargadores pueden tener cucharón para descarga frontal, lateral y trasera, pero los cargadores frontales son los más usuales de todos; estas máquinas son tractores a los que se les adapta un cucharón o bote en la parte delantera, el cuál es accionado por medio de cilindros hidráulicos. Su acción es a base de desplazamientos cortos y se utiliza para excavaciones en sótanos, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. También se utiliza con frecuencia en rellenos de zanjas y en la alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

Clasificación de los cargadores por su forma de propulsión:

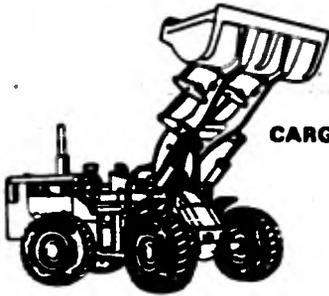
- a) De carriles (orugas)
- b) De neumáticos

Los cargadores montados sobre neumáticos pueden ser de dos o cuatro ruedas - motrices, generalmente se utilizan llantas muy grandes, ya que sirven para proporcionar una excelente flotación que le permite al cargador trabajar en la mayoría de los terrenos.

Por las duras condiciones de trabajo, los cargadores de dos ruedas motrices están siendo desplazados en el movimiento de tierra y su aplicación es más bien para fines agrícolas. Los cargadores con tracción en las cuatro ruedas, puesto que aprovechan un mayor porcentaje de peso en la máquina comparado con los de tracción en un solo eje, realizan la acción de excavado y acarreo mucho mejor; la mayoría de estos cargadores se dirigen con las ruedas traseras, sin embargo, los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas. Algunos cargadores utilizan un mecanismo de dirección que hacen girar la mitad delantera del tractor, incluyendo el sistema articulado del tractor y el cucharón alrededor de un pivote central. Este sistema ofrece las mismas ventajas que el sistema de dirección en las ruedas traseras, ya que se mantiene el peso del cargador directamente detrás del cucharón y haciendo que todas las ruedas sigan el rastro del trayecto del cucharón. Además, permite que el cucharón gire antes de que vire el tractor, aumentando la facilidad de colocación, tanto en el banco como sobre el camión, reduciendo de esta manera el tiempo consumido en la distancia de recorrido entre el banco y el camión.

Los cargadores frontales montados sobre orugas, reciben también el nombre de

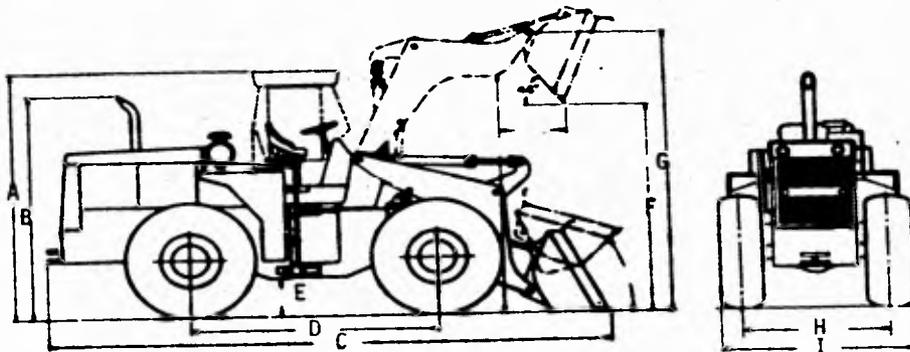
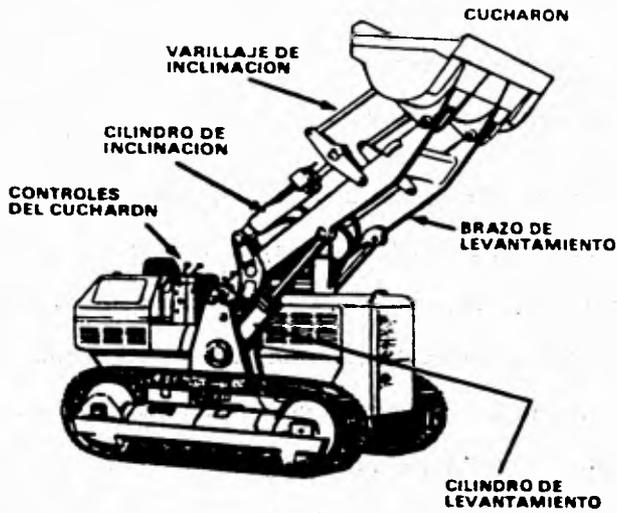
CARGADORES FRONTALES



CARGADOR DE RUEDAS

CARGADOR DE CARRILES





- A - Altura de la máquina con cabina
- B - Altura de la máquina sin cabina
- C - Largo total de la máquina
- D - Distancia entre ejes
- E - Claro de la máquina
- F - Altura de descarga
- G - Altura máxima de los brazos
- H - Distancia entre centros de neumáticos
- I - Ancho de la máquina

tracto pala y más comúnmente traxcavo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada; pero en México se ha generalizado tanto, que se le nombra así no importando su marca.

El sistema de tránsito de estos cargadores consta de cadenas formadas por pernos y eslabones, a los cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos, conocidos comúnmente como roles. En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina, que es un engrane propulsor que sirve para transmitir la fuerza tractiva de la máquina. Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas. Estos tipos de cargadores tienen una conexión rígida entre el bastidor de las orugas y el bastidor principal, con la finalidad de mejorar la estabilidad.

El tipo de zapatas de las orugas utilizadas, tienen una influencia considerable en la técnica de excavación. En ocasiones se utiliza la zapata lisa para no deteriorar la superficie de trabajo, pero se tiene el inconveniente de que patinan sobre la superficie de trabajo e impide que toda la potencia de la máquina se aplique al trabajo de excavación. Cuando por condiciones de la operación se necesita que el cargador gire muy frecuentemente, se utilizan zapatas con garra pequeña de 1/2" a 3/4" aproximadamente, ya que este tipo de zapata proporciona mejor tracción que la lisa, pero seguirán patinando con facilidad en condiciones resbalosas.

Las zapatas lisas o de semigarra no son adecuadas para trabajar en terrenos lodosos, ya que éstos se hacen tan resbalosos, que este tipo de zapatas pro-

porciona poca tracción a la máquina y con la desventaja que no sujetan tablones u otros objetos colocados debajo de ellas para ayudar a salir a la máquina de los agujeros. También permiten que la máquina se deslice cuesta abajo - - cuando trabaja sobre un talud lateral.

La zapata con garra grande, da muy buena tracción pero presenta dificultad en el pivoteo o giro, también hace a la máquina muy susceptible de dar tirones y - somete a ésta y al cucharón a impactos y sobrecargas que pueden acortar la vida útil del cucharón.

Ventajas y desventajas de los dos tipos de cargadores.

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos se pueden utilizar con ventaja en los siguientes casos:

- a) Cuando sea importante el acarreo de material en tramos cortos.
- b) Cuando los puntos de trabajo están diseminados.
- c) Cuando los materiales están sueltos y pueden atacarse fácilmente con el cucharón.
- d) Donde el uso de orugas sea perjudicial al terreno o por no ajustarse a las restricciones de tipo legal.
- e) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.
- f) Donde el terreno sea duro y seco.
- g) En donde exista mayor espacio para maniobrar, ya que su radio de giro es

mucho mayor que el de un cargador montado sobre orugas.

- h) La presión que ejercen en el suelo es aún mucho mayor en relación a los cargadores de orugas, pero el efecto de compactación de las llantas y las vueltas más graduales le hacen posible trabajar fácilmente en suelos arenosos que se partirían bajo las orugas.
- i) En superficies resbalosas pueden ocasionar la pérdida tanto de la tracción como de la precisión en la dirección.

Una de las características importantes de estos tipos de cargadores, es que tienen una mayor facilidad de desplazamiento (mayor velocidad) y por esto, se obtiene un mayor rendimiento a distancias considerables de acarreo en comparación con los de orugas.

Los cargadores frontales montados sobre orugas se pueden utilizar con ventaja en los siguientes casos:

- a) En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas asegura un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.
- b) Cuando las condiciones del terreno o las pendientes exijan buena tracción y amplia superficie de apoyo.
- c) Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.
- d) Cuando los materiales son duros y no pueden excavar fácilmente.
- e) En donde los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.
- f) En trabajos que requieren volúmenes pequeños.

Por su diseño, los cargadores sobre orugas pueden salvar las irregularidades -

del terreno y sus características principales son: buena tracción, radios de giro cortos, mayor flotación en relación al de neumático, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.

Sistema Hidráulico de los cargadores frontales.

El conjunto brazo-cucharón de los cargadores, se acciona por medio de un sistema hidráulico que se compone de una bomba que es movida por el motor de la máquina, por un depósito general de aceite y una red de circulación cerrada -- del fluido, los correspondientes pistones (cilindros hidráulicos) y los controles (válvulas) instalados al alcance del operador en el puesto de mando del propio tractor.

El sistema hidráulico funciona en casi todos los cargadores por medio de dos pares de cilindros hidráulicos; sirviendo uno de los pares para subir y bajar el equipo, mientras que el otro para accionar el cucharón en sus movimientos de excavación y volteo. En los sistemas hidráulicos se cuenta también con controles automáticos, ya que algunos cargadores se equipan con interruptores especiales que se accionan con el pie, o que se instalan en los brazos de levante de la máquina, para detener la elevación del cucharón a la altura máxima o en algún otro punto requerido y para regresar al cucharón a su posición de excavación -- después de la descarga; la ventaja de estos dispositivos es que permiten al operador reducir los ciclos de trabajo y las maniobras.

Motor de los cargadores frontales.

Una de las funciones del motor de un cargador, es proporcionar la potencia ne -

cesaria para generar la fuerza hidráulica del sistema de levante del cucharón y de la dirección; hasta el 35% de la potencia del motor en h.p. es recomendable para satisfacer a ésta. La otra función es transmitir fuerza suficiente a las -
ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuada; para que esto se cum -
pla, nunca debe tener la barra de tiro menos de 65% de la potencia restante del
motor, deduciendo la fuerza de arrastre del vehículo; que es la fuerza necesi -
ria para vencer las variables mecánicas como la fricción en los cojinetes de -
las ruedas, en los engranes de transmisión; así como el esfuerzo requerido pa -
ra flexionar los neumáticos y compactar o desplazar el material sobre el que --
avanza la máquina; es decir, que la fuerza de arrastre del vehículo es la fuerza
necesaria para moverlo con la transmisión en punto muerto.

Diferentes tipos de cucharones para cargadores frontales.

- a) Cucharón ligero.- Los equipos que únicamente van a cargar materiales -
suelos y poco abrasivos, tienen un cucharón (bote) ligero que en su par -
te externa inferior está reforzado con una cuchilla, esta cuchilla tiene la
función de entrar en contacto con el material que se va a mover y evita -
el desgaste del piso del cucharón.

- b) Cucharón reforzado.- Cuando se necesita excavar además de cargar, en -
tonces el cucharón es un poco más resistente que el anterior y viene - -
equipado con una serie de puntas o dientes repartidos en el mismo sitio -
en que el anterior lleva la cuchilla, los dientes tienen por objeto facili -
tar la penetración del cucharón dentro del material. Estos dientes están
cubiertos por casquillo de acero especial resistente a la abrasión y cuan -

do sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con el objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

- c) Cucharón super reforzado con dientes.- Cuando el material que se va a cargar es roca fragmentada o laja, entonces se debe usar un bote especial, super reforzado, que es igual al bote de excavación, pero más fuerte. Algunos botes para roca tienen su borde inferior en forma de "V" y no llevan dientes sino cuchilla.
- d) Cucharón para demolición.- Este tipo sirve para cargar desechos y es combros de forma irregular, para esto cuenta con una mandíbula de bordes dentados que es accionada hidráulicamente con el objeto de aprisionar los materiales. Las planchas laterales del bote se pueden desmontar para mejor agarre de materiales grandes.
- e) Cucharón eyector de rocas.- El eyector es utilizado para descargar el material que se encuentra en el bote, ya que el eyector avanza hasta el extremo delantero; por esta causa es posible regular la eyección del material a fin de situar bien la carga y minimizar los choques en la caja del camión, además cuenta con una cuchilla en "V" truncada para facilitar la penetración de la carga.
- f) Cucharón de rejilla.- Se utiliza para el manejo de roca suelta, tiene aberturas en el fondo del bote que permiten al material indeseable como tierra o piedras pequeñas caigan a través de éstas.
- g) Cucharón de descarga lateral.- Es un cucharón que tiene la propiedad -

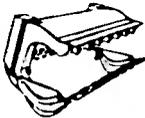
CUCHARONES



CUCHARON PARA ROCAS



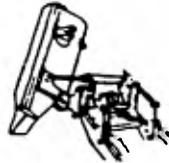
CUCHARON DE EMPLEO GENERAL



CUCHARON PARA DEMOLICION



CUCHARON DE USO MULTIPLE



CUCHARON DE DESCARGA LATERAL

PLANCHA PARA EVITAR DERRAMES



de descargar hacia el frente o lateralmente hacia la izquierda, con lo --
que reduce los virajes facilitando la carga en espacios cerrados; es muy
útil cuando se está trabajando en calles muy transitadas.

En el mercado es posible encontrar las siguientes capacidades y potencias de
cargadores frontales:

Sobre neumáticos

Capacidad 0.8m^3 (1 yd^3) potencia de 65 h.p. a 9.6m^3 (12.5 yd^3) y 690 -
h.p.

Sobre orugas

Capacidad 0.8m^3 (1 yd^3) potencia de 62 h.p. a 3.8m^3 (5 yd^3) y 275 - -
h.p.

RETROEXCAVADORAS

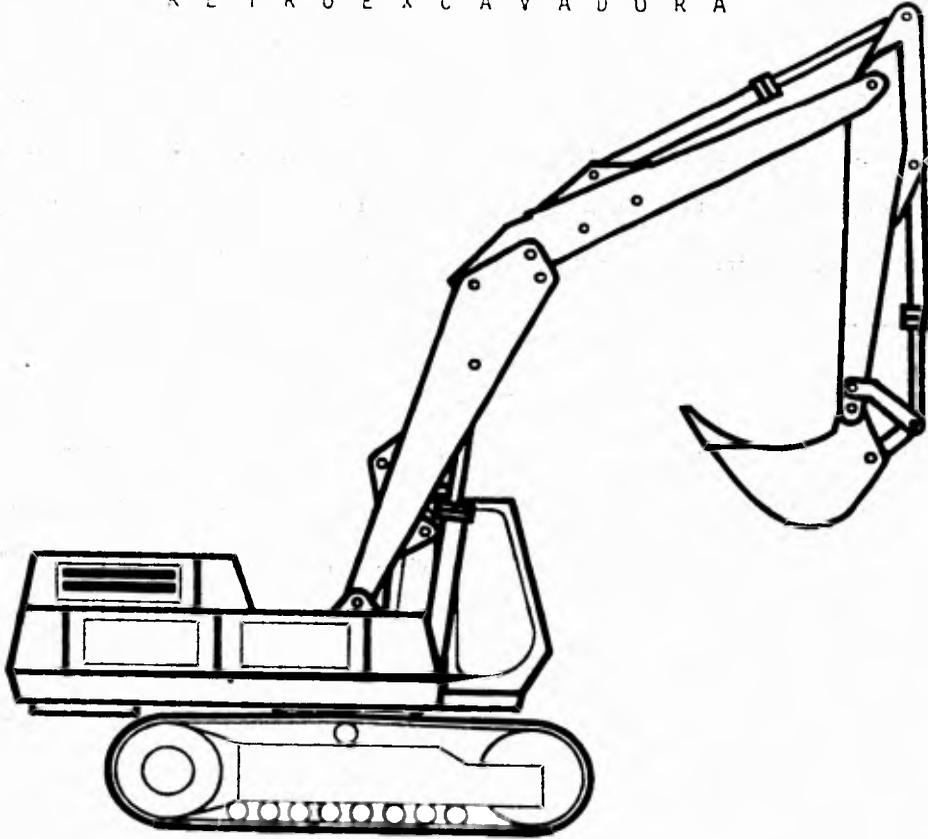
Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajo de excavación, donde el material a excavar se encuentra por debajo del piso en el que se apoya la máquina. Las máquinas pequeñas de poca capacidad se utilizan en obras de alcantarillado, líneas de agua, obras de excavación y cimentación, en urbanizaciones. Las más grandes, por su mayor capacidad, alcance, profundidad de excavación y productividad, se utilizan en trabajos de manejo de materiales, en canteras, excavación y afinamiento de canales, alimentación de equipos de trituración y cribado, carga de camiones, limpieza de terrenos, rellenos y desazolve de canales, así como en la colocación de tubería de agua potable y drenaje. En algunos casos han desplazado a los cargadores sobre neumáticos, palas y dragas que efectuaban esos trabajos.

Originalmente aparecieron en el mercado las retroexcavadoras operadas por cable, pero en la actualidad su operación es totalmente hidráulica, y en algunos equipos también el sistema de giro y tránsito de la máquina se efectúa con motores hidráulicos.

Las retroexcavadoras para su estudio se dividen en tres partes principales que son: La estructura superior, el conjunto de los accesorios y la estructura inferior.

a) Estructura superior.- En esta estructura se encuentra el sistema de potencia de la máquina (motor diesel y las bombas hidráulicas); el sistema de giro de la estructura; el contrapeso; las válvulas y controles; los tanques de combustible

R E T R O E X C A V A D O R A



y aceite hidráulico y la cabina del operador. Una de las funciones de la estructura superior, además de alojar los principales componentes de la máquina, es la de facilitar el posicionamiento del conjunto de accesorios para las operaciones de excavación y descarga; por lo que cuenta con un sistema que le permite tener una rotación de 360° en cualquier sentido; este sistema está compuesto de un piñón de mando y una cremallera circular con dientes interiores, la cual se fija a la estructura inferior. El peso de la estructura superior está soportado por un cojinete de giro de dos pistas con rodamientos interiores esféricos, cónicos o cilíndricos.

b) Conjunto de accesorios.- El conjunto de accesorios va articulado a la estructura superior y esta compuesto por: la pluma o aguilón, que nos fija en parte el alcance y la profundidad de excavación, es accionado generalmente por un par de cilindros hidráulicos de doble acción; el aguilón puede ser de una sola pieza o de dos con lo que le proporciona a la máquina una mayor versatilidad, ya que se puede fijar a la voluntad el largo del aguilón en estándar, corto o largo. Otro elemento del conjunto de accesorios es el brazo del cucharón, es actuado generalmente por un solo cilindro hidráulico de doble acción. También en algunas marcas existen tres tamaños de brazos disponibles para una misma máquina; el brazo del cucharón es el elemento que nos proporciona una de las fuerzas de excavación. El último elemento es el cucharón, éste es el mecanismo con el que la máquina efectúa la excavación y carga; su potencia y movimiento se lo proporcionan conjuntamente un cilindro hidráulico de doble acción y el brazo del cucharón. Existe un amplio diseño de cucharones, cuya selección se hace de acuerdo al tamaño de las retroexcavadoras, tipo y peso del material que va a ser excava-

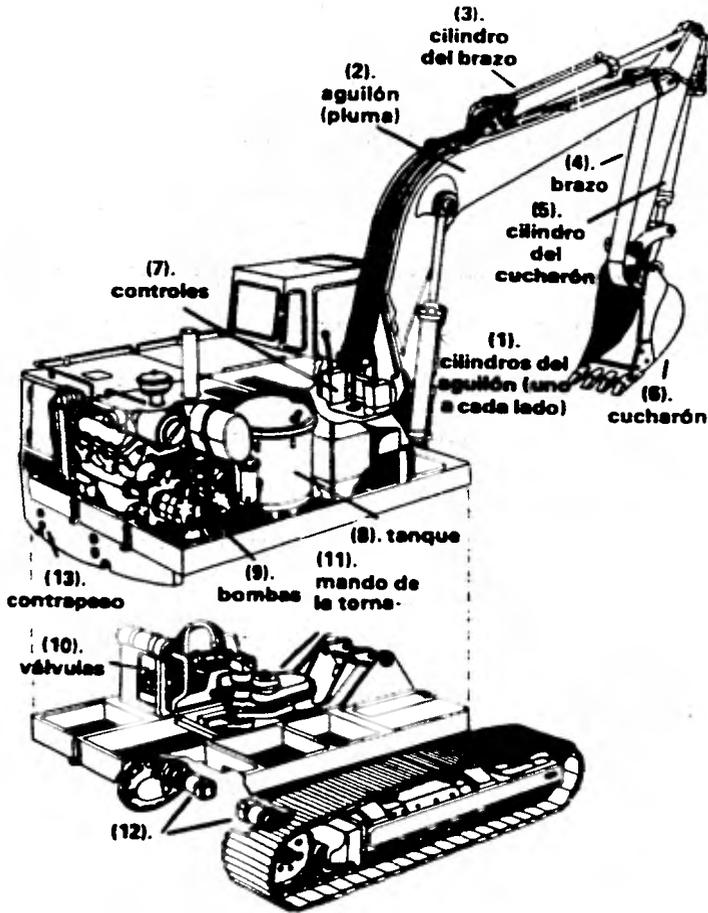
do, profundidad y ancho de la zanja que se requiera hacer. Además de los cucharones normales de excavación, existen cucharones para zanjas de irrigación, drenaje, cortadores de maleza, trapezoidales para zanjas, cucharones de quijadas, etc. Así como una serie de accesorios y herramientas de corte para los mismos, como: las orejetas o esquineros que protegen las paredes del cucharón, dientes de diferentes formas y dientes especiales para desgarrar.

c) Estructura Inferior. - La estructura inferior cuenta con una sección de apoyo, - que es propiamente el bastidor de la máquina; dependiente del tipo de tracción - que posea puede ser montada sobre orugas o sobre neumáticos, las más común - mente usadas son las montadas sobre orugas ya que estas le proporcionan a la - máquina una plataforma estable de trabajo, una mayor flotación, mayor tracción y maniobrabilidad; algunos modelos cuentan con un sistema para la contrarota - ción de los carriles, lo que le permite a la máquina girar en su centro. La propul - sión de las máquinas puede ser hidrostática o mecánica.

ZONA DE TRABAJO

La retroexcavadora tiene un rango de acción bastante amplio en el cual se puede mover eficientemente; obtener su carga, colocar el cucharón para descargar co - rrectamente y finalmente, hacer la descarga. La zona de trabajo se divide en dos áreas:

a) Area de excavación - El área de excavación se encuentra bajo el piso en el que se apoya la máquina. Está limitada por el alcance de la pluma, brazo de excavación y cucharón. Estas piezas también limitan la máxima profundidad a la cuál la máquina puede excavar.



b) Area de vaciado.- Esta área se encuentra sobre el nivel del piso, y su alcance está limitado por la distancia a la que la retroexcavadora puede vaciar su cucharón fuera del área que está excavando, alrededor de sí misma y sin moverse de lugar.

El límite económico de la zona de trabajo se establece mediante la comparación de algunas alternativas con otras máquinas que hagan el mismo trabajo. Por ejemplo: una retroexcavadora tiene características favorables para excavar una zanja, pero su área de vaciado está limitada, puede incrementarse utilizando sus medios de tracción dentro de ciertos límites, pero esto reduce su productividad.

CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO

En muchas obras de construcción de alcantarillas, es necesario que la excavadora levante y haga oscilar pesadas secciones de tubería para hacerlas descender en la zanja excavada. En algunos casos los requisitos de levantamiento suelen ser tan determinantes que constituyen la base para elegir el tamaño de excavadora para un trabajo.

La cantidad que una excavadora puede levantar depende del peso y situación del centro de gravedad de la máquina, la posición del pasador de giro del cucharón y la capacidad hidráulica de la excavadora. Debido a que los cambios en la posición del aguilón, el brazo y el cucharón producen modificaciones en la geometría de los implementos y pueden reducir de modo considerable la capacidad de levantamiento de la máquina, hay que definir dicha capacidad de acuerdo con las siguientes normas:

a) Punto de desequilibrio.- Se considera que una retroexcavadora ha alcanzado el punto de desequilibrio cuando el peso que actúa en el centro de gravedad de la carga del cucharón produciría el levantamiento de los rodillos traseros sobre los rieles de los carriles. Se considera que las cargas suspendidas cuelgan mediante una eslinga o cadena, de un gancho en la parte trasera del cucharón y se incluye como parte de la carga suspendida el peso de los accesorios, o componentes auxiliares de levantamiento.

Por eso, una carga que motiva desequilibrio se define como la carga que produce una determinada inclinación a un radio específico. El radio de la carga se encuentra midiendo la distancia horizontal desde el eje de rotación del bastidor giratorio, hasta el centro de la línea vertical de la carga. La altura indicada se basa en la distancia vertical del centro del pasador de giro del cucharón, hasta el suelo.

b) Carga indicada de levantamiento.- Se establece la carga indicada utilizando la distancia vertical del pasador de giro del cucharón hasta el suelo, y el radio de la carga. La carga de levantamiento debe cumplir con las siguientes restricciones:

- 1.- La carga indicada no debe exceder del 75% de la carga límite de equilibrio.
- 2.- La carga indicada no debe exceder del 87% de la capacidad hidráulica de la retroexcavadora.
- 3.- La carga indicada no debe exceder de la capacidad estructural de la máquina.

En la actualidad el manejo de las retroexcavadoras hidráulicas para la carga, no representa ningún riesgo, ya que todos los fabricantes proporcionan las capacidades de la carga indicada de levantamiento de las máquinas, tomando en cuenta el tipo de accesorios que tenga la máquina así como los contrapesos con que cuenta.

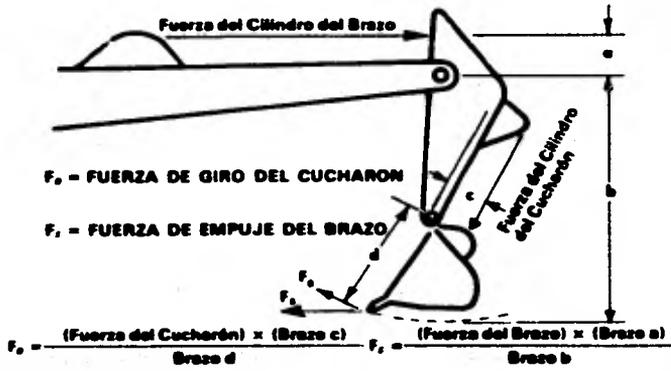
FUERZAS DE EXCAVACION

La combinación de la fuerza de empuje del brazo de la excavadora hidráulica y de la fuerza de giro del cucharón hacia arriba, proporcionan las características de mayor fuerza de giro del cucharón hacia arriba, proporcionan las características de mayor fuerza de penetración del cucharón por cm. (pulgada) de la cuchilla del cucharón, de la que hay disponible con otros tipos de máquinas (cargadores de neumáticos y de carriles). Por lo tanto, es comparativamente más fácil de cargarse el cucharón de una retroexcavadora. Además, las mayores fuerzas de desprendimiento hacen posible que sea económico el empleo de la excavadora en suelos más duros (coral, esquisto arcilloso, piedra caliza, etc.) antes de que se requiera utilizar voladura o desgarramiento.

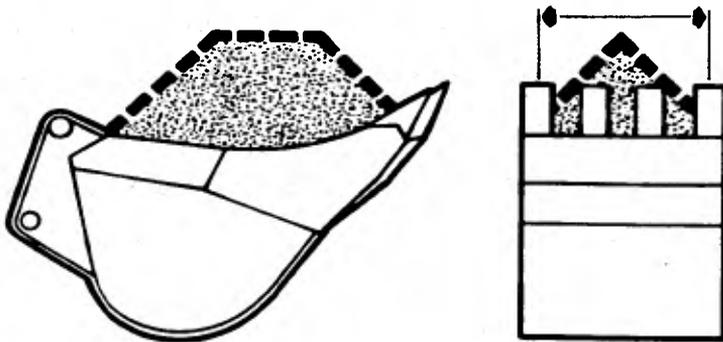
Para aprovechar plenamente las fuerzas de penetración de las retroexcavadoras, deben elegirse los cucharones de modo que sean adecuados para las condiciones del suelo en que se va a trabajar. Las características más importantes que deben considerarse son el ancho del cucharón y el radio de giro del cucharón (el radio de giro es la dimensión que tiene el cucharón desde sus dientes hasta el pasador de giro).

Como regla general se utilizan los cucharones anchos en suelos en los que sea -

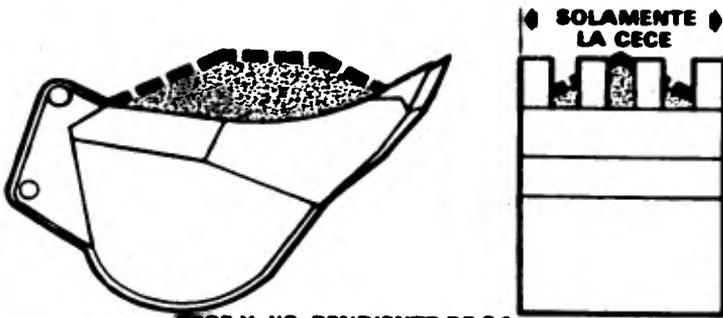
Fuerzas de Excavación



EVALUACION DE CUCARONES



PCSA Y SAE. PENDIENTE DE 1:1



CECE Y JIS. PENDIENTE DE 2:1

fácil excavar, y los de diseño angosto para terrenos más duros. Cuando se trata de suelos duros y rocosos, debe considerarse también el radio de giro para la elección de los cucharones, debido a que los cucharones con radio más corto proporcionan mayor fuerza de excavación que los cucharones cuyo radio de giro es más largo.

Otros factores tales como la especificación del ancho del fondo de la zanja, pueden influir también en la elección del cucharón de una retroexcavadora.

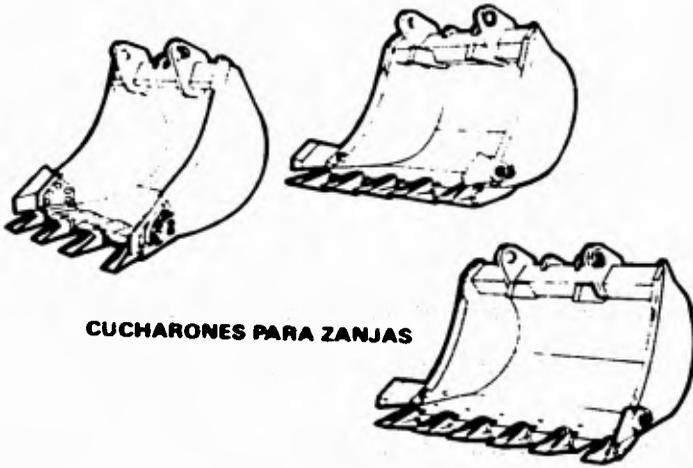
a) Fuerza de giro hacia arriba del cucharón.- Es la fuerza de excavación que genera el cilindro del cucharón. La fuerza del cucharón actúa de modo tangencial al radio de giro.

b) Fuerza de empuje del brazo del cucharón.- La fuerza de excavación generada por el cilindro (o por los cilindros) del brazo, que actúa en dirección tangencial al arco que forma la articulación del brazo y el aguilón, con la punta de los dientes del cucharón.

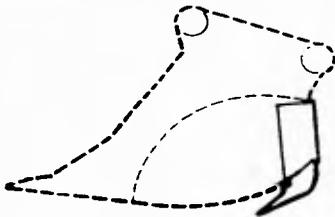
CAPACIDAD DE LOS CUCCHARONES DE RETROEXCAVADORAS HIDRAULICAS.

Para determinar la capacidad de los cucharones en retroexcavadoras hidráulicas, se han fijado varias normas entre las que se encuentran; la norma J-296 de la S.A.E., la norma No. 3 de la PCSA (Asociación de fabricantes de la industria de construcción). En estas normas se indica la forma en que se mide la capacidad a ras y la capacidad colmada de los cucharones.

a) Capacidad a ras.- Es el volumen correspondiente al espacio encerrado entre los límites de las placas laterales, la del frente y la posterior del cucharón,

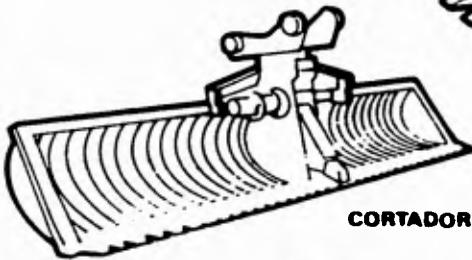
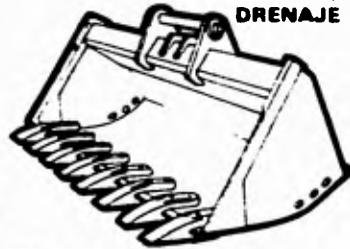


CUCHARONES PARA ZANJAS



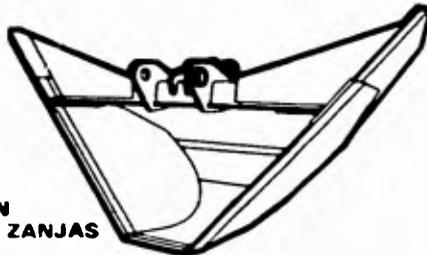
DIENTE DE DEBGARRADOR

**CUCHARON DE ZANJA
PARA IRRIGACION Y
DRENAJE**



CORTADOR DE MALEZA

**CUCHARON
TRAPEZOIDAL PARA ZANJAS**



sin tomar en cuenta la cantidad de material que pudieran retener o conducir los dientes y las placas laterales sin derramar material.

b) Capacidad colmada.- Es el volúmen del cucharón bajo el plano de enrrasamiento, más la cantidad de material amontonado por encima del mismo y que tenga un ángulo de reposo de 1:1 según normas S.A.E. o de 2:1 según normas CECE (Comité del Equipo Europeo de Construcción), sin tomar en cuenta la cantidad de material que pudieran conducir o retener las placas laterales o los dientes del cucharón para evitar derrames.

ESPECIFICACIONES.

En el mercado es posible encontrar retroexcavadoras hidráulicas con las siguientes especificaciones:

Potencia: 80 hp. a 450 hp.

Peso de operación: 10,000 Kg. a 74,000 Kg.

La zona aproximada de trabajo de una retroexcavadora hidráulica con capacidad de 1 a 3 yd.³ varía de la siguiente forma:

Alcance: 9 a 14 m.

Profundidad: 8 a 10 m.

Altura de carga: 4 a 8 m.

CAMIONES FUERA DE CARRETERA

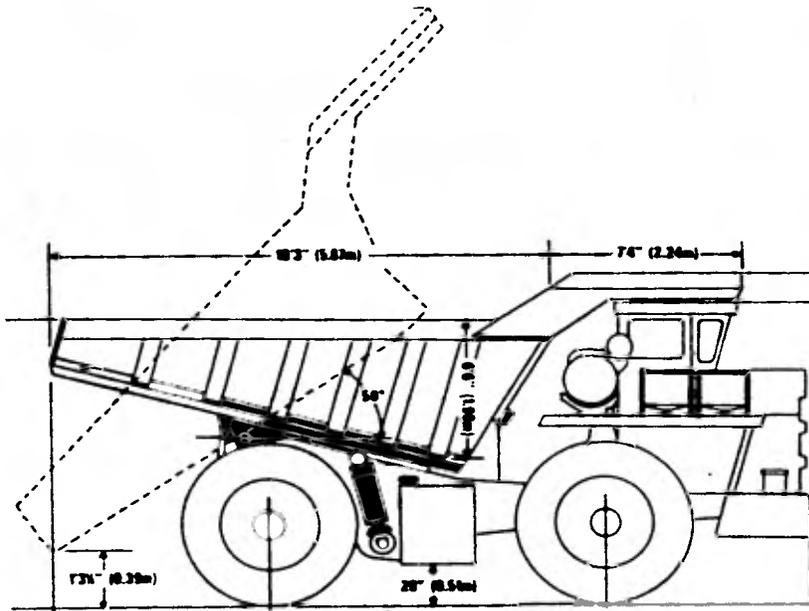
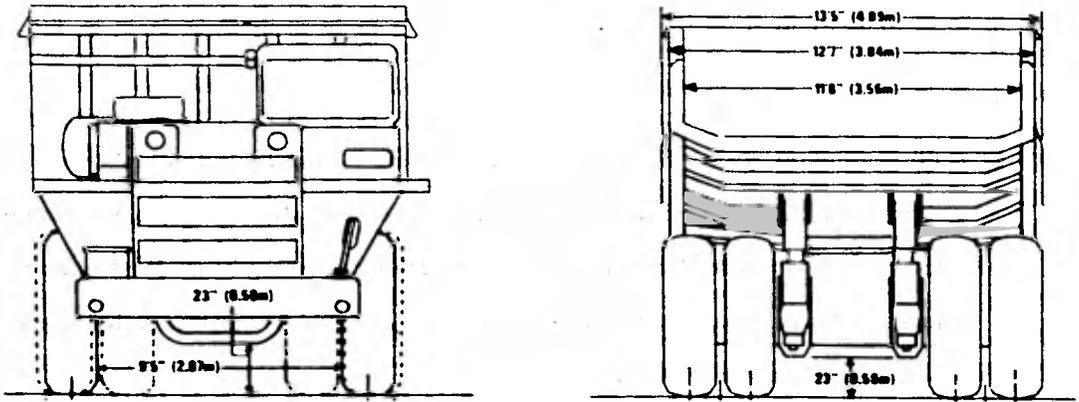
Los camiones fuera de carretera son máquinas que se emplean en las grandes obras, donde se requieren mover grandes volúmenes de tierra, piedras, arena, grava o inclusive algunos minerales, y en un tiempo relativamente corto. Es decir que por su gran capacidad y sus velocidades del orden de los 70 Km/Hr (44 MPH) aunado a la propiedad de transitar sobre terracerías, son las máquinas ideales para los grandes movimientos de tierra o minerales.

Por las condiciones de trabajo los camiones fuera de carretera tienen una serie de mecanismos y sistemas de seguridad, como son: motor, suspensión, transmisión, sistemas de frenos, mandos finales, dirección y caja.

Descripción de los principales sistemas de los camiones fuera de carretera:

- a) Motor.- La potencia la obtienen de un motor de diesel de dos o cuatro tiempos, que en algunos equipos puede ser turboalimentado y postenfriado, con la finalidad de obtener mayores potencias.
- b) Transmisión.- En los modelos actuales se utilizan servotransmisiones planetarias, muchas de ellas automáticas y con convertidor de par. Con velocidades de 9 en avance y 3 en retroceso generalmente.
- c) Mandos finales.- Son del tipo planetario para reducir los esfuerzos que se presentarían al utilizar un sistema de un solo engrane motriz y uno reductor.
- d) Suspensión.- En algunos modelos actuales la suspensión tanto delantera

CAMION FUERA DE CARRETERA



como trasera es independiente, y utilizan generalmente cilindros de nitrógeno sobre aceite.

e) Sistema de frenos:

Frenos delanteros.- Se utilizan generalmente de expansión de doble acción, accionados mediante aire comprimido o hidráulicamente; este sistema de frenos puede desconectarse a voluntad del operador mediante una palanca situada en el tablero de las unidades, pero esta ventaja solo se presenta en algunos modelos.

Frenos traseros.- Son generalmente de discos enfriados en aceite y accionados hidráulicamente mediante un sistema de aire comprimido.

Frenos de estacionamiento.- Pueden ser de zapatas de expansión acopladas al eje de salida de la transmisión y accionadas mecánicamente o frenos de disco en el eje trasero que utilizan el mismo sistema de los de servicio y se acoplan mediante resortes y se desenganchan a presión de aceite.

Frenos de emergencia.- Se accionan por medio de una sola palanca y son de acción hidroneumática, con depósitos de aire independiente para los frenos delanteros y traseros, se aplican al mismo sistema de los de servicio.

Frenos de retardación.- Dado el tipo de trabajo de estos camiones, en ocasiones tienen que transitar en caminos con pendientes favorables, por lo que se necesita utilizar un sistema de retardación que nos permita frenar el vehículo sin tener que actuar los frenos de servicio; por lo que se ideó un

sistema de retardación que es aplicable mediante una palanca o mediante un pedal adicional. En algunos vehículos el sistema se encuentra instalado a la flecha de salida de la transmisión mediante zapatas de expansión, y en otros modelos actuales, es un sistema de discos en las ruedas traseras que se accionan hidroneumáticamente, que puede ser incluso el mismo sistema de los de servicio.

- f) Caja.- La caja está construída de acero de alta calidad y con refuerzos de hierro fundido en sus puntos más críticos, algunos cuentan con sistemas de calefacción que utilizan los gases de escape de la combustión, con lo que mantienen la caja a cierta temperatura y evita que se peguen los materiales arcillosos y se facilita la descarga. En su piso están construídas en tres secciones; lo forman generalmente dos secciones con inclinación del centro del piso a las paredes en forma de V, además con inclinación en la parte delantera de la caja, lo que proporciona un bajo centro de gravedad y evita que las rocas dañen la caja al golpear contra el piso de ésta, ya que por la inclinación ruedan sin causar grandes daños. La tercera parte la forma la sección posterior que tiene una inclinación positiva en relación al piso por donde transita el vehículo de aproximadamente 20° lo que proporciona mejor retención de la carga y un mínimo derrame en caminos con ascensos.
- g) Mecanismo de volteo.- Cuentan con dos cilindros hidráulicos que pueden ser de una, dos o tres etapas y pueden funcionar con ascenso y descenso a potencias o con ascenso a potencia y descenso por el propio peso de la caja.

- h) Sistema de dirección.- Se acciona mediante un sistema hidráulico con dos cilindros de doble acción y algunos modelos cuentan con sistemas de dirección de emergencia que funcionan eléctricamente.

En el mercado es posible encontrar unidades con las siguientes especificaciones:

Potencia: de 225 H.P. a 2,470 H.P.

Capacidad Ton. m: 22 Ton. m. a 250 Ton. m.

Capacidad vol.: 14 m³ (18.3 yd³) a 150 m³ (195 yd³)

MOTONIVELADORA

La motoniveladora se utiliza básicamente en: la excavación y nivelación de terrenos, desyerbe, limpia de bancos, construcción de canales, formación de terraplenes, extendido de materiales, mezcla y revoltura de materiales para uniformizarlos, construcción de carpetas asfálticas, terminación de taludes y mantenimiento de caminos.

La máquina está compuesta por un chasis sobre seis ruedas, en el que sólo las ruedas traseras son motrices y las delanteras direccionales. Las ruedas traseras bienen en un sistema llamado tandem, lo que permite a la máquina adaptarse fácilmente al terreno sin perder estabilidad. Su elemento de trabajo consiste en una hoja de perfil curvo o cuchilla que va montada en el centro del chasis, cuya longitud está determinada por la potencia del motor de la máquina.

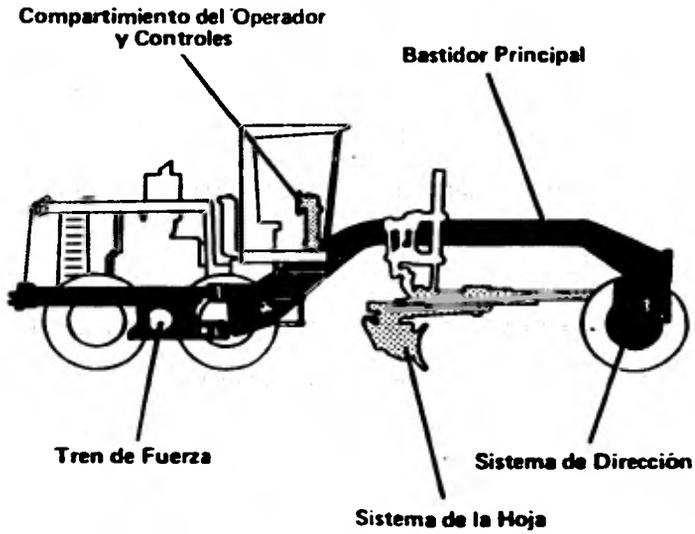
La hoja o cuchilla puede moverse en sus dos extremidades independientemente una de la otra; tiene movimiento de rotación alrededor de un eje vertical; rotación y traslación alrededor de un eje longitudinal; por este cuádruple movimiento de la cuchilla se puede modificar a voluntad:

La altura de la cuchilla respecto al suelo.

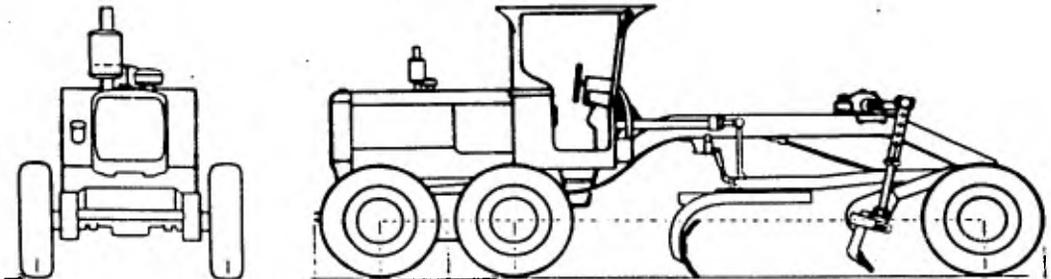
El ángulo horizontal que forma la cuchilla con el eje longitudinal de la máquina.

El ángulo vertical que forma la cuchilla con el plano del piso.

El deslizamiento lateral de la cuchilla en relación al eje longitudinal de la máquina.



MOTONIVELADORA



El ángulo de ataque de la cuchilla sobre el suelo.

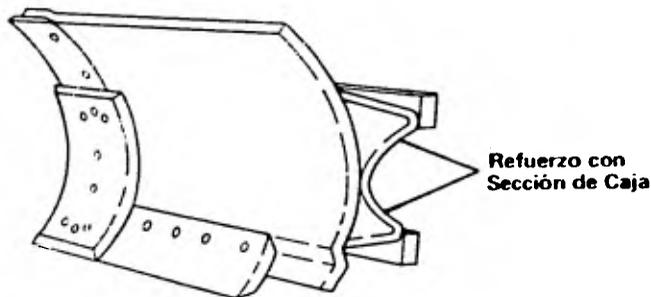
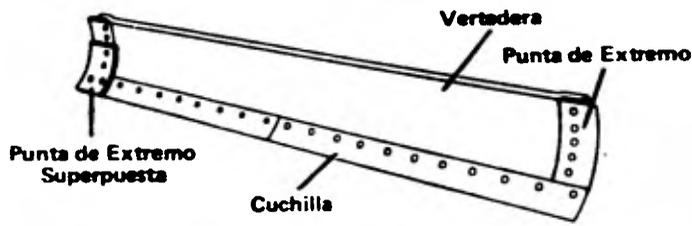
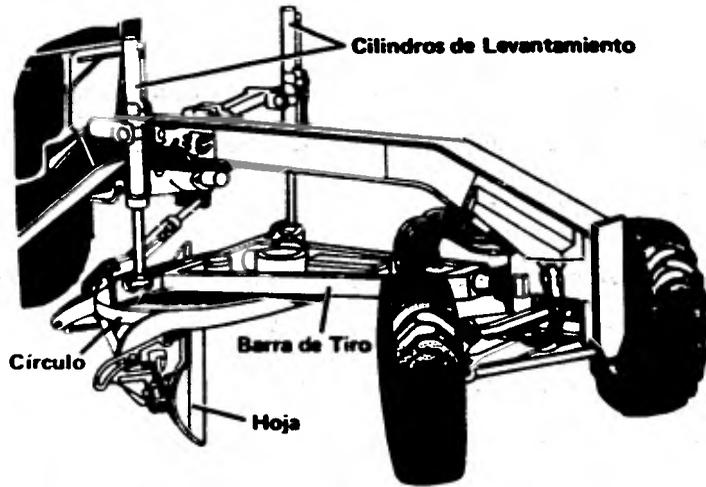
Las motoniveladoras obtienen su potencia generalmente de un motor diesel y los movimientos de la hoja se pueden efectuar mecánica o hidráulicamente; por su sistema de propulsión pueden ser de transmisión automática o mecánica (de cambios manuales con embrague); por su forma de trabajo hacia adelante, debe voltear en tramos no menores de 300 metros ya que a menores distancias conviene utilizar la reversa para regresar.

Los elementos principales de que está compuesta una motoniveladora son: chasis, barra de tracción del círculo (porta hoja), círculo, hoja o cuchilla, sistemas de posicionamiento de la hoja, sistema de dirección, sistema de inclinación de las ruedas delanteras, motor, transmisión, mandos finales, mandos tandem, contrapesos, así como otros accesorios tales como escarificadores, quitanieves, etc.

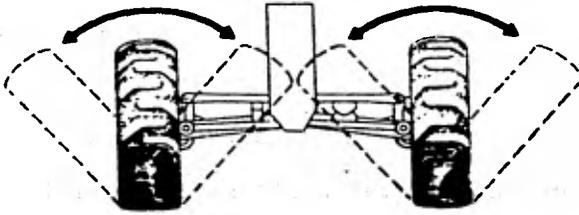
Descripción de los principales componentes de la motoniveladora:

- a) Chasis.- Se compone de dos vigas de sección rectangular, circular o en caja, que están soldadas y apoyadas sobre los ejes anterior y posterior.
- b) Eje delantero.- Presentan generalmente una configuración en arco, son fabricados en sección, en caja y el material de la punta es de una aleación de acero forjado y termotratado.
- c) Sistema de inclinación de las ruedas delanteras.- La inclinación de las ruedas delanteras es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones las motoniveladoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar la parte

CHASIS Y EJE DELANTERO

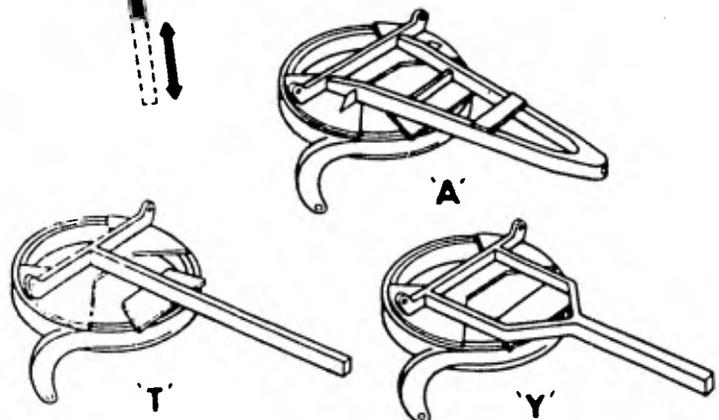
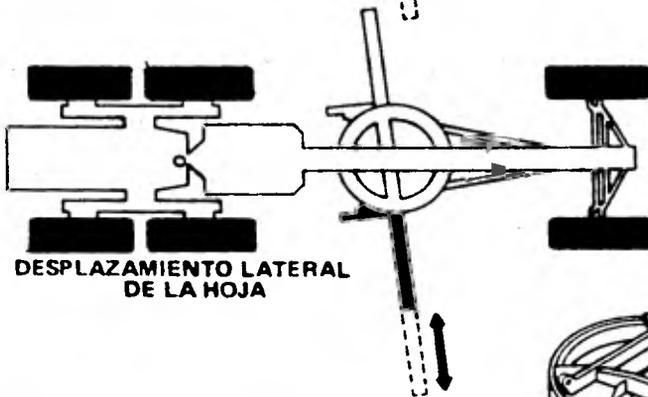
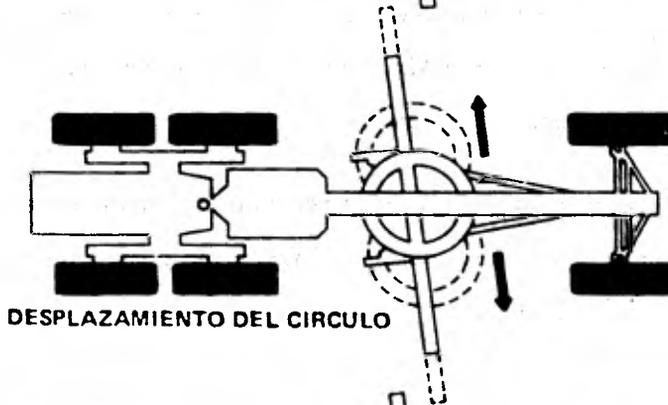
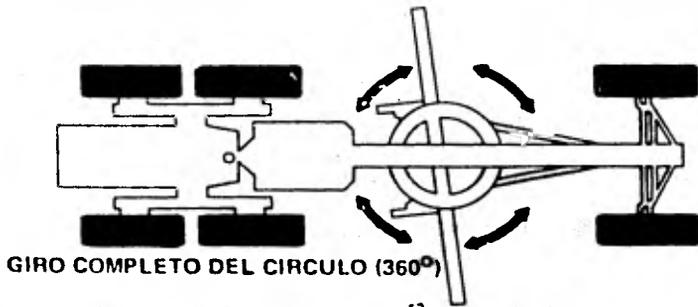


SISTEMA DE INCLINACION DE LAS RUEDAS DELANTERAS



delantera de la máquina hacia un lado, y para remediar esta desviación y oponerse a la fuerza lateral, las ruedas deben inclinarse hacia la dirección que lleve la tierra al correr sobre la hoja. Esta inclinación se logra por medio de un sistema mecánico de piñón y cremallera que actúa directamente sobre las ruedas o también por medio de un sistema hidráulico. Es común que se logren inclinaciones de 22° hacia ambos lados.

- d) **Círculo (sistema porta-hoja).**- Está formado por un anillo de acero provisto de una corona dentada que le permita girar 360° y por una cremallera cuya articulada al chasis que le proporciona el desplazamiento lateral.
- e) **Barra de tracción.**- Consiste de una viga de acero soldada, en sección de caja y de forma de "T", "A" o "delta"; que tiene un acoplamiento de articulación esférica (rótula) que se acopla al chasis, y un sistema de soportes (zapatas) que detienen firmemente al círculo, permitiendo que éste y la hoja se mantengan firmes y sin oscilación en la operación, contribuyendo a un trabajo de acabado perfecto.
- f) **Hoja o cuchilla.**- Está construída con acero de alto contenido de carbono, de sección en caja; en su parte inferior tiene perforaciones para que se le instalen las herramientas de desgaste, que son piezas intercambiables de acero duro. Se encuentran longitudes que varían de 10, 12, 14 y 16 pies, y en alturas de 24" a 31".
- g) **Transmisión.**- Puede ser mecánica de engranaje constante, la cual se utiliza con un embrague y posibilita cambios de marcha con la máquina en movimiento; o pueden tener servotransmisión con convertidor de par, actuadas



ESTILOS DE BARRA DE TIRO

hidráulicamente que posibilita además de los cambios de marcha, cambios de sentido con la máquina en movimiento. En la actualidad se encuentran máquinas hasta con 8 velocidades de avance y 8 de retroceso, logrando velocidades máximas de 27.0 mph (43.5 Km/Hr).

- h) Mandos finales.- Se encuentran generalmente en la misma caja de la transmisión y están compuestos de un piñón, una corona y un sistema de reducción acoplado al eje central de los tandem.
- i) Mandos tandem.- Se encuentran apoyados por cojinetes interna y externamente, la transmisión de la fuerza del eje central a las ruedas se efectúa por medio de cadenas de rodillos.
- j) Sistema de posicionamiento de la hoja.- Pueden ser mecánicos con sistema de tomillo sinfín y cremalleras, o totalmente hidráulicos. Los controles en el caso de los sistemas mecánicos funcionan por medio de embragues y palancas; en el caso de los hidráulicos, directamente a las válvulas repartidoras de caudal por medio de palancas.
- k) Sistema de frenos.- Cuentan con dos sistemas de frenos, uno de estacionamiento que va acoplado a la transmisión y se acciona mecánicamente; otro de servicio generalmente de tipo de zapata en las ruedas traseras del mando tandem y su accionamiento es hidráulico. Este sistema puede ser instalado en dos o en las cuatro ruedas traseras.
- l) Contrapesos.- En las ruedas del tandem se instalan contrapesos para hacer que el centro de gravedad de la máquina quede en una posición más ba

ja para facilitar el trabajo de acabado, al mismo tiempo que proporcionar una base estable a la máquina.

En el mercado es posible encontrar motoniveladoras en los siguientes rangos de especificaciones:

Potencia: 125 H.P. a 250 H.P.

Peso de operación: 12,025 Kg. (26,460 lb) a 24,520 Kg. (54,060 lb)

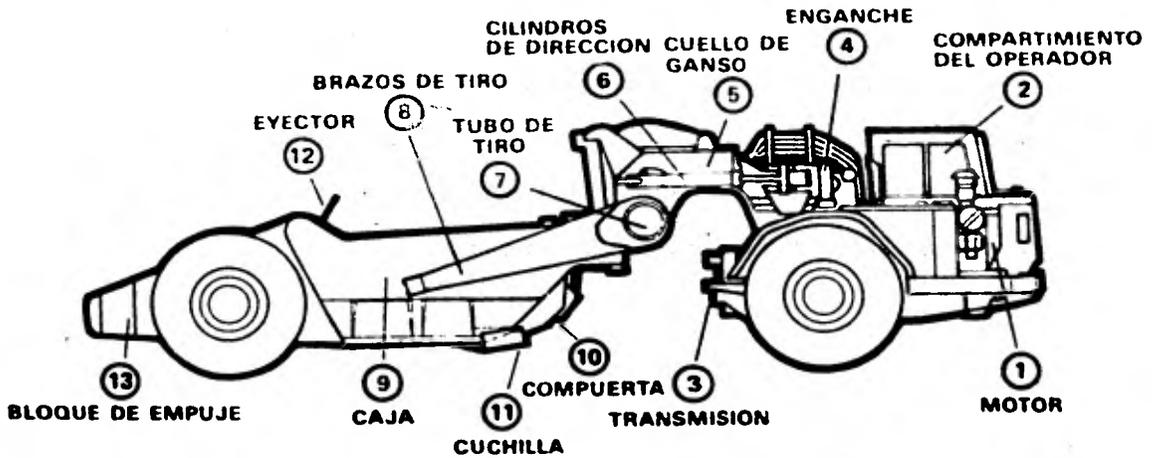
MOTOESCREPAS

Este tipo de máquinas se utiliza en las obras donde se requiere acarrear terracerías a distancias que oscilan entre 300 a 1200 m. debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador y vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas a espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de construcción de terraplenes. Se han diseñado para excavar, cargar, acarrear, descargar y extender materiales para la construcción de terracerías.

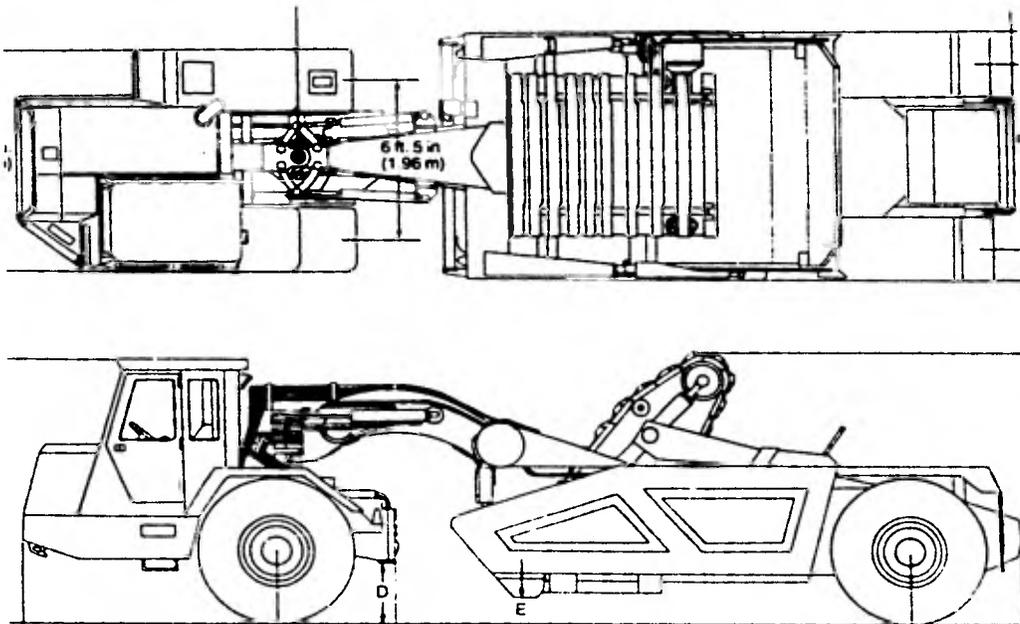
Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes, una que es la que da la tracción a la máquina (tractor de dos o cuatro ruedas y de uno o dos motores) y otra que es en realidad la escrepa o trailla; tienen una caja metálica paralelepípeda abierta en sus caras anterior y superior; provista en la parte inferior de una cuchilla de material resistente al impacto y a la abrasión del terreno, con la cual escarba y disgrega la capa superficial del terreno sobre el que se desliza. Esta caja se puede cerrar en su parte anterior por medio de una compuerta curva, que puede subir y bajar, accionada por un mecanismo de cables (mecánico), eléctrico o hidráulico. En la parte posterior de la caja hay una pared metálica móvil, que al desplazarse hacia delante permite desalojar el material contenido en la caja cuando la máquina se encuentra en movimiento con el objeto de descargar y extender el material a un espesor deseado.

Con la motoescrepa se logran velocidades del orden de los 45 Km/Hr, por la fal

MOTOESCREPA CONVENCIONAL



MOTESCREPA AUTOCARGABLE



ta de orugas tiene menos adherencia sobre el terreno y es incapaz prácticamente de cargarse por ella misma, por lo que requiere de un tractor de empuje; ya que el rendimiento de la operación depende mucho del tiempo de carga, que afecta al tiempo total de la operación y este tiempo es más importante a medida que el transporte se efectúa a mayores velocidades.

Ciclo de Trabajo

Carga.- Se baja la caja y se presenta la cuchilla contra el terreno para realizar el corte, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 30 cm. en motoescrepas estandar y hasta de 50 cm. en las de dos motores. De acuerdo con la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud del corte para el llenado total de la caja. En este ciclo permanece el delantal levantado (compuerta curva frontal), la hoja (cuchilla) enterrada y la pared metálica en la parte posterior de la caja.

Acarreo.- Una vez que se llena la caja, se levanta, se cierra la compuerta delantera y se efectúa el acarreo.

Extendido.- Llegando al sitio de descarga, la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la pared posterior hacia delante. Esta actividad se realiza con la máquina en movimiento y se irá extendiendo el material en una longitud y espesor de acuerdo con la abertura de descarga.

Las motoescrepas han tenido una gran evolución debido a los avances en la tec

nología, los principales adelantos han sido aplicados en los sistemas de operación, desde el sistema por cables, sistema eléctrico, hasta el sistema hidráulico que predomina en la actualidad. Las desventajas más importantes que se presentaban en los dos primeros eran básicamente las siguientes: En el de cables el complicado y lento sistema de operación, así como su alto costo de mantenimiento; en el eléctrico el polvo que originaba grandes fallas en los motores y en los generadores a pesar de todas las protecciones y aditamentos que les fueron adaptados, independientemente también de lo complicado del sistema de manejo.

En el sistema hidráulico se superaron las desventajas iniciales que se tuvieron y que eran básicamente las fugas del líquido por roturas de mangueras y en las conexiones. Al mismo tiempo se obtuvo una gran ventaja que consiste en aprovechar la presión hidráulica en la penetración de la cuchilla en el terreno para la ejecución del corte. Otra evolución que han tenido las motoescrepas es en relación con el tamaño de las mismas, ya que en la actualidad se pueden encontrar en capacidades hasta de más de 41 m^3 (54 yd^3).

Diferentes tipos de motoescrepas.

Las motoescrepas estándar de 11 a 41 m^3 (14 a 54 yd^3).- Tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno o dos ejes; para ser cargadas requieren de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador. Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o largas con bajas pendientes y caminos de acarreo en buenas condiciones; trabajan generalmente en grupos de

dos, tres o cuatro unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

Las motoescrepas de dos motores de 11 a 41 m³ (14 a 54 yd³).- Se utilizan igual que las motoescrepas estandar en distancias intermedias o largas, pero debido a su mayor potencia se adaptan para fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de carga siendo recomendable de todos modos el uso del tractor empujador; sin embargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

Las motoescrepas de tiro y empuje (Push Pull) de 11 a 41 m³ (14 a 54 yd³).- Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrepas de dos motores, sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente: se elimina el tractor empujador, se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrepas y el empujador, no se carga a los costos, el tiempo perdido del empujador, debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como en las convencionales, en resumen es un equipo balanceado con menor inversión.

Motoescrepas autocargables con mecanismo elevador.- Funcionan con un sistema de paletas elevadoras con las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requiere del tractor empujador, y se utilizan sólo para materiales suaves. Su capacidad varía de 8.4 a 26 m³ (11 a 34 yd³).

En el mercado es posible encontrar las siguientes capacidades de motoescrepas:

a) Motoescrepas estándar con un motor

11 m³ (14 yd³) 330 h.p. a 41 m³ (54 yd³) 550 h.p.

b) Motoescrepas con dos motores

11 m³ (14 yd³) 450 h.p. a 41 m³ (54 yd³) 950 h.p.

c) Motoescrepas autocargables

8.4 m³ (11 yd³) 150 h.p. a 26 m³ (34 yd³) 450 h.p.

EQUIPO DE COMPACTACION VIBRATORIA

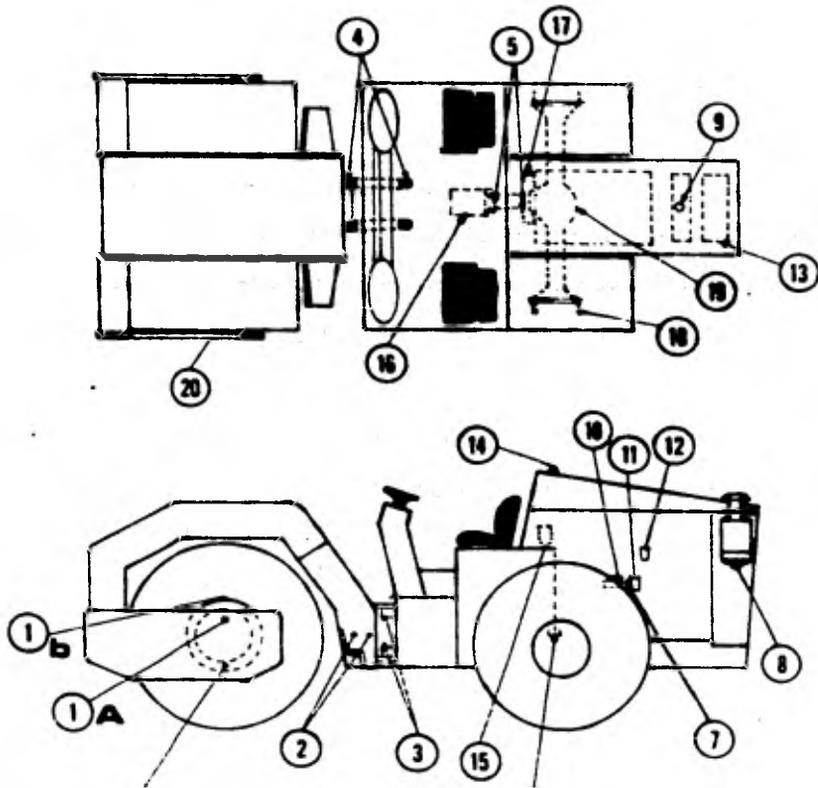
En la actualidad existe un gran número de equipos para compactación, que utilizan el principio de la vibración para incrementar su productividad; los hay manuales, que son apropiados para zanjas angostas, construcción de aceras y mantenimiento de calles; los remolcados o de arrastre, que son jalados generalmente por un tractor; y los equipos pesados autopropulsados de uno y dos rodillos vibratorios, que tienen la versatilidad de compactar asfalto desde delgadas capas hasta las más gruesas, o bases de agregados y suelos granulares. Una ventaja adicional a las anteriores es que existen distintos tipos de rodillos, que en algunas máquinas son intercambiables; como los lisos para asfalto, con venas para suelos cohesivos y semicohesivos, o con pata de cabra para suelos cohesivos y hasta granulares incluyendo roca.

Para ejemplificar el funcionamiento de estos equipos describiremos un compactador vibratorio de un solo rodillo metálico. Están contruidos por un bastidor donde se alojan los componentes del tren de potencia de la máquina, las bombas hidráulicas y los controles; el tambor compactador vibratorio se encuentra unido al bastidor mediante un soporte articulado, lo que permite a estas máquinas ser muy maniobrables y tener también una oscilación vertical.

Descripción de sus principales componentes:

Motor.- Estos equipos utilizan un motor diesel de arranque eléctrico y en algunos casos están equipados con turbocompresores para aumentar su potencia y eficiencia.

Transmisión.- Existen máquinas que funcionan con servotransmisiones, pero también las hay con transmisiones hidrostáticas, y aún más complejas las que además de tener propulsión en las ruedas traseras, tienen propulsión hidrostática también en el tambor vibratorio, con lo que se consigue mejorar la tracción y contar con una variación infinita de velocidades.



Mandos finales.- Por lo general los mandos finales son del tipo de reducción planetaria para incrementar la tracción de la máquina.

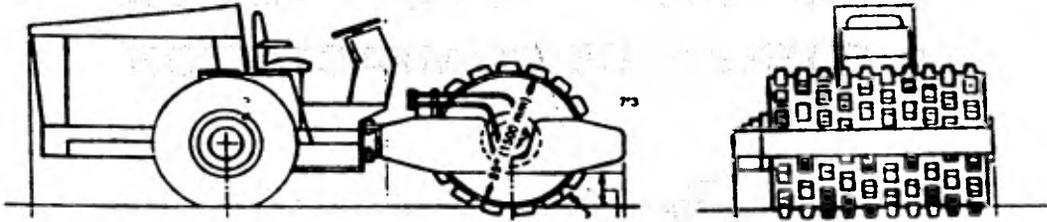
Sistema hidráulico.- El sistema hidráulico lo podemos dividir en tres sistemas:

- a) Sistema de propulsión: cuenta con una bomba hidrostática que manda el flujo al motor hidráulico de propulsión acoplado a las ruedas traseras y en algunas máquinas simultáneamente al motor de propulsión del tambor. Los controles para uno y otro motor son independientes y pueden actuar separada o simultáneamente.
- b) De dirección: está integrado por una bomba hidráulica, los controles correspondientes por medio de una válvula acoplada al eje del volante de dirección y por uno o dos cilindros hidráulicos de doble acción que nos permiten mover el rodillo vibratorio. En ocasiones el sistema de frenos está acoplado a este sistema.
- c) Sistema de vibración: Tiene una bomba hidráulica independiente que acciona el motor hidráulico del sistema de vibración que nos permite tener un rango de variación de la frecuencia de vibración; cuenta además con los controles para lograr esta variación.

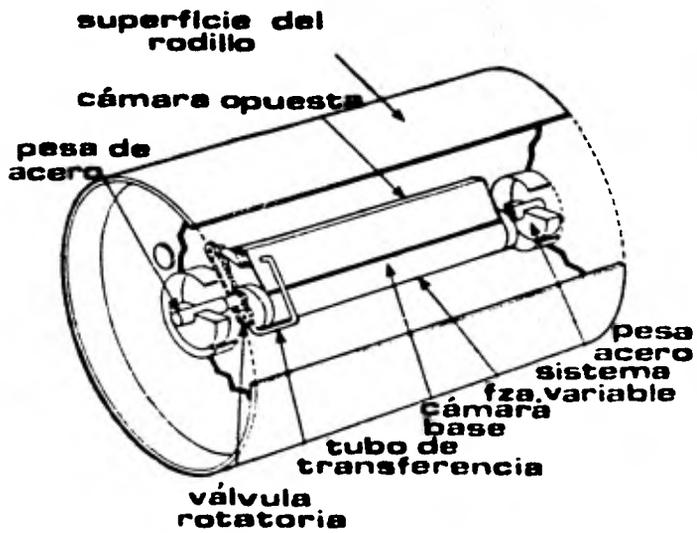
Rodillo Vibratorio.- Es un tambor hecho de placa de acero rolado, que puede tener un perfil liso, con nervaduras o con dientes (pata de cabra y almohadilla); su espesor y configuración van a depender del tipo de trabajo a desarrollar. Tiene tapas laterales en las que se apoya el mecanismo de vibración que esté en el interior del tambor.

Sistema de vibración.- Este mecanismo consta de un eje que tiene un excéntrico; el excéntrico puede ser de una sola pieza, de dos piezas excéntricas, de cilindro hidráulico y excéntrico o de tanque hidráulico con excéntricos laterales. Todos

COMPACTADOR VIBRATORIO CON RODILLO PATA DE CABRA

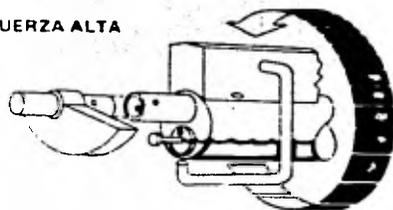


RODILLO VIBRATORIO CON CONTRAPESOS HIDRAULICOS



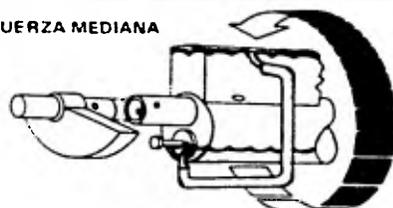
MECANISMO PARA VARIAR LA FUERZA DE COMPACTACION

FUERZA ALTA



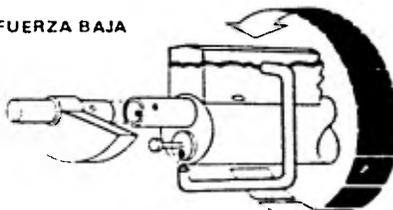
A este ajuste, la válvula rotatoria de control conserva el líquido del mecanismo en una posición, para que el peso del mismo actúe en combinación con el peso de los excéntricos de acero. Aquí se ejerce el máximo peso excéntrico y produce la fuerza máxima.

FUERZA MEDIANA



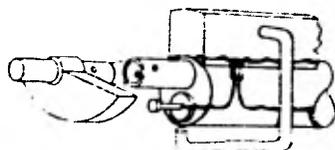
Con el ajuste para abrir la válvula de control, el líquido corre desde la cámara base, donde ha combinado con los excéntricos, hacia la cámara opuesta. El ajuste de la válvula regula el escape del líquido y a la vez el peso total que actúa excéntricamente.

FUERZA BAJA



Entre más se abre la válvula de control, más líquido escapa a la cámara opuesta, reduciendo aún más el peso total que actúa excéntricamente y a la vez, la fuerza aplicada.

POSICION ESTATICA



Para la vibración, las pesas excéntricas caen a su posición más baja, por ser más pesadas que el líquido. Una válvula de escape se abre automáticamente y permite que el líquido regrese a la cámara base. Al continuar la vibración, el mecanismo regresa a su último estado y ajuste de operación.

estos mecanismos a excepción del primero nos permiten variar la amplitud de vibración, con lo que disminuye o aumenta la fuerza dinámica de compactación, característica que nos permite trabajar en cualquier tipo de material. El movimiento de rotación del eje se obtiene de un motor hidráulico acoplado a uno de los extremos del eje; normalmente la frecuencia de vibración se puede variar dentro de ciertos límites, aunque depende directamente de las RPM del motor.

Sistema de Frenos.- Tiene un sistema de servicio de tipo hidrostático y están acoplados al eje de propulsión o a las ruedas motrices; el sistema de emergencia y de estacionamiento generalmente es del tipo de disco y se acoplan al eje de propulsión o en las ruedas motrices.

En el mercado es posible encontrar compactadores vibratorios autopropulsados de un solo rodillo vibratorio, con las siguientes especificaciones:

Potencia: 64 H.P. a 105 H.P.

Peso estático: 5,000 Kg. (11,000 Lb.) a 10,900 Kg. (23,980 Lb.)

Velocidades:

AVANCE		RETROCESO	
Trabajo	Tránsito	Trabajo	Tránsito
0-6 Km/Hr.	0-28 Km/Hr.	0-5 Km/Hr.	0-6 Km/Hr.
(0-3.8 mill/hr.)	(0-17.5 mill/hr.)	(0-3.1 mill/hr.)	(0-3.8 mill/hr.)

Ancho del tambor: 1,676 mm (66") a 2,134 mm (84")

Diámetro del tambor: 1,219 mm (48") a 1,520 mm (60")

Frecuencia: 1,100 vpm a 2,300 vpm

Amplitud: 0.30 mm (0.012") a 2.05 mm (0.08")

Fuerza centrífuga: 2,900 Kg. (6,380 Lb.) a 20,500 Kg. (45,100 Lb.)

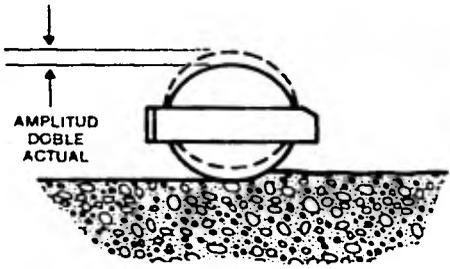
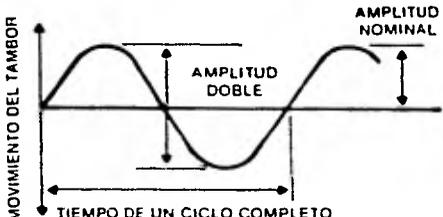
Angulo de articulación: 30° a 40°

Oscilación del tambor: \pm 12° a \pm 15°

A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FALLA
DE
ORIGEN.

Rodillo Vibratorio Terminos y Definiciones

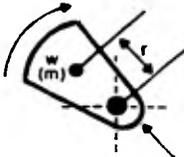
Termino	Simbolo	Definicion	Unidades Inglesas	Unidades Metricas
Amplitud, doble	DA	<p>Es el total del movimiento vertical de tope a tope, por cada ciclo vibratorio del tambor, cuando se encuentra suspendido libremente</p> <p>NOTA: Este termino no es recomendado para especificaciones</p>		
Amplitud, doble actual		<p>Es la amplitud doble, medida en condiciones de trabajo. Varia segun las condiciones del material que se densifica y la frecuencia vibratoria</p> 	pulgadas (pulg.)	milímetros (mm)
Amplitud, nominal	A	<p>Es calculada usando la siguiente fórmula (Unidades Inglesas)</p> $A = \frac{(m \times r)}{Wv}$ <p>(Unidades Métricas)</p> $A = \frac{(m \times r)}{Mv}$ <p>El momento excentrico ($m \times r$) o ($m \times r$) dividido por el peso vibratorio (Wv) o la masa vibratoria (Mv)</p> 	pulgadas (pulg.)	milímetros (mm)
Amplitud, Variable		<p>El cambio de amplitud sin cambiar la frecuencia, logrado normalmente variando el momento excentrico</p>		

Término	Símbolo	Definición	Unidades Inglesas	Unidades Métricas
Compactador		Una máquina diseñada y usada específicamente para compactar materiales. Densifica el material por medio de la aplicación de fuerza estática o fuerza centrífuga combinada con fuerza estática.		
Frecuencia (Unidades Inglesas)	n	El número de ciclos completos del mecanismo vibratorio por minuto.	Vibraciones Por Minuto (VPM)	
Frecuencia (Unidades Métricas)	f	El número de ciclos completos del mecanismo vibratorio por segundo.		Hertz (Hz)
Frecuencia Resonante		La frecuencia actual a la cual la combinación del material y del tambor presenta su más grande amplitud; esto es, cuando la frecuencia generada coincide con la frecuencia natural del material que se compacta.	Vibraciones Per Minuto (VPM)	Hertz (Hz)
Fuerza Centrífuga (Dinámica)	F_c	La fuerza generada por un mecanismo de vibración inducida a una establecida frecuencia. Para calcularla: (Unidades Inglesas) $F_c = 2,840 \times 10^{-5} \times (w \times r) \times n^2$ (Unidades Métricas) $F_c = 3,948 \times 10^{-2} \times (m \times r) \times f^2$ NOTA: En cálculos por razón de la simplicidad, se utiliza asumir que el "r" de la fórmula es medido desde el verdadero centro del rodamiento.	Libras (lb)	Newtons (N)
Fuerza Centrífuga (Dinámica) Unitaria		La fuerza centrífuga generada por el tambor, dividida por el ancho del tambor.	Libras por pulgada lineal (pli)	Newtons por milímetro (N/mm)
Fuerza Dinámica Aplicada		La solución vectorial de todas las fuerzas generadas y de las fuerzas estáticas en el punto de contacto entre el tambor y el material que se compacta. NOTA: Este término no se recomienda para ser utilizado en la calificación de compactadores, ya que la fuerza dinámica aplicada varía con el tipo y condiciones del material a compactar.		
Fuerza Estática		La fuerza ejercida en el suelo por el peso estático del tambor.	Libras (lb)	Newtons (N)
Fuerza Estática Unitaria		La fuerza estática dividida por el ancho del tambor	Libras por pulgada lineal (pli)	Newtons por milímetro (N/mm)
Fuerza Total Aplicada		Término usualmente utilizado para combinar la fuerza centrífuga mas la fuerza ejercida en el suelo por el peso (masa) estática(a) en el(los) tambor(es) vibratorio(s) NOTA: Este término no es recomendado para calificar rodillos vibratorios		

Termino	Simbolo	Definición	Unidades Inglesas	Unidades Métricas
---------	---------	------------	-------------------	-------------------

Gradabilidad		La capacidad de una máquina de subir una pendiente a velocidad constante.	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
--------------	--	---	----------------	----------------

PENDIENTE EN PORCENTAJE	ANGULO CORRESPONDIENTE
40	21°-48'
35	19°-17'
30	16°-42'
25	14°-2'
20	11°-15'
15	8°-32'
10	5°-43'
5	2°-52'

Lastre		Material añadido para aumentar el peso (masa) de la maquina.	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Masa Vibratoria	Mv	La masa de todas las partes que se hacen vibrar intencionalmente en cada tambor.		Kilogramos (kg)
Momento Excéntrico (Unidades Inglesas)	(w x r)	El producto del peso desbalanceado (w), por la distancia (r) del centro de gravedad del peso desbalanceado hasta el centro de giro.	Pulgada-Libras (pulg-lb)	
Momento Excéntrico (Unidades Métricas)	(m x r)	El producto de la masa desbalanceada (m) por la distancia (r) del centro de gravedad de la masa desbalanceada hasta el centro de giro.  <p>Peso(masa) desbalanceada = w ó m Distancia = r Momento Excéntrico = w x r ó (m x r)</p>		Kilogramos-milimetro (kg-mm)
Pasada		Un sólo viaje o paso de la maquina. Un viaje redondo sobre el mismo punto hace dos pasadas		
Peso Amortiguado		Ver Peso(Masa) no vibratorio(a)	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Peso de Embarque		El peso de la maquina, como es despachada por el fabricante	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Peso Estático	W	La porción del peso(masa) operacional ejercido sobre el piso por el(los) tambor(es)	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Peso No Amortiguado		Ver peso(masa) vibratoria	Libras (lb)	Kilogramos (kg)

Termino	Simbolo	Definición	Unidades Inglesas	Unidades Métricas
Peso No Vibratorio		El peso(masa estático medido en el(los) tambor(es) sobre el piso, menos el peso(masa) vibratorio.	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Peso Operacional		El peso total de la máquina con todos sus mecanismos de operación, tanque lleno de combustible, medio tanque de agua para rociado, si lo usa, y un operador de 175 lbs (80 kg). Si el peso operacional incluye lastre, se debe mencionar su ubicación, tipo(s) y el peso del mismo.	Libras (lb)	Kilogramos (kg)
Peso Vibratorio	Wv	El peso de todas las partes que se hacen vibrar intencionalmente en cada tambor.	Libras (lb)	
Rodillo		Ver tambor.		
Rodillo Vibratorio		Un compactador que tiene uno o más de sus tambores, intencionalmente vibratorio.		
Tambor		Un miembro cilíndrico giratorio usado para transmitir fuerzas de compactación al suelo u otros materiales.		

COMPACTADOR VIBRATORIO (UTILIZACION)

En la terminología de mecánica de suelos, la reducción de los vacíos de un suelo recibe varios nombres: consolidación, compactación, densificación, etc.

Compactación es el proceso de densificación física del terreno, resultando un incremento de peso por unidad de volumen; es la acción de aplicar durante el proceso de relleno, la energía necesaria para producir una disminución apreciable de volumen de huecos del material empleado y por lo tanto del volumen total del mismo.

Esto se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que lo forman mediante la expulsión del aire y/o agua del material por medios mecánicos.

La necesidad de compactar apareció no hace muchos años debido a la urgencia de utilizar las obras inmediatamente, sin tiempo para que el tráfico o los agentes atmosféricos produzcan los asentamientos definitivos. Por lo tanto, los sistemas de compactación se han ido desarrollando paralelamente a la mecanización de las obras; ya que la aplicación de la energía necesaria exige una máquina adecuada en potencia y movilidad, para cada caso.

El problema se presenta, porque, la energía de compactación necesaria en cada caso no es solamente diferente, sino que también lo es el modo como dicha energía debe ser transmitida al terreno. Esta es la razón de que existan hoy en día en el mercado diferentes tipos de máquinas compactadoras, y como consecuencia la dificultad inherente de elegir en cada caso el modelo más idóneo. No quiere decir esto, que un terraplén con una máquina de un tipo u otro quede mejor o peor compactado. Con cualquier máquina, por poco específica que esta sea, podemos obtener una compactación satisfactoria. Lo que ocurría es que gastaríamos mucha energía de compactación y como consecuencia lógica más tiempo, más dinero, etc., si no elegimos la máquina adecuada.

Por lo tanto el problema más importante en la compactación es elegir la máquina - adecuada para cada trabajo. Para dicha selección existen hoy en día, ideas generales, consecuencia de ensayos y prácticas apoyados por teorías, que nos permiten de entrada y a la vista de las principales características del material a compactar, decidir el tipo de máquina más idóneo.

Dos importantes factores influyen en la compactación de los terrenos como son:

- a) Granulometría del material.
- b) Contenido de la humedad del material.

a) Granulometría del material.- Es la distribución de los diferentes tamaños de las partículas dada en una muestra del terreno. Se describe una muestra como - de "buen grado", si ésta contiene una buena distribución de tamaños de partículas. Se describe como muestra de "pobre grado" cuando predomina un tamaño de partícula. En términos de compactación, una muestra de "buen grado" se compactará más fácil que una de "pobre grado", es decir, en una muestra de "buen grado" las partículas pequeñas tienden a rellenar los espacios vacíos entre las partículas de mayor tamaño, obteniendo menos huecos, después de la compactación.

b) Contenido de humedad.- La relación de agua presente en una muestra, es muy importante para la compactación. El agua crea partículas de arcilla dando materia les coesivos con propiedades pegajosas.

La experiencia ha mostrado que es muy difícil, no imposible, llevar a cabo una - compactación propia en materiales que están demasiado secos o demasiado húmedos.

Se ha determinado que prácticamente cada terreno tiene una cantidad de agua, llamada contenido de humedad óptima, y que con esto es posible obtener una densidad máxima con el menor esfuerzo de compactación.

APLICACIONES DE LOS COMPACTADORES

El equipo de compactación puede ser clasificado generalmente en nueve tipos o grupos:

- a) Pata de cabra.
- b) Rejilla.
- c) Vibratorio.
- d) Tambor de acero liso.
- e) Neumático multi-llantas-
- f) Neumático pesado.
- g) Compactador de pie.
- h) Compactador de pie alta velocidad.
- i) Ruedas tipo cuchillo.

Las combinaciones de estos tipos son también aconsejables, como un tambor de acero vibratorio.

Los nueve tipos han sido probados y comparados en las zonas de aplicación. La siguiente tabla contiene rangos de material mixto de 100% arcilla a 100% arena y roca.

El compactador dinámico es el que últimamente ha tenido mayor desarrollo y prácticamente se utiliza en todos los materiales por compactar. En la mayoría de los tipos de material, la compactación dinámica o vibratoria, supera en eficiencia a los compactadores estáticos. Como en la compactación por presión estática, se aplica una cierta presión al mismo tiempo se somete al material a rápidos y fuertes impactos o vibraciones.

Debido a las vibraciones producidas por el equipo sobre el material, la fricción interna de este desaparece momentáneamente, propiciando el acomodo de las partículas.

Con este principio de compactación las partículas del material se ven sujetas a presión estática y a impulsos dinámicos de las fuerzas vibratorias, con lo cual se logra una compactación con menor esfuerzo.

La densificación del material por medio de compactadores vibratorios es de abajo hacia arriba.

VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION

- a) Es posible compactar a más altas densidades, facilita la obtención de los últimos por cientos de grado de compactación, que son tan difíciles de obtener, y a veces imposibles de obtener con compactadores estáticos.
- b) Permite el uso de compactadores más pequeños.
- c) Se puede trabajar sobre capas de mayor espesor.
- d) Permite hacer trabajos más rápidos por menor número de pasadas.
- e) Por las razones anteriores los costos de compactación resultan más económicos.

RODILLOS VIBRATORIOS

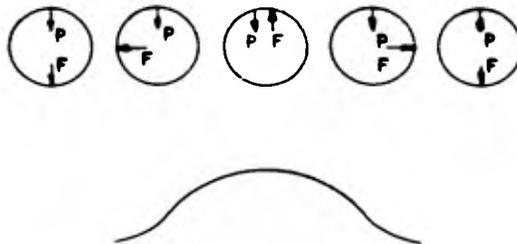
Hoy día es quizá la máquina más utilizada. En los últimos años ha sido tal el número de tipos y marcas disponibles en el mercado, que casi resulta materialmente imposible conocerlas todas. Se han empleado en la compactación de toda clase de suelos sin distinción: bases granulares artificiales, sub-bases naturales, suelocementos, rellenos rocosos, asfaltos, arcillas, arenas, etc., y naturalmente, el éxito ha sido variable.

Hay que considerar primordialmente los efectos de resonancia. Esta es función, por una parte, de la composición o tipo de terreno, contenido de humedad del mismo, etc., y por la otra, del propio vibrador. Es decir, que lo importante es la adecuación de frecuencia de resonancia del suelo y de la masa del vibrador.

Hay un rango de resonancias suelo-vibrador para las cuales el efecto de ordenación granular y en consecuencia el de compactación da mejores resultados.

Otra característica que hay que tener en cuenta con las máquinas vibratorias, es la de su peso estático, ya que el efecto vibratorio sobre el suelo es función del peso estático de la máquina y del movimiento vertical y horizontal. En el esquema siguiente se ve claramente la influencia de ambas fuerzas: Sea P el peso estático del vibrador y F la fuerza dinámica generadora de la vibración. Al comienzo de la primera vuelta de las masas de vibración, las dos fuerzas P y F , se suman produciendo una fuerza aplicada sobre el terreno $P + F$ al continuar girando las masas alcanzan una segunda posición, horizontal y paralela al suelo, de forma que la fuerza F tiende a impulsar el apisonado, transmitiendo al terreno unas fuerzas horizontales muy importante.

En este caso la fuerza vertical es igual a P . En la posición siguiente las masas están creando la fuerza F en oposición vertical a P y la fuerza sobre el suelo será cero, habiéndose elevado realmente la máquina sobre el mismo.



COMPOSICION DE FUERZAS EN UNA COMPACTACION VIBRATORIA

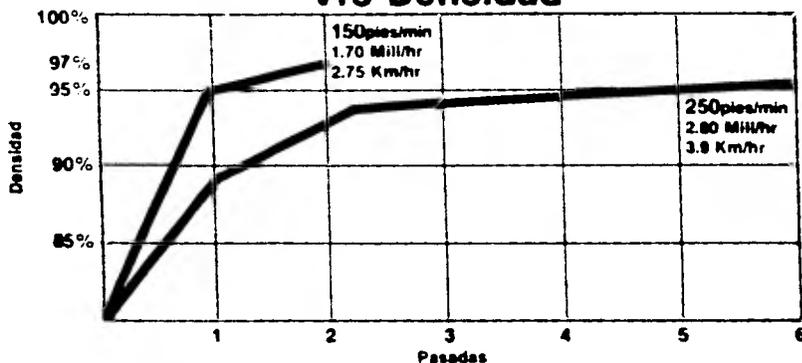
La cuarta posición de las masas, da un estado de fuerzas simétrico al de la segunda y de similares consecuencias. Cuando las masas vuelven a la primera posición, se obtiene un efecto claro de percusión sobre el suelo con la fuerza $P + F$ como resultante. Dependerá de la velocidad de traslación de la máquina compactadora el número de impactos por metro lineal de terreno recorrido.

Por esta razón resulta muy importante la velocidad de avance de los vibradores y la frecuencia de los mismos.

LA VELOCIDAD EN LA COMPACTACION VIBRATORIA

La variación en la velocidad de aplanado tiene un pequeño efecto en el aumento de la densidad cuando se usan rodillos estáticos. Sin embargo, con rodillos vibratorios es una variable muy crítica que debe considerarse siempre. A cualquier amplitud seleccionada, el esfuerzo compactador aplicado a una distancia lineal dada, variará en forma directamente proporcional a la velocidad de desplazamiento. A menor velocidad de desplazamiento más cercanos los puntos de impacto. A mayor velocidad mayor separación entre los puntos de impacto. Ejemplo: una pasada vibratoria a 1 - 1/2 milla/hora producirá el mismo esfuerzo compactador que dos pasadas vibratorias a 3 millas/hora, para una misma amplitud seleccionada.

Velocidades de Compactado Vibratorio Vrs Densidad



La figura anterior muestra gráficamente los logros en el aumento de la densidad - variando únicamente la velocidad de desplazamiento..

A 250 pies/min se obtuvo el 95% pero sólo después de seis pasadas. El 97% de la - densidad se logró con dos pasadas vibratorias a una velocidad de 150 pies/min. De lo anterior se desprende lógicamente, que la velocidad de compactación más eficiente es la de menor velocidad de desplazamiento. Las relaciones tiempo y temperatura entran igualmente en juego debido al enfriamiento de la carpeta durante el tiempo más extenso de compactado.

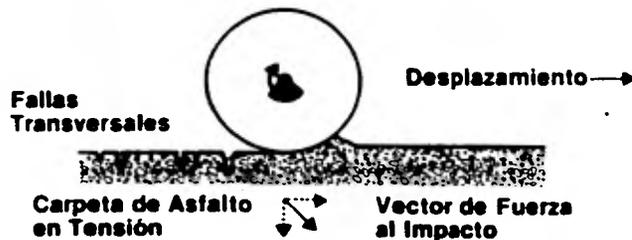
CRITERIOS DE DISEÑO

La adecuada selección de la amplitud, es probablemente la más importante de las - variables controlables, en una eficiente compactación. La amplitud doble es el to tal del movimiento vertical de tope a tope por cada ciclo vibratorio del tambor - cuando éste se encuentra suspendido libremente. Esto no está recomendado para es-
pecificaciones . Lo que sí se recomienda para especificaciones es la amplitud no-
minal que es la mitad del desplazamiento vertical, y se mide en pulgadas o milmetros. La amplitud variable es la capacidad de cambiar la amplitud sin cambiar la
frecuencia. Esto se logra normalmente, variando el momento excéntrico del centro -
de gravedad de la masa desbalanceada al centro del eje de giro o las dos simultá-
neamente. La capacidad de variar la amplitud, dentro de un amplio rango, permite
la selección de fuerzas para compactar asfalto dentro de un rango igualmente am -
plio de estabilidad, temperatura y espesores de carpetas. Esto nos proporciona si
multáneamente una máquina excepcionalmente eficiente en la compactación de sub- -
bases y bases granulares.

La velocidad de desplazamiento, la frecuencia (vibraciones por minuto) y la amplitud (movimiento vertical del tambor) son todas variables importantes en la compactación vibratoria. Por esta razón la uniformidad y repetibilidad de todas las tres variables antes mencionadas son de primordial importancia, si se desea obtener re

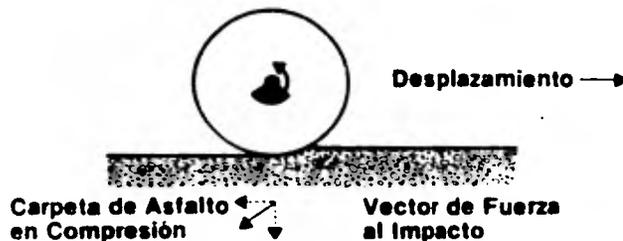
sultados consistentes. La frecuencia es controlada usualmente por las revoluciones del motor, las cuales se pueden ajustar repetidamente en el mismo punto. La selección de amplitud la realiza el operador, quien debe poder repetir la misma selección cuando lo desee. La velocidad de desplazamiento, igualmente seleccionada por el operador, debe ser uniforme y repetible tanto en avance como en reversa. Los controles de la velocidad deben ser incorporados en el diseño del rodillo a fin de garantizar la consistencia.

Rotación Incorrecta de las Excéntricas



En la figura se muestra la aplicación incorrecta; la excéntrica y el tambor giran en la misma dirección. Los vectores de fuerza, en el punto de impacto están colocando la carpeta en tensión lo que conduce a la creación de fallas transversales y acumulación de material delante del rodillo.

Rotación Correcta de las Excéntricas



La figura muestra la rotación correcta de las excéntricas en relación con el desplazamiento de la máquina. Los vectores de fuerza, en el punto de impacto, colocan la carpeta en compresión, reduciendo el material acumulado delante del rodillo.

llo. Es lógico que cada vez que el rodillo cambie de dirección, las excéntricas -
hagan lo mismo, cambiando automáticamente de rotación.

RECICLADORA DE ASFALTO

Desde la crisis mundial de petróleo en el año de 1973, la industria de la construcción de carreteras, ha sufrido cambios sustanciales. La elevación de precio de todos los productos derivados del petróleo, aumentó considerablemente el costo del concreto asfáltico.

Principalmente, por este motivo, se dió prioridad al mantenimiento de las carreteras ya existentes, sobre la construcción de nuevas vías de comunicación, tratando de optimizar el número de kilómetros restaurados en las carreteras en operación, de acuerdo con los recursos económicos disponibles.

Los fabricantes de equipos de construcción de carreteras han seguido esta tendencia, diseñando para tal efecto, equipos y procedimientos adaptados a las nuevas políticas establecidas.

Una de las innovaciones que seguramente va a tener un desarrollo importante a corto plazo es la recirculación o reciclaje del concreto asfáltico existente en las carreteras. Por la reutilización de los agregados y del asfalto disponibles en las carreteras construídas en el pasado; la industria de la construcción de carreteras, con el mismo dinero disponible, es capaz de acondicionar más kilómetros de carreteras. El éxito del sistema de reciclaje o reproceso de los materiales recuperados depende del balance o interrelación entre la proporción de los materiales, la temperatura de la mezcla y la producción de toneladas por hora, teniendo además muy en cuenta, los requisitos requeridos por las autoridades locales, para el control de la contaminación ambiental.

Aproximadamente el 50% del precio del concreto asfáltico para pavimentar carreteras, lo constituyen los materiales utilizados, es decir, el asfalto y el agregado pétreo. Por lo tanto, la mejor posibilidad de reducir el costo del concreto asfáltico, es el de reducir el costo que representan los materiales empleados. Una solución pudiera ser la de sustituir el asfalto y los agregados pétreos por materiales

que funcionaran igual, pero de un costo menor. Desgraciadamente el estado actual de la investigación de esta posibilidad aún no ha dado sustitutos económicos, razón por la cual la mejor solución hoy en día, es la de reciclar o reprocesar el pavimento asfáltico utilizado, lo cual producirá concretos asfálticos aceptables, con ahorros sustanciales en materiales, energía y dinero.

PROCESO DE RECICLADO DE ASFALTO

La remoción y recuperación de materiales y pavimentos asfálticos dando un perfil y pendientes controladas de acuerdo con un proyecto; procesar y calentar los materiales recuperados junto con las cantidades requeridas de agregados y cemento asfáltico nuevos, y recolocar el material reconstruido sobre la calle o carretera, para proporcionar una nueva carpeta de pavimento asfáltico con todas sus propiedades y especificaciones de la original, son los objetivos básicos del proceso de reciclado de asfalto.

El método preferido para reprocesar y restaurar las propiedades deseadas de los materiales asfálticos, es el de calentamiento y mezclado de materiales y aditivos, en una planta central de asfalto para mezclas calientes.

Los sistemas y equipos utilizados para el proceso en caliente de materiales de pavimentos asfálticos recuperados, deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Producir las mezclas para pavimentos asfálticos con materiales recuperados, restaurando, tanto las propiedades del asfalto a los niveles exigidos por las especificaciones como corrigiendo las deficiencias de granulometría en los agregados pétreos.
- b) Ser aceptable desde el punto de vista de contaminación ambiental, previniendo la emisión de humos y vapores de asfalto.
- c) Ser capaz de producir un rango amplio de combinaciones proporcionales de agregado nuevo o virgen, con materiales recuperados.

- d) Utilizar las plantas de asfalto existentes, con un mínimo de modificaciones.
- e) Cumplir con lo arriba especificado, en niveles de costo y productividad.

Los procedimientos más utilizados para el reciclaje de materiales de pavimentos - asfálticos en plantas de producción de mezclas calientes, son los siguientes:

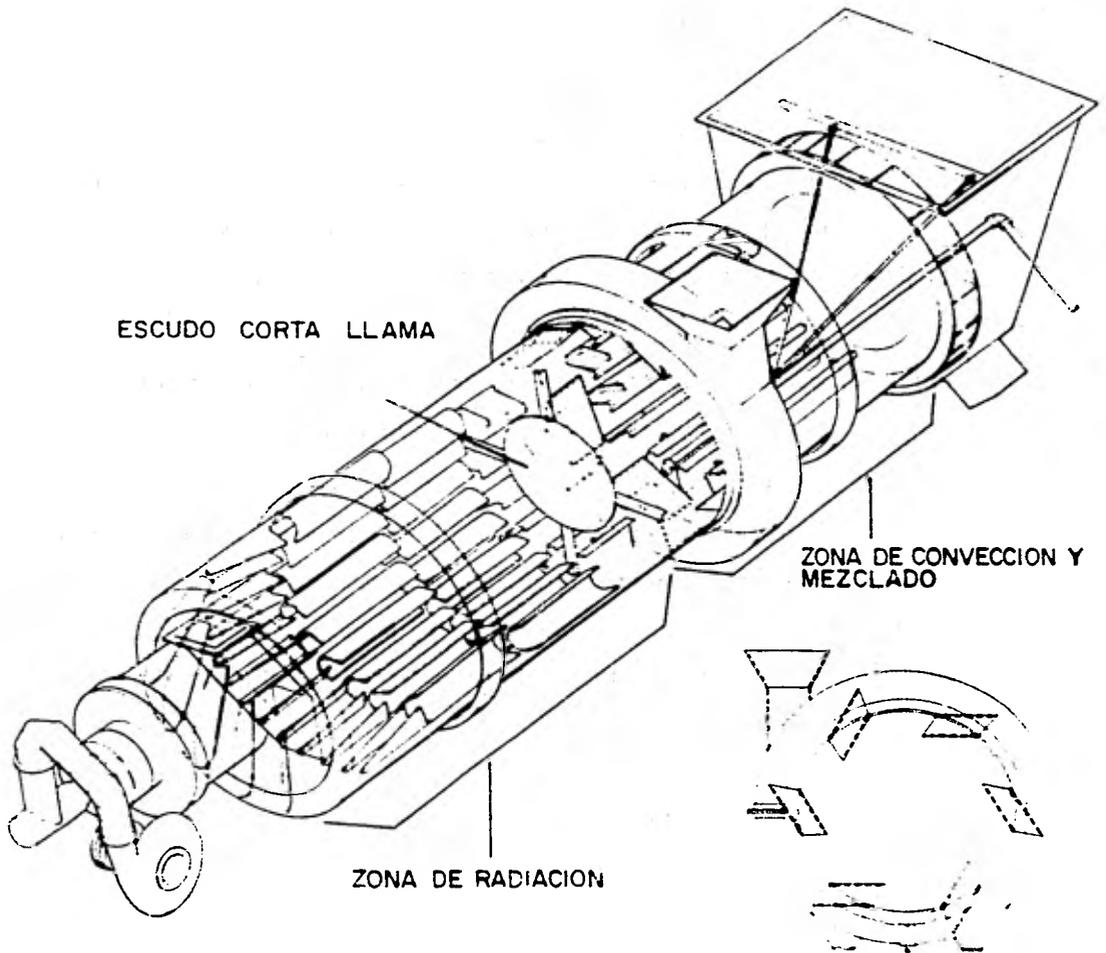
a) Reciclaje en tambor de zona doble.- El concepto básico de zona doble es el de calentar los agregados a baja temperatura relativa. Los agregados nuevos o vírgenes, el material recuperado y el cemento asfáltico se combinan en el tambor del secador, donde el calentamiento de los materiales y la mezcla de los mismos, se lleva a cabo.

El material recuperado se introduce en el punto medio del secador por un sistema rotatorio de cargas, que tiene un número de canalones de descarga de un tamaño que dependen del tamaño del secador.

Las ventajas principales de este procedimiento, es que puede operar tanto como planta de reciclaje y también como planta de asfalto convencional de mezcla en el tambor, con buenas capacidades de producción. Su principal limitación, es que solo puede recuperar aproximadamente el 50% de materiales, debiendo el resto ser de material nuevo o virgen.

b) Reciclaje en el doble tambor.- Este sistema consiste en dos tambores secadores rotatorios en serie, uno que opera como secador de agregados y el otro que opera como mezclador de los materiales. Con este sistema se puede reciclar del 60% al 80% de los materiales recuperados, dando capacidades grandes de producción pero tiene como desventaja, la de requerir un secador extra para bajar la humedad de los agregados.

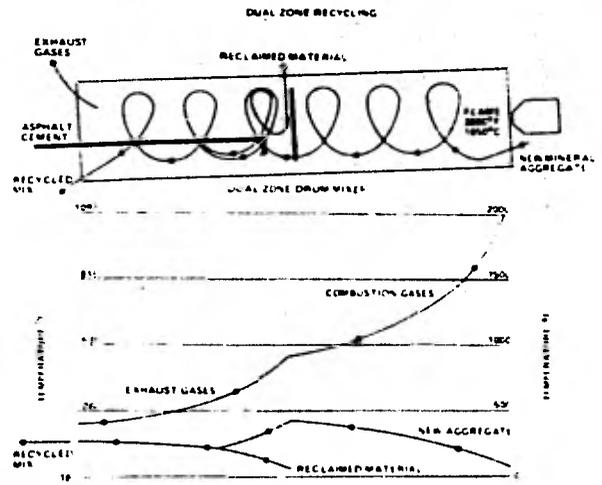
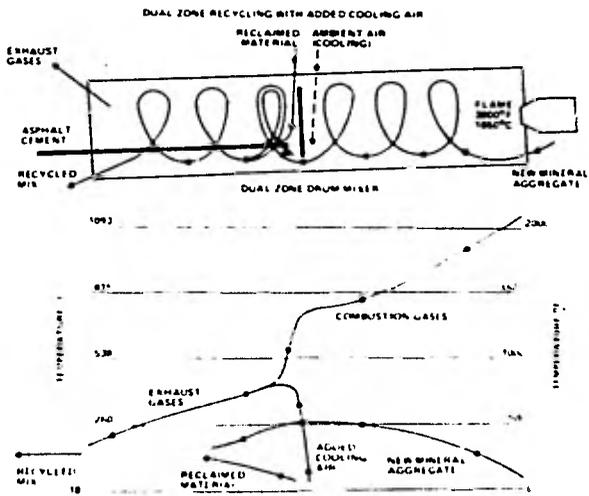
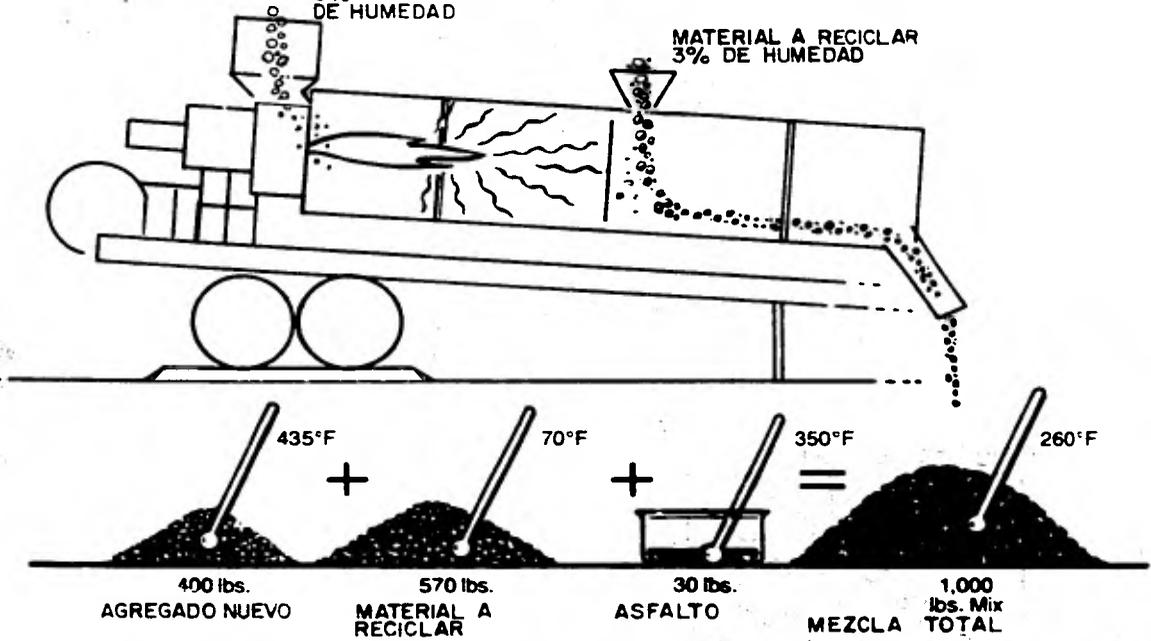
c) Reciclaje con transferencia de calor.- Este procedimiento de reciclaje re-procesa el material recuperado a través de una planta de asfalto convencional (planta de bacha), mezclando los agregados nuevos sobrecalentados con el material

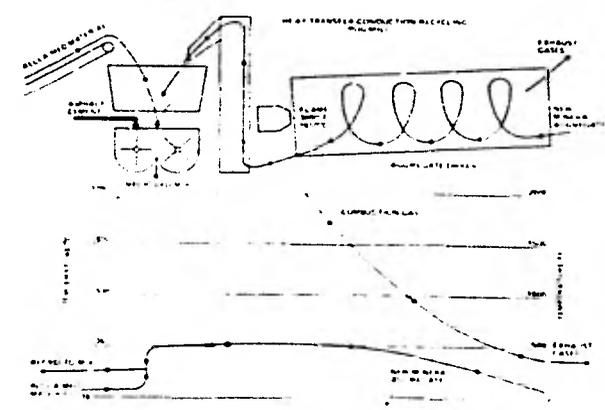
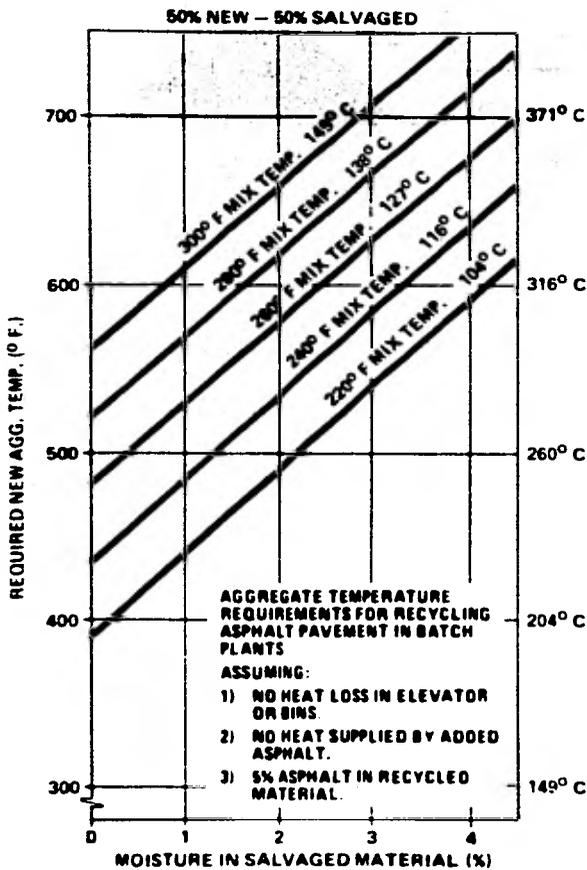
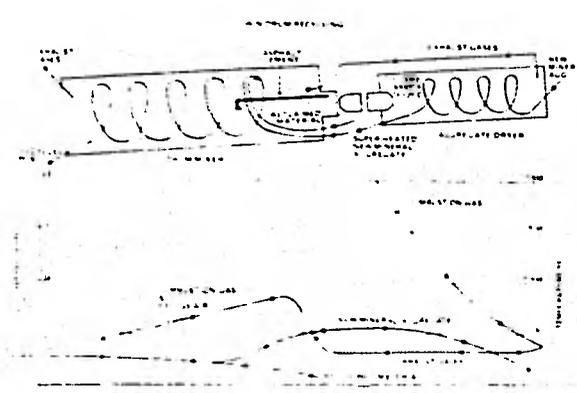


RECICLADO EN TAMBOR DE DOBLE ZONA

AGREGADO VIRGEN
5%
DE HUMEDAD

MATERIAL A RECICLAR
3% DE HUMEDAD





recuperado a la temperatura ambiente. Este proceso tiene la ventaja de eliminar la exposición del material recuperado y el asfalto nuevo a los gases calientes del secador, evitando el riesgo de producir contaminantes del aire (vapores de asfalto). Tiene la limitación de solo poder reciclar como máximo un 50% de material recuperado. En este tipo de procesos, el material recuperado a la temperatura ambiente se mezcla con el agregado nuevo sobrecalentado en el mezclador de doble flecha; el agregado nuevo es sobrecalentado en un secador rotatorio.

La temperatura a la cual el agregado virgen puede ser recalentado, depende de los siguientes factores:

- a) Porcentaje del material recuperado que deba añadirse a la mezcla.
- b) Temperatura del material recuperado.
- c) Contenido de humedad del agregado virgen.
- d) Contenido de humedad del material recuperado.
- e) Temperatura deseada de la mezcla final.

El equipo adicional para poder reciclar materiales asfálticos en una planta convencional de bacha, se compone de: tolva para el material recuperado, alimentador de banda de velocidad fija, banda transportadora de elevación para la carga del material recuperado y canalón de descarga del material recuperado a la báscula pesadora en la torre de dosificación.

RECUPERACION DE LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS

El método para recuperar los pavimentos asfálticos existentes en las carreteras, consiste en utilizar una máquina recuperadora-niveladora; esta máquina esta montada sobre orugas, lo que proporciona una plataforma estable de trabajo. Cuenta con una herramienta de corte de forma cilíndrica que va provista de dientes especiales resistentes al desgaste, con los que ataca la carpeta asfáltica para triturar

la y reducirla a un tamaño satisfactorio para su reciclado, con lo que evita una operación complementaria de trituración; la potencia necesaria para su desplazamiento como para el accionamiento de la herramienta de corte la obtiene de un motor diesel; cuenta con una transmisión de tipo hidrostático, lo que le permite una gama infinita de velocidades, además cuenta con un sistema de suspensión ajustable que le permite al mismo tiempo que levanta la carpeta asfáltica, controlar la pendiente longitudinal y transversal para nivelar el pavimento nuevo de acuerdo a las especificaciones de construcción; está equipada con equipo complementario como bandas para la carga del material a los camiones y tanque de agua para el control del polvo producido en la operación.

ESPECIFICACIONES

En el mercado es posible encontrar máquinas recuperadoras-niveladoras con las siguientes especificaciones:

Potencia:	360 H.P. a 750 H.P.
Peso de operación:	40,000 Lb. (18,160 Kg.) a 72,000 Lb. (32,670 Kg.)
Ancho de corte:	6'3" (1.90 mt.) a 12'5" (3.78 mt.)
Profundidad máxima de corte:	7.75" (20 cm.)
Velocidades de avance en corte:	0 a 125 FPM (0 a 3.8 mt./min.)
Velocidades de tránsito:	0 a 4.5 MPH (0 a 7.2 Km./h)

ESPARCIDORA DE ASFALTO

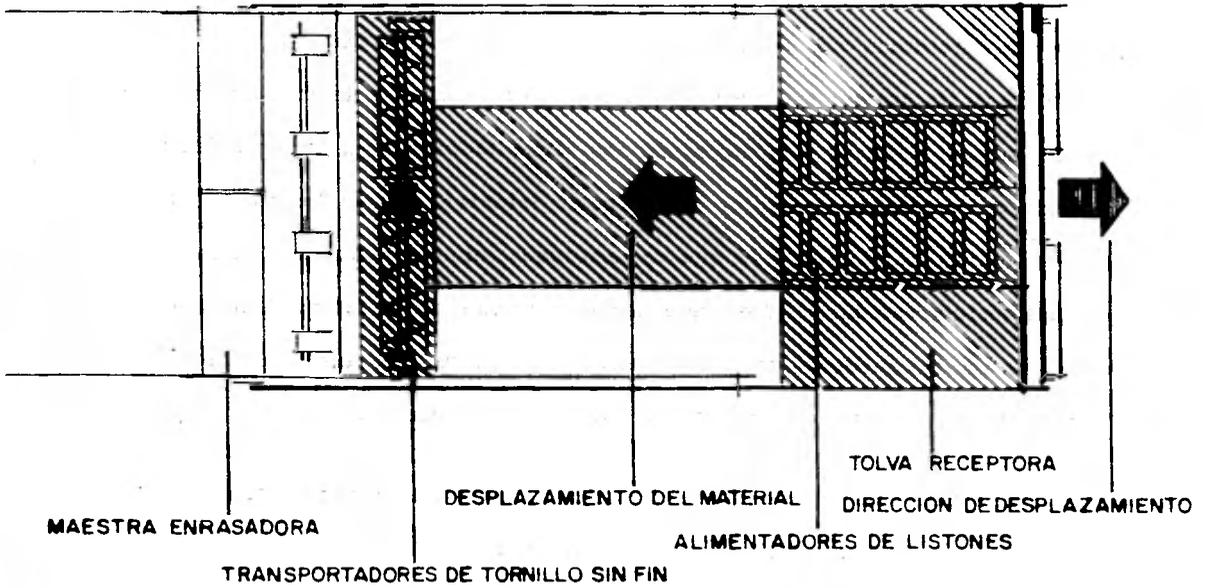
Para el tendido de materiales en los sistemas de pavimentación se utilizan máquinas esparcidoras o distribuidoras de asfalto, que están compuestas básicamente de un tractor que transporta los materiales de pavimentación asfáltica desde una tolva receptora a través de dos alimentadores de listones y dos transportadores de tornillo sin fin, hasta la parte delantera de una "maestra enrasadora" flotante, autoniveladora que va remolcada; algunas máquinas cuentan con el equipamiento de quemadores para el mejor manejo del asfalto. Las esparcidoras de asfalto pueden estar propulsadas sobre orugas o sobre neumáticos, y la potencia la obtienen de un motor de gasolina o de diesel.

La máquina realiza tres funciones principales, cada una de las cuales es crítica para el rendimiento total de la pavimentación:

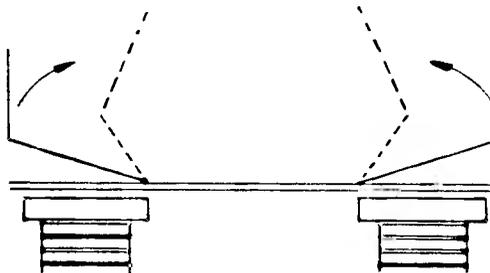
- 1.- Manipulación de material.- El material depositado en la tolva es desplazado por los alimentadores de listones y los tornillos sin fin a su posición para ser aplanado por la maestra enrasadora.
- 2.- Tendido de la capa de rodadura.- El espesor y lisura de la capa de material son establecidos por la maestra enrasadora a medida que este componente flotante y autonivelador golpea y apisona la mezcla.
- 3.- Movimiento hacia adelante.- Al ser autopropulsada la unidad tractora controla la velocidad de pavimentación.

La calidad del pavimento terminado depende de la suplementación y equilibrio de estas tres funciones interrelacionadas. Por ejemplo, la función de compac-

DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRABAJO



TOLVA RECEPTORA DE AUTOVACIADO



tación y nivelación de la maestra enrasadora proporciona unos resultados óptimos cuando:

- 1.- No varía la velocidad hacia adelante de la máquina.
- 2.- El suministro de material a la tolva receptora es adecuado y constante.
- 3.- La distribución del material a través de la parte delantera de la maestra enrasadora es uniforme y se efectúa a un nivel constante.
- 4.- Los factores variables que afectan la nivelación de la maestra enrasadora se mantienen bajo control.
- 5.- Las fuerzas de compactación en la maestra enrasadora se mantienen a un nivel constante.

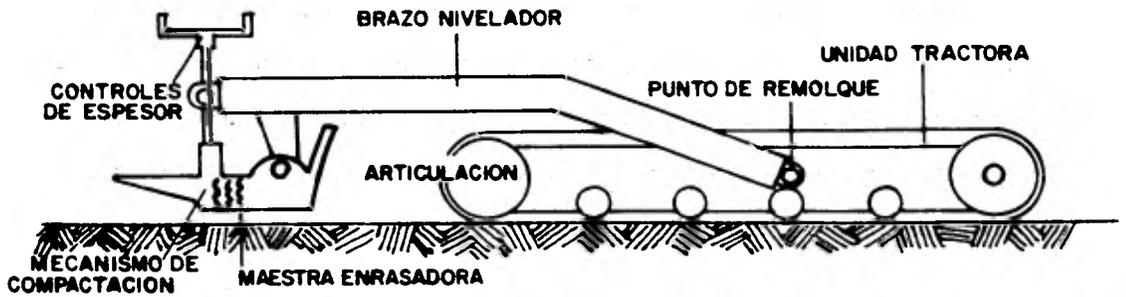
En funcionamiento, el camión de volteo descarga el material (asfalto) sobre la tolva receptora de autovaciado, que es accionada por medio de un sistema hidráulico para que se vacíe el material depositado en las paredes de la tolva y se centre sobre los alimentadores de listones que se encargan de transportar el material hasta los tornillos sin fin colocados en la parte posterior inferior de la máquina; estos tornillos tienen la función de esparcir el material sobre el terreno para que sea aplanado por la maestra enrasadora. El movimiento de los transportadores de listón y de los tornillos sin fin se realiza generalmente con motores hidráulicos, pero en alguna máquina se efectúa también mediante transmisiones mecánicas.

La unidad tractora a medida que se desplaza a lo largo de la base a pavimentar, remolca la maestra enrasadora mediante sus brazos niveladores. El espesor del pavimento se establece mediante los tornillos de regulación que ajustan el ángu

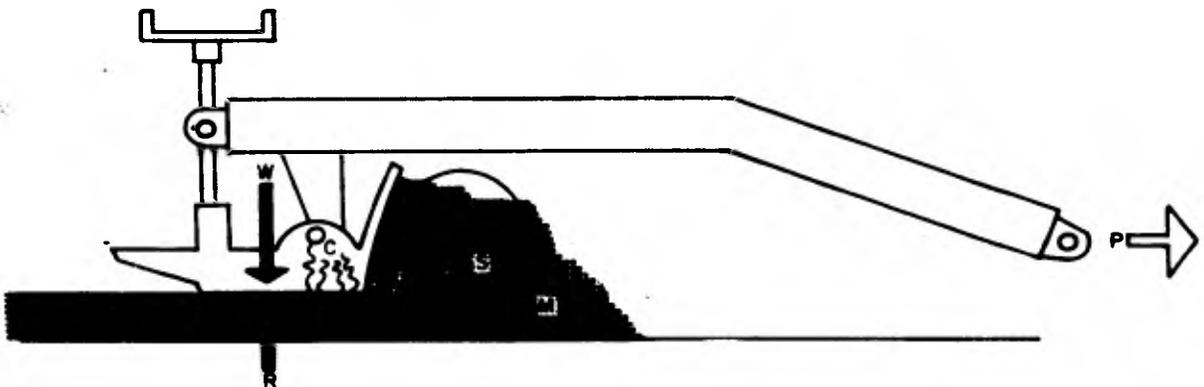
lo de la maestra enrasadora con relación a los ejes geométricos de los brazos niveladores. Al variarse este ángulo se hace que la maestra enrasadora se desplace hacia arriba o hacia abajo, proporcionando así la regulación del espesor de la capa de rodadura. El material es pasado debajo del borde delantero de la maestra enrasadora y es comprimido para proporcionar una capa de rodadura uniformemente compactada. Además de la regulación del espesor de la capa de rodadura en la maestra enrasadora, estas máquinas están equipadas generalmente con una serie de controles automáticos situados cerca de los tornillos sin fin, con el objeto de controlar la altura del material en los tornillos sin fin; y si el nivel es demasiado alto el control da instrucciones a los alimentadores de listones para que funcionen más lentamente (independientemente uno del otro) hasta que se alcance el nivel correcto, y cuando el nivel es demasiado bajo se aumenta la velocidad de los alimentadores. Por este medio se evita el exceso de material o la espera para que llegue en más cantidad, con lo que se mantiene un suministro constante en todas las condiciones y el resultado es una capa de rodadura uniforme y de mejor calidad.

Por el procedimiento de trabajo, la velocidad de giro de los tornillos sin fin, también está relacionada con la velocidad de marcha del vehículo (unidad tractora) y por lo mismo el volumen de material esparcido teóricamente debe permanecer constante. Algunas máquinas son tan sofisticadas, que cuentan con controles que les permiten mantenerse a cualquier velocidad previamente fijada por el operador, independientemente de las variaciones en carga del material o cambios en la pendiente. También en algunos casos se equipan con precompactadores o alisadores, que constan de un dispositivo excéntrico que permite

ELEMENTOS DE LA MAESTRA ENRASADORA FLOTANTE AUTONIVELADORA



FUERZAS PRINCIPALES QUE ACTUAN EN LA MAESTRA ENRASADORA FLOTANTE



operar una regla vibratoria a aproximadamente 1,500 v.p.m., con lo que se consigue una compactación inicial y un mejor acabado.

Si la superficie a pavimentar está perfectamente a nivel, las trayectorias seguidas por los puntos de remolque del tractor estarán perfectamente a nivel, y el recorrido seguido por la maestra enrasadora, al ser paralelo con los recorridos del punto de remolque, estará perfectamente a nivel y se obtendrá un pavimento perfectamente nivelado, a condición de que no se introduzca ninguna otra perturbación de fuerzas que actúen sobre la maestra enrasadora. Si el tractor se desplaza sobre una base inferior ondulante, como sucede frecuentemente, la maestra enrasadora tenderá a seguir los recorridos del punto de remolque pero, debido a que la maestra enrasadora está flotante, atenuará o alisará los salientes y los huecos. Dicho de otra forma la maestra flotante autoniveladora tenderá a rellenar los huecos y a disminuir la altura de los terrones o salientes.

Ciertas fuerzas que actúan sobre la propia maestra enrasadora pueden afectar sus funciones de nivelación y compactación independientemente de las perturbaciones o errores introducidos en los puntos de remolque. De hecho la maestra enrasadora flotante depende de un sistema de fuerzas para funcionar. Como en cualquier sistema de fuerzas, la acción resultante no puede mantenerse en una condición estable si una o más de las diversas fuerzas que intervienen en el sistema se ven sometidas a variaciones no controladas. Entre estas fuerzas se encuentran:

- 1.- El peso de la maestra enrasadora (W)
- 2.- La reacción del material al peso de la maestra enrasadora (R)

- 3.- La fuerza de remolque ejercida a través de los brazos de nivelación (P)
- 4.- La resistencia del material en la parte delantera y debajo de la maestra -
enrasadora al movimiento hacia delante, que a su vez se ve afectada por
la viscosidad del asfalto, granulometría y otras características de fluidez
de la mezcla (M)
- 5.- Rotación del transportador de tornillo sin fin (S)
- 6.- Acción compactadora de la maestra enrasadora

Cuando todas estas fuerzas están en equilibrio, el sistema es estable y el -
proceso de nivelación responderá solamente a las funciones o perturbaciones -
verticales introducidas en los puntos de remolque del brazo de nivelación . Por
otra parte, cuando cualquiera de estas fuerzas que actúa en la maestra enrasa -
dora resulta perturbada, el proceso de nivelación se verá alterado consiguente -
mente hasta que el sistema de fuerzas se vuelva a equilibrar.

Como la cantidad y distribución de materiales que son desplazados hacia delan -
te por la placa deflectora de la maestra enrasadora comprenden el principal -
componente de la fuerza que se resiste al movimiento hacia delante de la maes -
tra enrasadora. El control de esta fuerza constituye una función necesaria para
un rendimiento óptimo del proceso de nivelación .

Una variación en el nivel del material en los tornillos sin fin no solamente alte -
ra consiguientemente la fuerza de tracción, sino que altera también la densifica -
ción o compactación del material de pavimentación en la zona que está inmedia -
tamente delante de la porción a enrasar. A medida que disminuye la cantidad -
de material disminuye la densidad; a medida que aumenta la cantidad, aumenta -

la densidad.

Las variaciones en la densidad afectan el esfuerzo interior desarrollado dentro de la estructura de la mezcla, lo cual a su vez afecta la fuerza que se resiste - al paso de la maestra enrasadora y su acción compactadora. Por lo tanto si el material pasa debajo del enrasador en un estado menos compactado, el menor - esfuerzo hará que la maestra enrasadora se hunda al estar sometida a su propio peso, hasta que se desarrolle la estabilidad precisada. El resultado de esto - es la colocación de una capa o hilada más delgada. Inversamente, si la mez - cla se enrasa en condición más densa, la maestra enrasadora ascenderá porque se precisa una menor densificación debajo de la maestra enrasadora para soste - ner su peso.

Puesto que el coronamiento o nivel de material, afecta la densidad en la zona - de enrasado, se desprende que apreciables variaciones en la cantidad de mate - rial causarán variaciones en el espesor de la capa de rodadura.

Por lo tanto, es imprescindible controlar la cantidad de material en la cámara - del tomillo sin fin delante de la maestra enrasadora, para obtener un funciona - miento óptimo de nivelación y compactación de la maestra enrasadora.

En el mercado es posible encontrar máquinas que varían desde 35 h.p. a 140 - h.p. y dependiendo de los accesorios que se les instalen pueden variar sus an - chos de pavimentación de 1.83 m. a 10.97 m. y con una gama de espesores de 6 mm. a 305 mm.

MAQUINAS DE PERFORACION

Perforación.- La perforación de pozos profundos se puede definir como la horadación del terreno efectuada por medio de máquinas y herramientas a profundidades mayores de 30 metros.

Los pozos que se construyen dentro del territorio nacional, cuando se trata de alumbrar aguas con fines de riego, generalmente alcanzan profundidades que varían de acuerdo con la zona entre 50 y 250 metros y sus diámetros entre 18" y 22" (457 y 559 mm.), en cambio los pozos para abrevadero tienen profundidades hasta de 300 metros o más y sus diámetros máximos son del orden de 12" (305 mm.)

Equipo de perforación de tipo rotatorio.

Las máquinas de tipo rotatorio para la perforación de pozos profundos constan de las siguientes partes y equipo complementario:

Torre o mástil de perforación, una mesa rotatoria, una plataforma donde se instalan malacates con tambores para trabajo y cuchareo, una caja de transmisión de potencia y una bomba de lodos.

La unidad de perforación deberá tener tomas de fuerza para transmitir la potencia del o de los motores a la bomba de lodos, a los tambores, a la mesa rotatoria y al sistema de alimentación que proporciona la presión descendiente (pulldown), pudiendo reemplazarse éste por el sistema de barras de peso (drill-

collars), que a diferencia del anterior en el que se ejerce la presión en la parte superior de la sarta de perforación, estas barras de peso van colocadas antes de la herramienta de perforación (barrenas), originando con esto que no haya flexión en la sarta de perforación.

Toma de fuerza.- Puede ser del tipo de flecha estriada dentro de una caja en baño de aceite, capaz de transmitir íntegra la potencia del motor de la perforadora por medio de una cadena de rodillos.

Bomba de lodos.- Se utilizan bombas de desplazamiento positivo de tipo pistón, de doble acción (bombas duplex). Cuentan además con una cámara de alivio, válvula de seguridad, medidor de presión de aceite y válvula mezcladora de lodos. La potencia se transmite a las bombas generalmente por medio de bandas en "V" o cadenas de rodillos.

Caja de transmisión.- Es la caja donde se encuentran los engranes de transmisión y reducción, que transmite la potencia del motor a la mesa rotatoria, sistema de presión descendiente (pull-down), bombas de aceite y todos los demás mecanismos auxiliares. Es accionada por una cadena de rodillos.

Unidad de potencia.- Consta de uno o dos motores diesel de fabricación estándar provistos de cubiertas laterales para protección, motor de arranque eléctrico, generador, filtro de aire, filtros para aceite, gobernador de velocidad variable, mofle, tablero de instrumentos y embrague.

Tambores de trabajo.- La unidad está equipada con un tambor de doble trabajo, con dos malacates independientes montados en la misma flecha, la palanca del

freno en la línea de perforación está equipada con un tornillo de ajuste de alimentación que permite mantener con precisión en peso correcto de la línea de perforación sobre el material.

Tambor de cuchareo. - Este se encuentra colocado encima del conjunto del malacate principal, montado sobre baleros pre-lubricados, la alimentación de la fuerza la toma del malacate principal a través de una transmisión de cadena de rodillos; el embrague, el freno y la transmisión están protegidos por medio de placas metálicas.

Mesa rotatoria. - La función de la mesa rotatoria es transmitir el momento de torsión e impartir el movimiento giratorio al kelly y a la tubería de perforación, la parte superior de ésta forma una porción del piso de la torre, es de construcción totalmente sellada y lubricada en baño de aceite, cuenta con una transmisión de varias velocidades. La mesa rotatoria se puede deslizar sobre unas guías que permiten retraerla dejando espacio libre para la instalación de la tubería de ademe y este movimiento se efectúa por medio de dos cilindros hidráulicos.

Pull-Down o mecanismo para ejercer presión descendiente en la herramienta de perforación. - Puede funcionar manual o automáticamente, es el mecanismo que ejerce presión descendiente sobre la herramienta de perforación para lograr una penetración constante al atravesar cualquier tipo de formaciones; el mecanismo consiste en dos cadenas de rodillos de peso asegurados al swivel.

Drill-Collars o seguros de las barrenas. - Esta construido por un tramo de tubo

de pared gruesa, generalmente de sección circular con diámetro de 6" y 8" (152 y 203 mm.). En sus extremos tiene juntas de caja y piñón (tool joints) y su número, longitud y peso estarán en función de la capacidad del mástil.

Mástil.- Está construido de acero tubular, soldado eléctricamente y reforzado con tirantes en forma de cruz para máxima resistencia; el mástil se levanta y baja por medio de cilindros hidráulicos equipados con topes de seguridad, para prevenir que éste no caiga en caso de alguna falla.

Unión giratoria o Swivel.- Es una caja cerrada con retenes que permiten que un juego de baleros trabajen en baño de aceite. Una de sus funciones es absorber el movimiento rotatorio de la flecha o kelly y la tubería (sarta) de perforación. Está equipada con una asa basculante por medio del cual es suspendida por el gancho giratorio de la polea viajera quedando sujetos al kelly y a la tubería de perforación. En su parte superior tiene el cuello de ganso en el cuál se conecta la manguera de alta presión de los lodos de perforación.

Llave para apretar y desconectar tuberías.- Generalmente se encuentra instalada en la parte trasera de la estructura de la perforadora y central e inferior del mástil, sobre un eslabón articulado, montada sobre un balero con unión giratoria, permitiendo fácilmente apretar y desconectar las juntas de la tubería de perforación.

Estructura.- Es de acero estructural reforzado y soldado eléctricamente con miembros cruzados. El piso está cubierto con lámina de acero antiderrapante.

Controles y tablero de instrumentos.- Están localizados en la parte trasera de

la estructura de perforación; cuenta el tablero de instrumentos con tacómetro, - manómetro para la presión del aceite, termómetro, contador de horas para el - motor y los sistemas de arranque.

Gatos estabilizadores.- La perforadora está equipada con cuatro gatos hidráulicos o mecánicos, que se encuentran colocados al frente y en la parte posterior; son telescópicos y de fácil manejo por medio de una válvula hidráulica - simple y cuentan con la suficiente capacidad para levantar a la perforadora.

Kelly o flecha de transmisión.- Está construída de acero de aleación tratado - térmicamente, puede ser de sección circular, cuadrada o hexagonal, se conecta en la parte inferior de la unión giratoria (swivel) y en la superior de la tubería de perforación, se le transmite movimiento a través de la mesa rotaria, y a su vez la flecha de transmisión lo transmite a la serie de perforación.

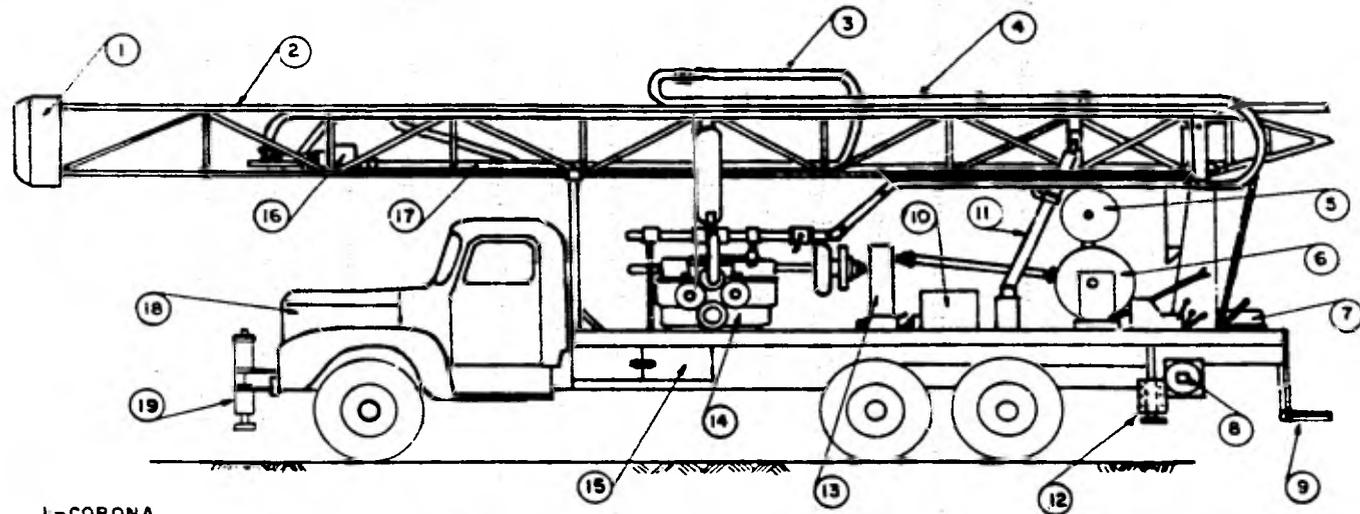
Manguera de succión.- Construída de tres capas, reforzada con trama de alambre, tiene conexiones en sus dos extremos, en uno se instala un colador y una válvula de pie y en el otro se conecta directamente a la bomba de lodos.

Tubería de perforación.- Se suministra en tramos de 6.10 ó 9.14 m. (20' ó 30') con juntas en sus extremos de caja y piñón (tool joints)

Cables.- Se tienen tres tipos de cables, para maniobras, cuchareo y para el - kelly o flecha de transmisión; todos con la misma construcción y con pequeñas variantes en relación con el trabajo específico a que se les destinará.

Barrenas.- Su elección respecto a su tipo está en función de los materiales -

EQUIPO ROTATORIO
 AUTO-TRANSPORTADO



1-CORONA

2-MASTIL

3-MANGUERA DE PRESION

4-STAND PIPE

5-TAMBOR DE CUCHAREO

6-TAMBOR DE PERFORACION

7-MESA ROTARIA

6-PULLDOWN

9-PLATAFORMA

10-TRANSMISION HIDRAULICA

11-CILINDROS HIDRAULICOS

12Y 19-GATOS NIVELADORES

13-CAJA DE TRANSMISION

14-BOMBA DE LODOS

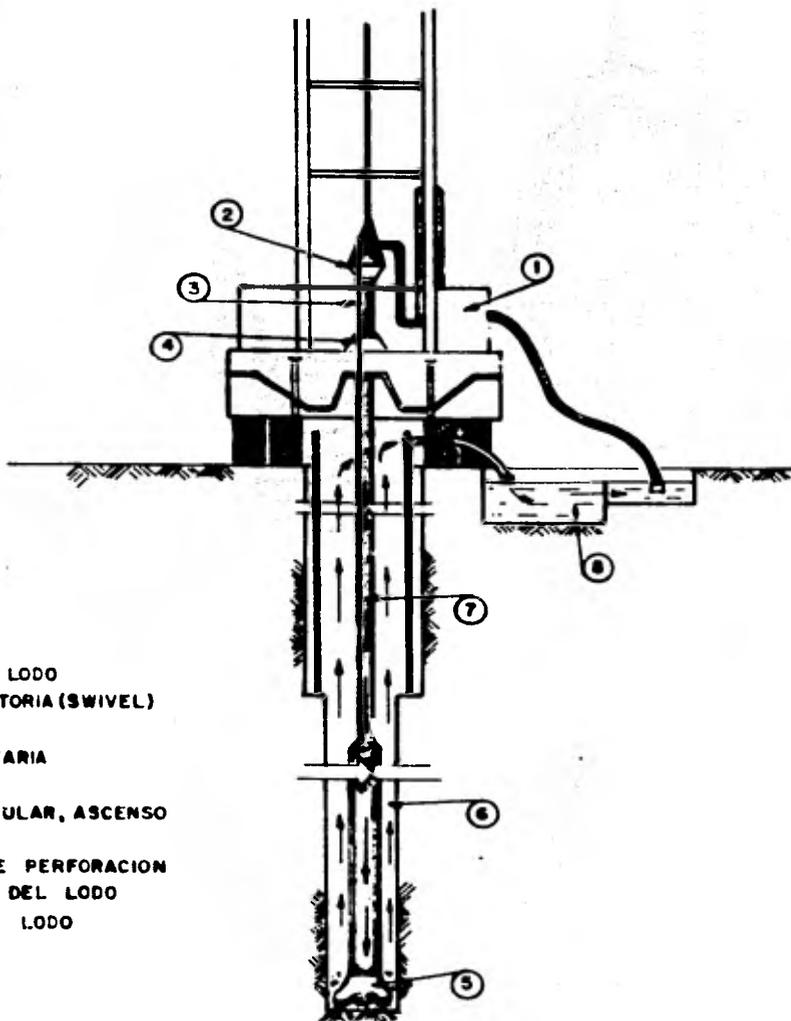
15-CAJA DE HERRAMIENTAS

16--SWIVEL

17-KELLY

18-UNIDAD DE POTENCIA

SISTEMA DE LODOS
EQUIPO ROTATORIO
CONVENCIONAL



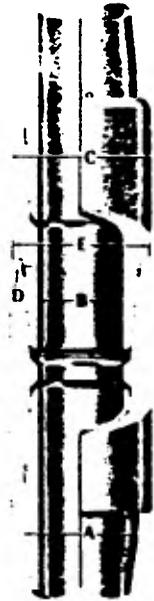
- 1- BOMBA DE LODO
- 2- UNION GIRATORIA (SWIVEL)
- 3- KELLY
- 4- MESA ROTARIA
- 5- BARRENA
- 6- ESPACIO ANULAR, ASCENSO DEL LODO
- 7- TUBERIA DE PERFORACION DESCENSO DEL LODO
- 8- FOSAS DE LODO



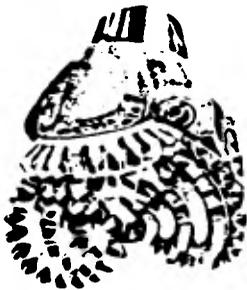
RIMA



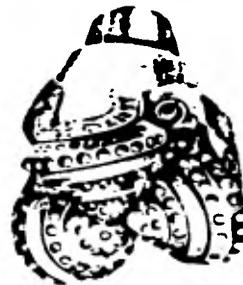
CORTADOR



JUNTA DE
TUBERIA DE
PERFORACION



BARRENA
DE DIENTES



BARRENA
DE BOTONES

que se van a perforar, existen entre ellas varios tipos como las colas de pescado, discos, alas y roles; en la actualidad los más empleados son los roles.

Las barrenas para materiales suaves presentan dientes largos y esparcidos y para formaciones duras y altamente abrasivas se utilizan dientes cortos y con la mínima separación posible; estas barrenas pueden tener insertos de diversos materiales entre los que se encuentran el carburo de tungsteno.

Equipo complementario.- Dentro del equipo complementario podemos encontrar un sin número de herramienta, pero entre las más usuales se encuentran las siguientes:

Conexiones para levantar tuberías de perforación, pistola mezcla lodos, llaves de cadena; viscosímetro Marsh, juego de herramientas para mantenimiento, juego de mordazas para romper conexiones, extinguidor para fuego, enfriadores de agua y botiquín.

Lodos de perforación.- El empleo de lodos como fluido de perforación en el sistema rotatorio, significa un gran ahorro de tiempo y en la simplificación de problemas de estos trabajos. La composición de los lodos es principalmente la arcilla y el agua; dada la naturaleza de los terrenos a perforar, se agregan según lo requiera cada caso, materiales como: silicatos de aluminio hidratado en diferentes porcentajes de sílice, alúmina y agua; caolinitas; bentonita que es una de las más usuales.

La función de los lodos en la perforación de pozos es la siguiente: la extracción del material perforado; impermeabilización y enjarre de las paredes del pozo; la refrigeración de la barrena y de la tubería de perforación, así como de su lubricación.

CAMIONES DE VOLTEO

Son destinados al transporte de materiales sólidos y sueltos como tierra, arena, grava, rocas, etc. Dentro de sus ventajas se encuentran su fácil movilidad, su adaptación a varios tipos de caminos, altas velocidades y facilidad en las reversas.

Las capacidades de los camiones volteo van aproximadamente de 3 a 12 yardas - cúbicas de volúmen de carga.

El camión volteo es, probablemente, la más familiar de las máquinas que se - - usan para hacer movimientos de tierra. Sin embargo, su estructura es más bien complicada, y es tan importante, que se considera indispensable hacer una descripción detallada de ella.

Se compone de cuatro partes principales. El chasis, que incluye: el bastidor, la defensa, los muelles, los ejes delantero y trasero, ruedas y llantas neumáticas. El tren de potencia, que está soportado por el chasis, consta del motor, - el embrague, la transmisión, el eje de propulsión, el diferencial y los ejes vi - vos.

La cabina es el compartimento para el operador. El volteo incluye: la caja, - - puerta trasera, protector de la cabina, y el sistema hidráulico y controles, es - una unidad completamente separada, generalmente construída por un fabricante diferente y que se puede adaptar a varios modelos de camiones.

El bastidor.- Consiste de dos canales de acero laminados con contravientos, - algunos de los cuales sirven de soporte al motor y a la transmisión.

El travesaño delantero se prolonga a los lados y sirve de defensa.

Los miembros laterales del bastidor, atrás de la cabina, tienen una separación de 34 pulgadas. La distancia del respaldo de la cabina al eje trasero es de 5 ft y se puede obtener otro chasis en que la distancia se alarga a 5, 7, 8.5 ft

Los muelles y ejes.- Los muelles son, generalmente, de tipo de hojas. Se sujetan al bastidor con dos grilletes, uno de los cuales es una articulación sencilla de pasador, la otra es una articulación en U para preveer el aumento de longitud de los muelles cuando se comprimen.

Los muelles traseros soportan la mayor parte de la carga, y tienen una sección proporcionalmente mayor. Se coloca un muelle auxiliar precisamente debajo del muelle principal, debajo de los soportes del bastidor, los cuales se apoyan en sus extremos cuando el muelle principal está parcialmente comprimido.

Cada muelle se sujeta al eje por medio de un par de abrazaderas y con el tornillo central se adapta a una caja en la parte superior del eje. La potencia para frenar en las cuatro ruedas y la tracción en las traseras, se transmiten al bastidor a través de los muelles, de manera que es muy importante que todas sus conexiones estén muy apretadas.

El eje delantero está formado por una viga I de centro bajo, y el trasero es hueco y lleva el diferencial y las flechas.

Los muelles traseros tienen cuatro funciones: soportar el peso del camión, absorber los baches del camino, dar estabilidad a la cubierta del eje contra la tog

sión producida como reacción a la rotación de las ruedas, y evitar que la cubierta gire hacia adelante o hacia atrás, como respuesta a las fuerzas de propulsión y frenado.

Los frenos.- Son hidráulicos y con un reforzador de aire comprimido, de vacío o de aire.

Tren de potencia.

Motor.- Los camiones más pequeños para carretera tienen motores a gasolina, - los mayores tienen motores a diesel. En los medianos el motor de gasolina es lo usual, con la opción de cambiarlo a diesel a un costo adicional. Los motores a diesel compensan su alto costo por el menor precio del combustible. Normalmente de 6 u 8 cilindros.

Embrague.- El embrague normal es de tipo seco, de uno o dos discos, colocado en el volante del motor. Embraga por el empuje de resortes y suelta empujando un pedal.

Transmisión.- Los camiones ligeros tienen transmisiones de cuatro a cinco velocidades. Los grandes de cinco a veinte.

Cuando son más velocidades, generalmente llevan una palanca de botón o de gancho junto a la palanca de cambio, que mueve una transmisión auxiliar eléctricamente o por medio de aire. Cada posición de la palanca principal da entonces dos o tres relaciones diferentes, lo que depende de la posición de los engranes auxiliares.

La toma de fuerza generalmente queda al lado de la transmisión, y para el volteo impulsa una flecha que va a la bomba del sistema elevador. La toma de fuerza se opera acoplando su engrane en la transmisión.

Eje impulsor.- Transmite la potencia de la parte trasera de la transmisión al piñón del diferencial. Puede estar construido de una sola pieza o de dos. Si es construido de dos, es probable que la pieza delantera lleve el tambor del freno de estacionamiento y que esté apoyado en el extremo trasero de un cojinete en un travesaño del bastidor.

Los ejes de una pieza, o la pieza trasera de los dos, tienen una junta universal en cada extremo, lo que es necesario por estar inclinado hacia abajo para llegar al conjunto del eje trasero, como porque el eje y el bastidor cambian de posición relativa entre sí al pasar por algún bache.

El diferencial.- Los diferenciales que con frecuencia se llaman ejes impulsores, en unidades menores, con frecuencia usan un sistema impulsor hipoidal.

Los ejes.- Los ejes vivos también llamados flechas del eje, están acoplados por estrías en los engranes correspondientes. Transmiten la potencia a los cubos de las ruedas o a las transmisiones finales. Los del tipo completamente flotante, no soportan ningún peso, y están apoyados en los cojinetes en el diferencial y en los cubos de las ruedas.

En el extremo exterior de las flechas se amplía para formar una platina, que se atornilla en la parte exterior del cubo de las ruedas. Estos tornillos deben resistir todo el par de propulsión del camión y deben mantenerse muy apretados para

evitar que se corten.

Cubos y ruedas.- Los cubos de las ruedas traseras llevan la potencia de las -
platinas de las flechas a las ruedas propulsoras a través de los birlos; llevan -
también los tambores del freno y transmiten el empuje de las llantas sobre el ca -
mino y el arrastre de los frenos a través de los cojines del cubo a la cubierta -
del eje, de donde va a través de los muelles traseros y de los columpios delan -
teros al bastidor.

Las llantas.- Las llantas construídas para la carretera se gastan más conforme
aumenta la velocidad, pero la rapidez del desgaste no aumenta tanto como en -
los camiones construídos para trabajar fuera de camino. Se consideran velocida -
des moderadas en los caminos, las de 45 a 70 km/hr.

Para usarlas en los volteos, generalmente la mejor inversión se hace en las llan -
tas más grandes que se puedan conseguir, debido a la tracción adicional que pro -
porcionan y por su resistencia a los abusos.

Las ruedas delanteras generalmente llevan mucho menos peso que las traseras y
con frecuencia se pueden usar con seguridad llantas más pequeñas y más lige -
ras. Sin embargo, cuando todas las llantas son del mismo tamaño, solamente
es necesario llevar una de repuesto, y la vida de las llantas traseras gastadas
se puede prolongar mucho, montándolas adecuadamente. Cuando se usan llan -
tas delanteras grandes pueden frotar con el bastidor cuando se dan vueltas brus -
cas.

Desde el punto de vista seguridad, las ruedas delanteras deben llevar llantas -

buenas, porque un reventón delantero en un camión cargado puede hacerlo perder el control; mientras que un reventón en la trasera puede soportar la carga la llanta compañera .

Las llantas dobles son dos llantas montadas en dos ruedas que están atomilladas al mismo cubo. Todos los camiones volteo y la mayor parte de los fabricados para trabajar fuera de carretera usan llantas propulsoras dobles .

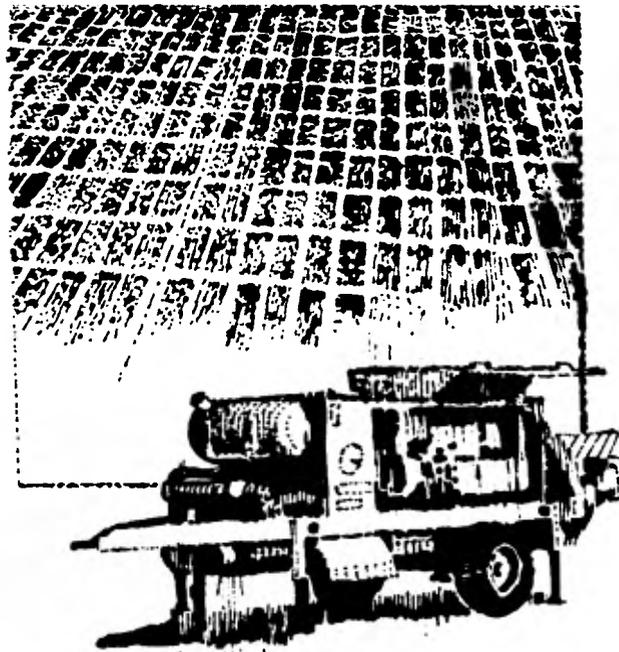
Las dos llantas de un grupo funcionan como una unidad. Deben ser del mismo tamaño y de la misma clasificación por capas, tener aproximadamente pisos iguales y estar infladas a la misma presión. De otra manera, la llanta mayor o más dura llevará una proporción mayor de la carga y probablemente se dañe .

Las llantas delanteras deben durar mucho más que las traseras, porque ellas no transmiten ninguna fuerza de propulsión y soportan cargas mucho más ligeras. Sin embargo, están sujetas a sufrir un desgaste excesivo si están desalineadas .

La caja de volteo.- La unidad de la caja de volteo consta de la caja, de la puerta, accesorios como cadenas, pasadores y equipos opcionales como los protectores de la cabina. El sistema elevador, que a menudo se vende como unidad separada, que incluye un bastidor auxiliar, una bomba, válvula, cilindro hidráulico y los controles .

CAPITULO _____ 3

**Descripción
de los principales sistemas
que componen la maquinaria
para la construcción**



Introducción

En este Capítulo se describen los principios y las características generales que rigen el funcionamiento de los principales sistemas que componen las máquinas y vehículos empleados en la industria de la construcción.

templado o para resistir esfuerzos máximos.

Las principales partes del cigueñal son: muñequillas y muñones para los cojinetes de bancada y de cabeza de biela, contrapesos que lo balancean cuando gira.

La finalidad del contrapeso es:

- a) El balanceo del motor
- b) La supresión de las vibraciones producidas por la rotación del eje
- c) El reparto uniforme de la carga entre los cojinetes de bancada
- d) Compensar el orden de encendido del motor

Casi todos los motores lubrican el cigueñal con aceite a presión a través del ducto que posee el propio cigueñal.

3.- El árbol de levas.

El árbol de levas suele ser de una sola pieza, de fundición o forjados, el árbol lleva una leva de admisión y otra de escape por cada cilindro, además de varias muñequillas sobre las que gira. El árbol se suele accionar desde el cigueñal, por intermedio de los engranajes de distribución.

Los árboles de levas se hacen de aleaciones de acero con bajo contenido de carbono y las superficies de las levas y de las muñequillas se carburizan después, antes del acabado final.

4.- Bielas.

La biela tiene que ser ligera, no obstante, suficientemente robusta como para transmitir al cigueñal la fuerza de empuje del pistón. La biela consta de un vástago con un pie en un extremo y una cabeza de mayor diámetro en el opuesto.

El pie es el cojinete en que gira el muñón, mientras que la cabeza de la biela - recibe la muñequilla del cigueñal. La cabeza de la biela está partida y la media pieza suelta, llamada sombrerete, va atornillada a la cabeza.

5.- Pistones.

El pistón cumple con tres principales funciones:

- Recibe la fuerza de la combustión
- Transmite esta fuerza al cigueñal
- Lleva los anillos que hermetizan y barren el cilindro.

Los pistones tienen que reunir las siguientes cualidades:

- a) Estar fabricados con precisión, para que entre ajustado en el cilindro.
- b) Ser de construcción robusta, para resistir las fuerzas de la combustión y las bruscas paradas y arranques durante la carrera.
- c) Estar perfectamente equilibrado, para neutralizar la inercia a grandes velocidades.

Las principales partes del pistón son:

- a) Cabeza
- b) Falda
- c) Ranuras para los anillos
- d) Estrías.

La cabeza es la superficie sobre la que se ejerce la presión de los gases al quemarse.

La falda es la parte que queda por debajo de las ranuras de los anillos.

Ranuras para los anillos, van en la cabeza o corona del pistón.

Estrías de la corona del pistón separan unas ranuras de otras y dan apoyo a los segmentos.

6.- Anillos o segmentos.

Sus funciones son tres:

- a) Hacer un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
- b) Ayudar a enfriar el pistón derivando el calor.
- c) Barrer el aceite de lubricación entre el pistón y la pared del cilindro.

Los anillos son de dos clases:

- De compresión
- De rascado o lubricación.

Los anillos de compresión impiden que los gases pasen al carter del motor en los tiempos de compresión y explosión.

Los anillos de rascado o barrido de aceite. Es el más inferior de los que lleva el pistón. El aceite barrido pasa al fondo de las ranuras en que va alojado donde pasa a retomarse al carter.

7.- Cilindros.

Es un tubo vacío en el que se alojan los pistones. Hay dos tipos:

- 1) Fundidos en el bloque
- 2) Encamisados.

Fundidos en el bloque.- Los fabricantes suelen preferir este tipo en el que el bloque y los cilindros son una sola pieza.

Encamisado individual. La ventaja principal del encamisado estriba en la mayor economía y del recambio. Las camisas pueden ser de dos tipos:

- Camisas secas.
- Camisas Húmedas.

8.- Bombas.

Las principales son:

- a) De aceite
- b) De agua
- c) De combustible.

De aceite.- Son de dos tipos principales: de engranajes externos y de rotor.

De agua.- Suelen ser de tipo centrífugo y son el corazón del sistema de refrigeración.

De combustible.- Suelen ser de diafragma o eléctricas, su función es bombear combustible al carburador o inyectores.

9.- Carter.

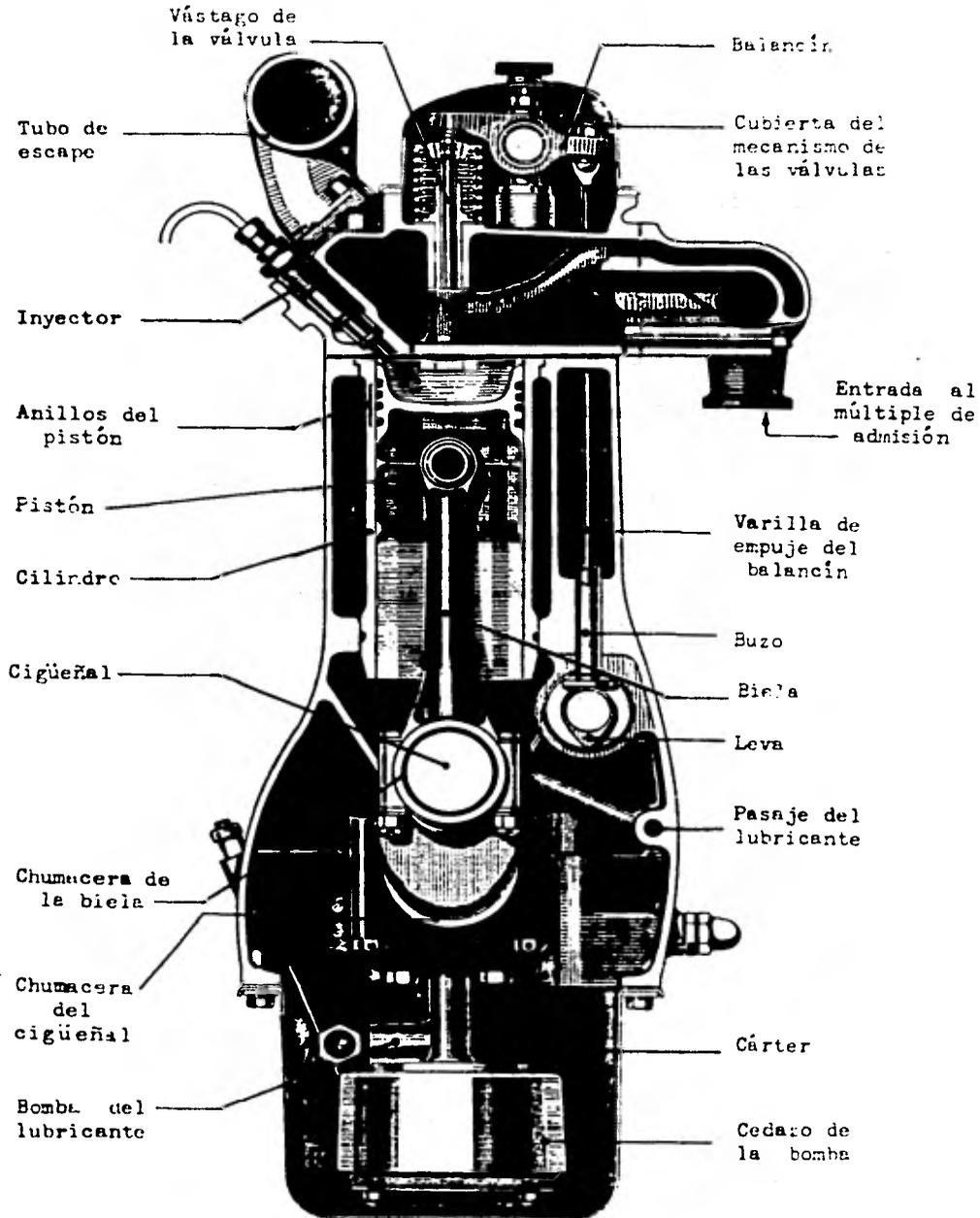
Sus partes principales son: una toma de aire, una salida para el aire mezclado con los gases, un dispositivo para hacer que el aire circule desde la boca de entrada hasta la salida.

Su función es cerrar el bloque de los cilindros por debajo.

10.- Válvulas.

Son las encargadas de dejar entrar o salir los gases, cerrando o abriendo el

PARTES PRINCIPALES DE UN MOTOR DIESEL



correspondiente orificio de comunicación con el cilindro. La válvula consta de cabeza y vástago. Existen tres tipos principales de válvulas:

- a) Válvula estándar
- b) Válvula de tulipán
- c) Válvula de cabeza plana (Ver figura)

11.- Volante del motor.

Sus funciones principales son:

- Almacenar energía cinética de cada carrera de combustión
- Hacer redondo y uniforme el giro del cigueñal
- Transmitir la fuerza desarrollada por el motor

Los volantes suelen ser de fundición de hierro o de acero y se fija en el cigueñal mediante espigas de centrado y tornillos.

Además de las funciones básicas que cumple, también se utiliza

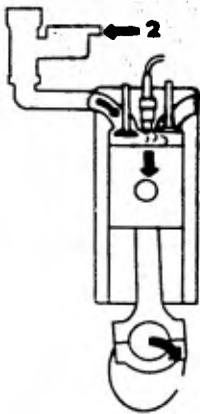
- Para arrancar el motor por intermedio de la corona del volante
- Para hacer de plato de fricción del embrague.

Funcionamiento del motor.

Motor de cuatro tiempos y de dos tiempos. El ciclo de estos motores es:

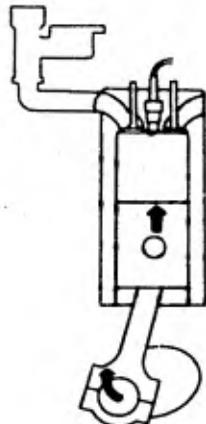
- 1) Admisión.- La carrera de admisión comienza cuando el pistón está en su punto muerto superior y termina poco después de rebasado su punto muerto inferior, durante la carrera de bajada, la válvula de admisión se abre dejando entrar en el cilindro la mezcla de aire y combustible aspirada.

- 2) **Compresión.**- La carrera de compresión empieza en el punto muerto inferior, cuando el pistón comienza a subir comprimiendo la mezcla. Las válvulas de admisión y escape están cerradas y el volúmen de la mezcla se reduce por la compresión a una fracción de su valor inicial.
- 3) **Explosión.**- La carrera de explosión comienza cuando el pistón ha llegado casi al punto muerto superior, momento en el que es inflamada la mezcla. La explosión de esta hace bajar con fuerza al pistón. Las válvulas continúan cerradas, aprovechándose al máximo la fuerza de expansión de los gases.
- 4) **Escape.**- La carrera de escape comienza cuando el pistón ha llegado al punto muerto inferior de su carrera de explosión. La válvula de escape se abre y el pistón que empieza a subir empuja los gases quemados fuera del cilindro. Cuando el pistón llega al punto muerto superior de la carrera de escape, se cierra la válvula de escape y da comienzo un nuevo ciclo.



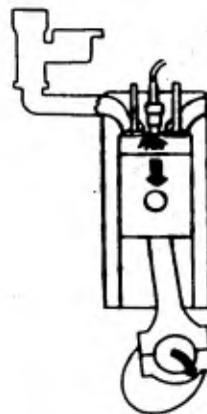
(1) Admisión

Al bajar el pistón aspira la mezcla del carburador por la válvula de admisión abierta.



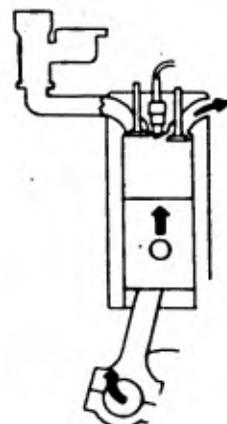
(2) Compresión

En la carrera de subida el pistón comprime la mezcla. Las válvulas de escape y admisión están cerradas.



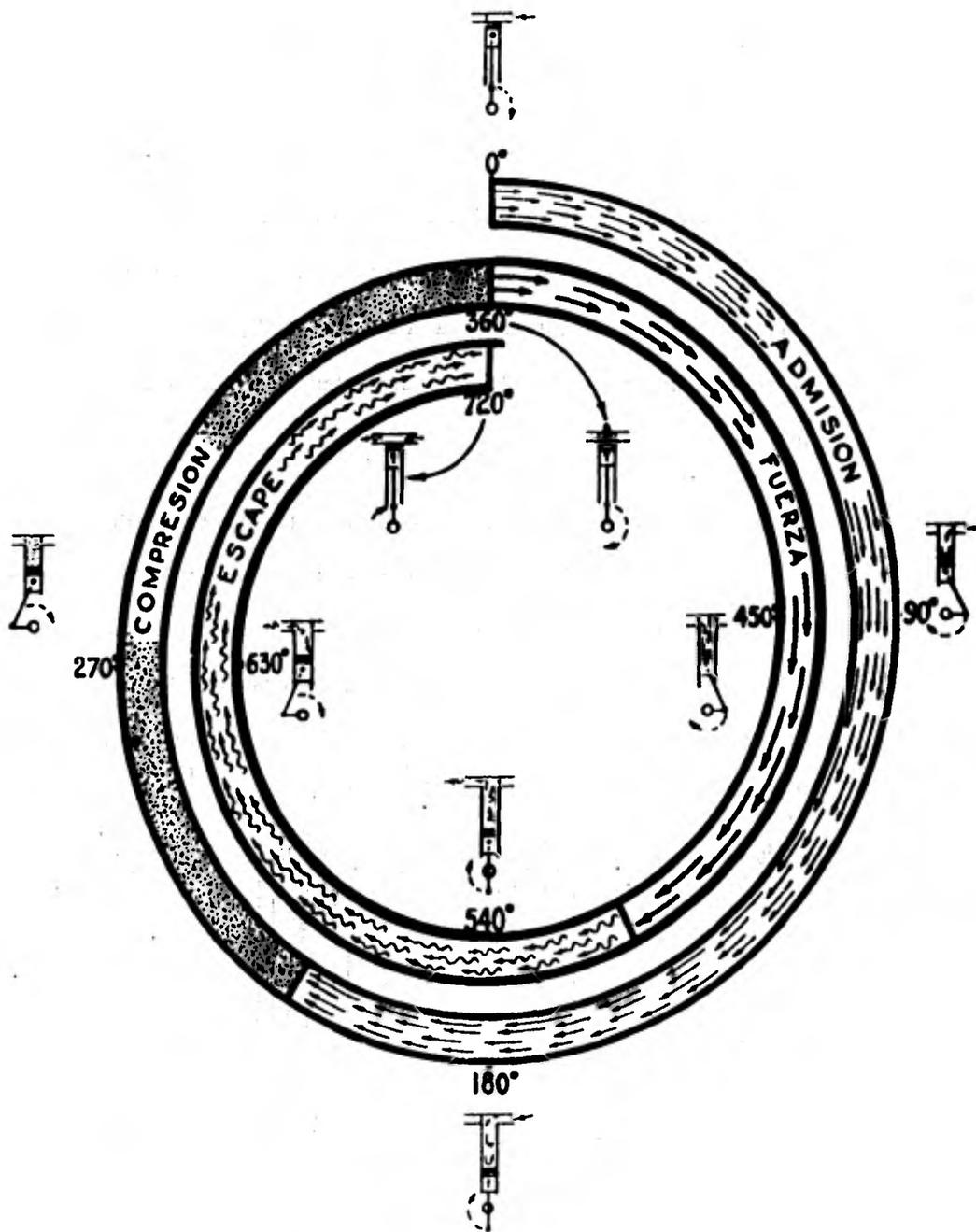
(3) Explosión

La chispa de la bujía inflama la mezcla y la explosión empuja el pistón hacia abajo. Las dos válvulas continúan cerradas.



(4) Escape

Al subir de nuevo el pistón empuja los gases quemados hacia el exterior por la válvula de escape abierta.



- DIAGRAMA DE LA OPERACION DE UN MOTOR DIESEL DE CICLO DE CUATRO TIEMPOS. NOTESE QUE SE REQUIERE UNA ROTACION DEL CRANQUEAL DE 720° O SEAN DOS REVOLUCIONES

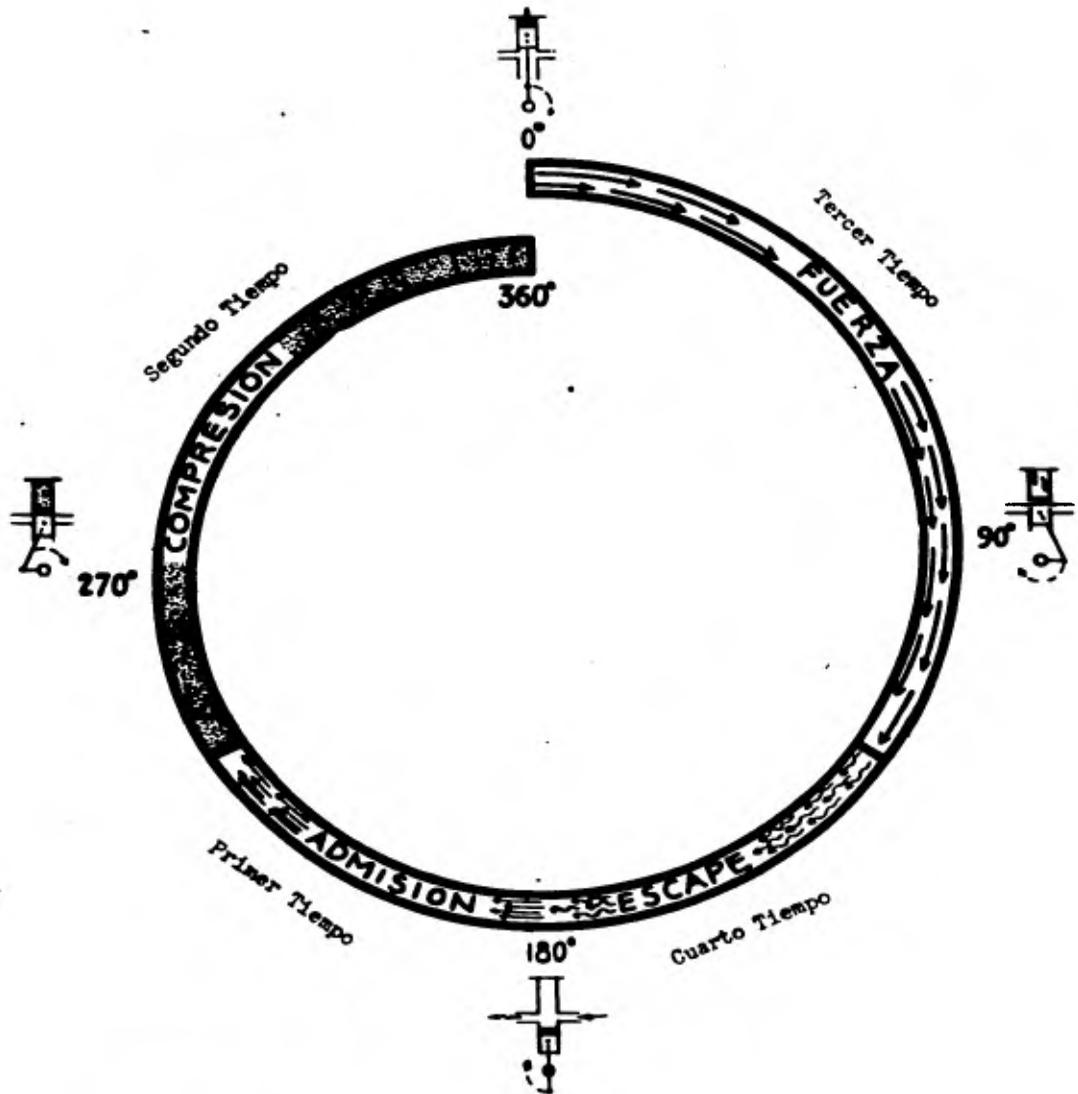


DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE DOS CARRERAS.

COMPARACION ENTRE LOS CICLOS OTTO Y DIESEL

TIEMPO	MOTOR DIESEL	MOTOR DE GASOLINA
ADMISION	Se absorbe aire puro dentro del cilindro.	Se absorbe aire mezclado con gasolina.
COMPRESION	Se comprime grandemente el aire, para que se caliente.	Se comprime moderadamente la mezcla combustible.
EXPLOSION	Se inyecta una cantidad media de combustible y la inflamación va ocurriendo a medida que el pistón baja.	Se produce una chispa eléctrica que hace explotar a la mezcla, lanzando el pistón hacia abajo.
ESCAPE	Salen los gases quemados, acelerados casi siempre por el aire puro que después se emplea en el tiempo de admisión. El cilindro queda limpio de gases inútiles.	Salen los gases quemados primero por la misma presión que tienen, y después por el movimiento ascendente del pistón. El cilindro no queda enteramente limpio.

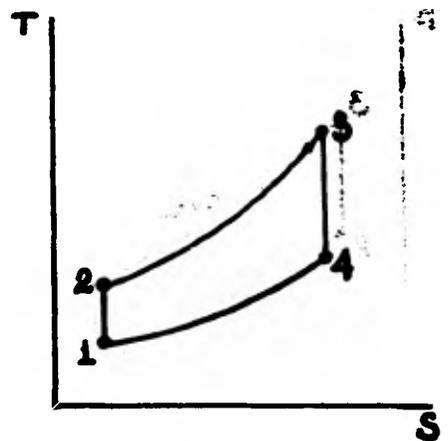
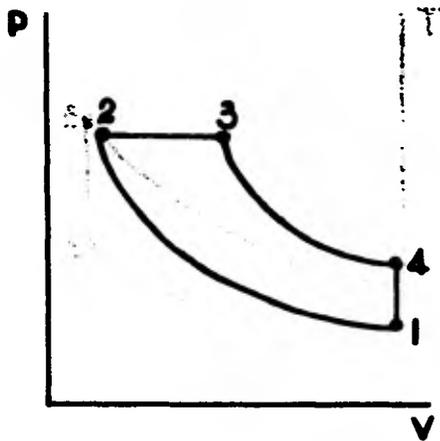
CLASIFICACION DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

1.-	Ciclo	Otto Diesel	
		Simple efecto Doble efecto	
2.-	Tipo	Pistón en oposición	Manivela única Manivela doble
		Pistón buzo Pistón con faldón Ciclo de dos tiempos Ciclo de cuatro tiempos	
3.-	Disposición y número de cilindros	En línea 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 En V 2, 4, 8, 12, 16 Radial 2, 3, 5, 7, 9, 11, 12 Radial en baterías de 1, 2, 3, 4 Tipo X Tipo de barril	
4.-	Posición del cilindro	Horizontal Vertical Invertido	
5.-	Válvulas	De seta De camisa Rotativas Lumbreras	En la culata Cabeza en L Cabeza en T Cabeza en F
6.-	Ignición	Chispa Compresión Cabeza ardiente	Magneto Batería
7.-	Arranque	Por batería Por aire comprimido Por inercia Por cartucho Por motor auxiliar	

8.- Refrigeración	Líquida	Revestimiento húmedo
	Aire	Revestimiento seco
	Aspiración natural	Accionamiento por engranes
9.- Alimentación de aire	Sobrealimentación	Accionamiento por turbina
	Transversal	
	Barrido en bucle	
	Longitudinal	
10.- Alimentación de combustible	Carburador	Gasolina
		Gas de baja presión (L.P.)
		Gas natural
		Sólida
		Aceite
	Inyección de combustible	Por aire
		Con distribuidor
		Gasolina
		Directa
11.- Lubricación	Cisterna húmeda	
	Cisterna seca	
	A presión	

Ciclo Otto teórico.

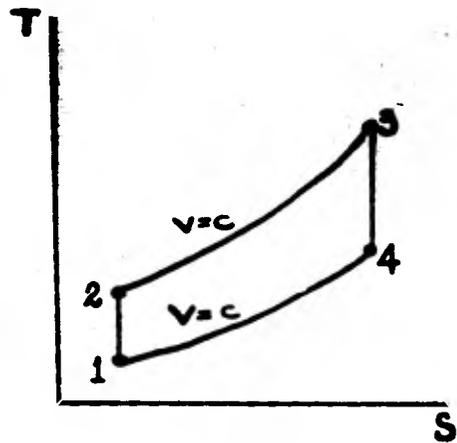
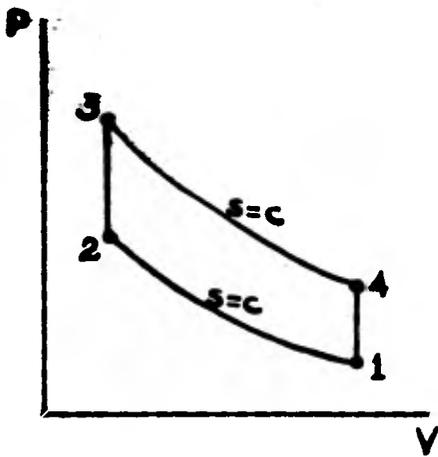
Supongamos que en el cilindro siempre hay la misma cantidad de aire, los tiempos de aspiración y de expulsión no es posible considerarse. El ciclo ideal supone: compresión isentrópica (1 a 2); adición de energía a volumen constante (2 a 3); expansión isentrópica (3 a 4), y evacuación a presión constante (4 a 1). Todos los procesos son reversibles y el aire actúa como un gas perfecto, con calor específico constante.



CICLO OTTO TEORICO

Ciclo diesel teórico.

Este ciclo supone: compresión isoentrópica (1 a 2); adición de energía a presión constante (2 a 3); expansión isoentrópica (3 a 4), y expulsión de energía a volumen constante (4 a 1). Se supone que el aire es el único medio que interviene en el proceso, y que es un gas perfecto.



CICLO TEORICO DIESEL

PRINCIPIOS O LEYES QUE LOS RIGEN.

Leyes de la Termodinámica.- Son dos principales: la primera dice que la energía solo se transforma, la segunda que el proceso de transformación de la energía es irreversible.

Ley de Boyle Mariotte.- Toda masa gaseosa se puede comprimir y que el producto de su presión por su volúmen, es constante mientras permanece constante su temperatura.

Esta ley es definitoria para el proyecto de un motor, en el que se combinan cilindrada y relación de compresión.

La Ley de Gay Lussac.- Los cambios de temperatura de una masa gaseosa se traduce en cambios directos de volúmen y presión.

Si se aumenta la temperatura de un gas manteniendo constante su volúmen, aumentará su presión; si se aumenta la temperatura y se mantiene constante la presión, aumenta el volúmen del gas.

La energía calorífica liberada en la cámara de combustión de un motor, provoca la expansión de la mezcla de aire y combustible. La cámara de combustión es de volúmen reducido (relación de compresión) produciéndose un cambio de volúmen relativamente grande durante el tiempo de explosión. Sin embargo, este aumento del volúmen no es todo, lo grande que necesitaría la expansión completa del gas al quemarse, lo que hace que amente la presión considerablemente.

Ley de Boyle Mariotte y Gay Lussac combinadas.- El motor diesel está basado en las dos leyes que acabamos de citar. El aire (un gas) está aspirado en la cámara de combustión. La reducción del volúmen durante la carrera de compresión, eleva la presión y la temperatura del aire. El combustible inyectado en este aire comprimido se inflama por la elevada temperatura de la compresión. La combustión eleva aún más esta temperatura y al expansionarse los gases empujan con fuerza el pistón en el tiempo de explosión. La presión aplicada depende de la velocidad de la combustión y del calor retenido por los gases y que no se pierde en calentar las paredes de los cilindros, ni por el escape.

Este mismo principio es la causa de la detonación en los motores de gasolina. La gasolina se inflama a temperatura mucho más baja que el gasoil. Si la temperatura se eleva demasiado por la compresión, la mezcla se inflama mucho antes de haberse completado la carrera de compresión y se produce un retroceso del motor. Por estas razones, en el proyecto de los motores de combustión interna se tiene que aplicar las tres leyes a las variables conocidas reguladas por ellas.

Prueba de funcionamiento.

Existiendo infinidad de aparatos para probar cada parte del motor, la prueba más eficaz y completa para saber el estado y el funcionamiento del motor es la prueba del dinamómetro.

La prueba dinamométrica de un motor comprende las siguientes pruebas, cuyos puntos son:

- 1) Potencia desarrollada por el motor
- 2) Análisis de los gases del escape
- 3) Consumo de combustible
- 4) Escape de gases al carter
- 5) Grado de estrangulación de la admisión de aire en el purificador
- 6) Presión del aceite
- 7) Estado de la batería
- 8) Corriente de carga producida por el alternador o la dinamo
- 9) Funcionamiento del embrague

Forma de realizar la prueba del dinamómetro:

- a) Acoplar el motor al dinamómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- b) Hacer funcionar el motor con media carga hasta que el refrigerante y el aceite del carter alcancen la temperatura de régimen. Para ello se necesitarán unos 30 minutos. Esta condición es muy importante para el resultado exacto de la prueba.
- c) Aumentar progresivamente la carga hasta que las revoluciones del motor se reduzcan a las que se indican en el manual de servicio del mismo para el trabajo con la carga nominal.
- d) Hacer las lecturas de la potencia en el dinamómetro.
- e) Compara estas lecturas con los caballos de fuerza que se indican en el manual de servicio.

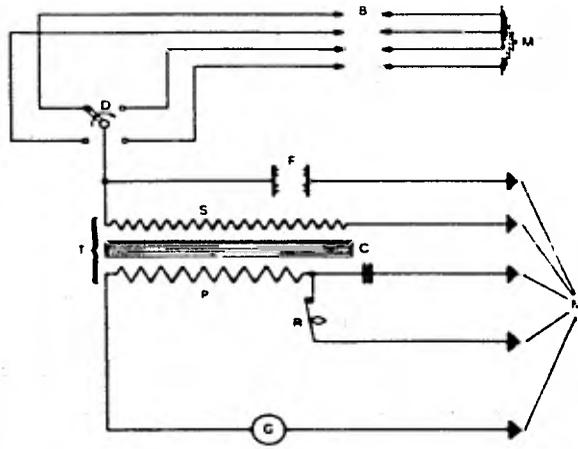
Como es natural, el motor no dará casi nunca la potencia máxima indicada en el manual. Solo que esta sea muy inferior se debe concluir que el motor necesita - repararse.

Mientras el motor está trabajando con carga, se observa la boca del tubo de respiración del carter. Si salen muchos humos por él, se quita también el tapón de la boca de llenado de aceite. Si por ésta salen demasiados humos, es señal de que pasan demasiados gases quemados al carter. En este caso se debe reparar el motor para que recobre su potencia.

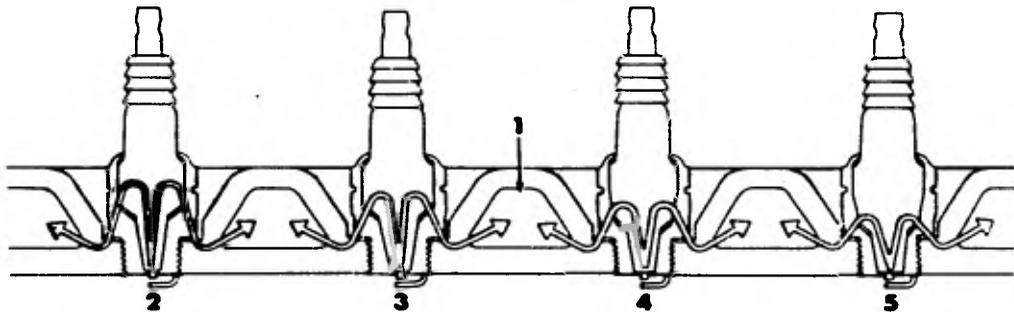
SISTEMA DE ENCENDIDO

En los motores de combustión interna, el encendido es la operación que provoca la combustión de la mezcla de combustible y comburentes. Según el tipo de encendido, los motores de la combustión interna se subdividen en motores de encendido por -- chispa y motores de encendido espontáneo. En los motores de encendido por chispa, la mezcla de aire y gasolina, contenida en la cámara de explosión, se inflama tras la fase de compresión, mediante una chispa eléctrica producida por una corriente de alta tensión. Para este fin el dispositivo del encendido comprende siempre los siguientes elementos principales: un generador (G) que proporciona corriente de baja tensión, un transformador (T) compuesto por las bobinas primaria (P) y secundaria (S), un ruptor (R) intercalado en el circuito (P), un eventual -descargador (F) en paralelo en el circuito (S), un distribuidor (D) y las bujías (B). La corriente producida por el generador pasa al circuito primario constituido por una bobina de pocas espiras, de un hilo de mucha sección y poca longitud, y de aquí pasa a la masa (bastidor del vehículo); esta corriente de baja tensión, es interrumpida automáticamente, en momentos determinados, por el ruptor (R). Como consecuencia de estas interrupciones, se produce, en el circuito secundario y por inducción una corriente que resulta de alta tensión y de poca intensidad, a causa del gran número de espiras de la bobina secundaria y de la poca sección del hilo. La corriente del circuito secundario pasa a un distribuidor que la envía seguidamente a la bujía entre cuyos electrodos salta la chispa. La sincronización entre las rotaciones de las excéntricas que accionan al ruptor y de la escobilla del distribuidor hace posible que el cierre del circuito secundario tenga lugar en el momento que se interrumpe la corriente en el circuito primario.

En los motores de encendido por chispa, los órganos fundamentales del encendido, a excepción de las bujías, pueden estar reunidos en un sólo aparato que, en este caso, se llama magneto. Si, por el contrario, el generador está constituido por una



Encendido: Esquema de principio de un circuito de encendido por chispa para motores.

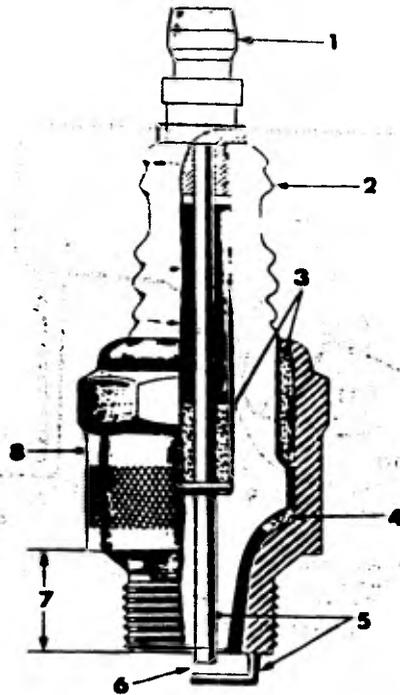


1 - Sistema de refrigeración del motor

2 - Caliente
3 - Medio caliente

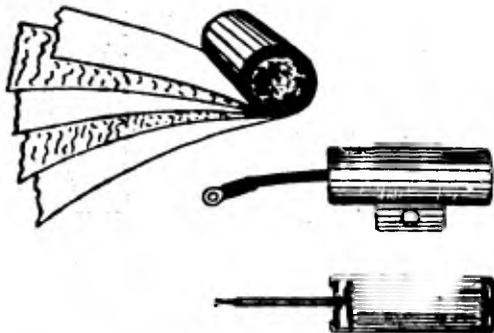
4 - Medio fría
5 - Fría

- Bujías para diferentes temperaturas de trabajo

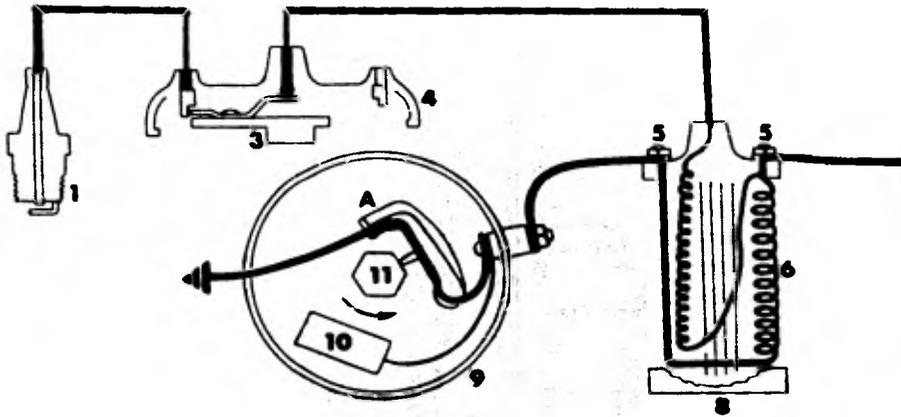


- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 - Terminal | 5 - Electrodo |
| 2 - Aislador | 6 - Separación entre |
| 3 - Cemento que hace | electrodo |
| el cierre hermético | 7 - Longitud |
| 4 - Junta | 8 - Cuerpo de acero |

Bujía de encendido



VISTA DE LA CONSTRUCCION DE UN CONDENSADOR.



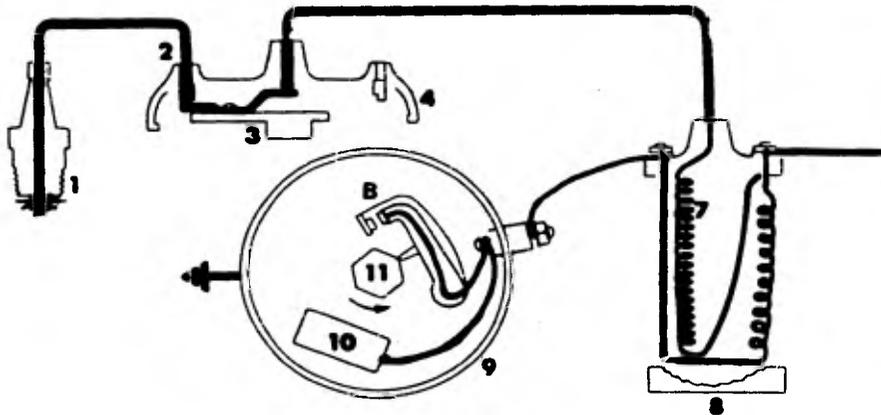
A - Puntos de contacto (cerrados)

- 1 - Bujía de encendido
- 3 - Pipa del distribuidor
- 4 - Tapa del distribuidor

- 5 - Terminal del primario
- 6 - Arrollamiento primario
- 8 - Bobina

- 9 - Distribuidor
- 10 - Condensador
- 11 - Levas del ruptor

Situación con el ruptor cerrado



B - Puntos de contactos (abiertos)

- 1 - Bujía de encendido
- 2 - Terminal para la bujía
- 3 - Pipa del distribuidor

- 4 - Tapa del distribuidor
- 7 - Arrollamiento secundario
- 8 - Bobina

- 9 - Distribuidor
- 10 - Condensador
- 11 - Levas del ruptor

Situación con el ruptor abierto

batería, el ruptor y el distribuidor se hayan reunidos en un solo aparato y el -- transformador es una bobina independiente, se dice que el encendido es de batería. Tanto en el encendido con magneto como en el de batería, el transformador, cons - tituido por los arrollamientos primario y secundario, permite alcanzar la tensión necesaria para la formación de la chispa entre los electrodos de la bujía en el in - terior del cilindro, donde se encuentra la mezcla gaseosa a una presión de 6 a 10 kg/cm². Quanto más alta es la presión al final de la fase de compresión, más neces - sario es disponer de una tensión elevada producida por el transformador. Por el - contrario, con la elevación de la temperatura disminuye la tensión necesaria para el encendido. A grandes velocidades, el cilindro no se llena completamente, por - lo que, si el motor está caliente le basta una parte de la tensión de encendido que necesita el motor frío. De todas maneras, la tensión necesaria entre los electro - dos de una bujía es del orden de unos 10,000 a 20,000 volts.

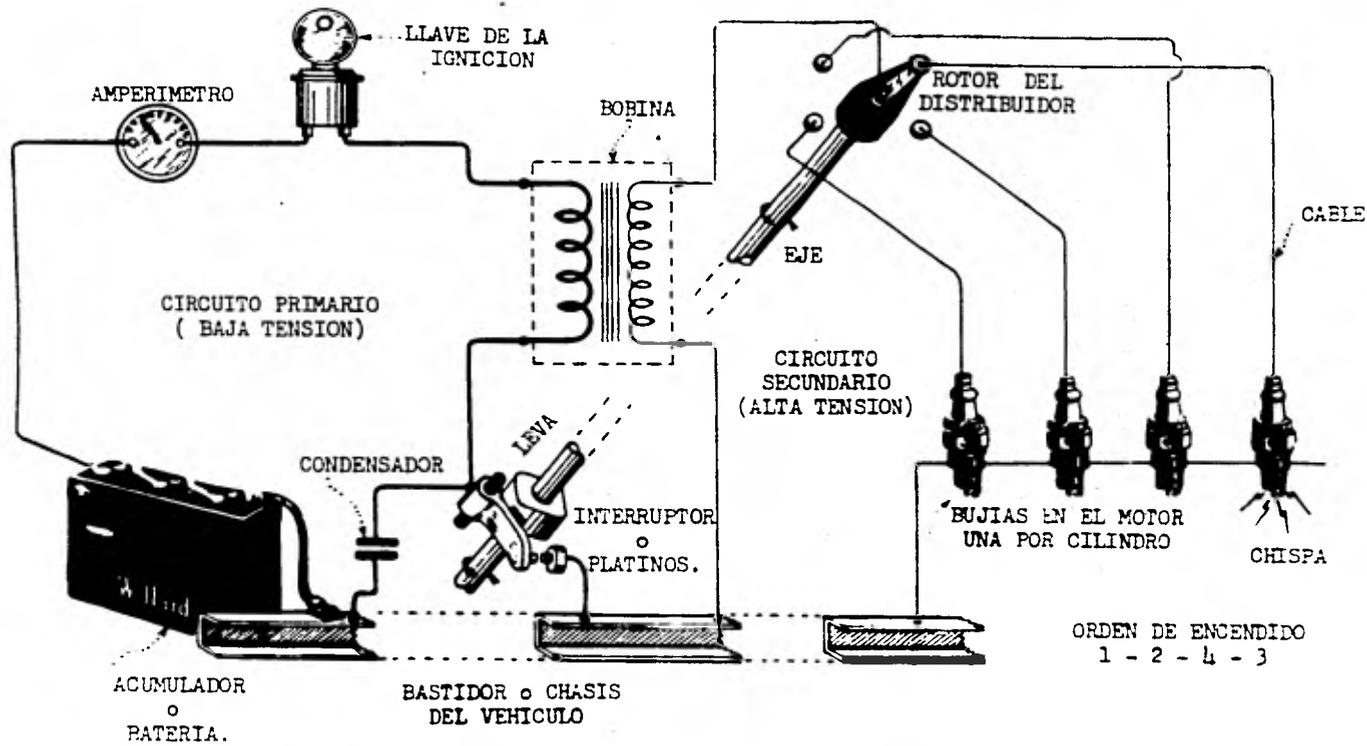
En los motores de encendido espontáneo (diesel) no existe instalación eléctrica de encendido: el aire comburente es aspirado hacia el cilindro donde se comprime has - ta alcanzar una temperatura cercana a los 600°C. El diesel inyectado en el cilin - dro, al finalizar la fase de compresión, encuentra una temperatura superior a su - temperatura de inflamabilidad y puede así encenderse espontáneamente. El fenómeno del encendido espontáneo es más bien complicado: las primeras gotas de diesel in - yectado en el cilindro, se calientan superficialmente hasta la temperatura de ebu - llición; luego, el vapor se mezcla con el aire sobrecalentado y puede inflamarse - espontáneamente. Las siguientes gotas de diesel llegan a la llama ya encendida en un ambiente de altísima temperatura, pero escaso ya de oxígeno; las últimas gotas encuentran todavía menor cantidad de oxígeno, de lo que resulta que las condicio - nes efectivas en las que se produce la combustión, varían a medida que se desarro - lla el fenómeno. El tiempo empleado por las primeras gotas de diesel en alcanzar - la temperatura del encendido recibe el nombre de retraso de encendido; cuando este retraso es excesivo, el funcionamiento del motor se hace ruidoso e irregular a cau

sa del encendido imprevisto de la casi totalidad del diesel que ha entrado durante el período correspondiente al retraso del encendido. El encendido repentino provoca una rápida subida de la presión y el picado en la parte superior del motor. El retraso del encendido depende de muchas causas; cuánto más alta es la temperatura del aire al final de la fase de compresión y cuanto más pulverizado es el diesel inyectado, menor resulta el retraso del encendido; también son esenciales las características del diesel. Para compensar el efecto de retraso del encendido y el del retraso de inyección, la emisión del diesel al cilindro se inicia antes de que el émbolo finalice la fase de compresión (avance de la inyección). En los motores diesel con antecámara, el encendido en frío está asegurado, en general, solo en la fase inicial, mediante adecuadas resistencias eléctricas situadas en las antecámaras de combustión y alimentadas por la batería hasta ponerlas incandescentes.

Orden de encendido.- Por orden de encendido en un motor de varios cilindros, se entiende el orden en que se suceden los encendidos de los diversos cilindros; por ejemplo en un motor de cuatro tiempos con cuatro cilindros, se suele adoptar el orden de explosión 1-3-4-2. es decir, después del encendido en el cilindro 1, se produce el encendido en el cilindro 3; luego el del cilindro 4 y finalmente en el del 2. El orden de explosión lo establece el constructor en relación con diversas exigencias: posición de las manivelas del cigueñal; reducción de las vibraciones del motor, movimiento regular de las corrientes gaseosas en los colectores de aspiración y escape, teniendo en cuenta la disposición dada de las válvulas. Para ejemplificar, en un motor de cuatro cilindros con orden de encendido 1-3-4-2 se adopta la siguiente disposición de las válvulas: E-A-A-E (A=válvula de admisión; E=válvula de escape). El orden de encendido adoptado en algunos motores es el siguiente:

Motor de cuatro cilindros en línea de cuatro tiempos.

1-3-4-2 ó 1-2-4-3



LA CHISPA SE PRODUCE CUANDO EL PISTON HA COMPRIMIDO DEL TODO A LOS GASES COMPUESTOS DE UNA MEZCLA DE GASOLINA CON AIRE

Motor de seis cilindros en línea de cuatro tiempos.

1-5-5-6-2-4, 1-2-4-6-5-3 ó 1-4-5-6-3-2

Motor de ocho cilindros en "V", de cuatro tiempos.

1-6-3-5-4-7-2-8, 1-5-4-8-6-3-7-2 ó 1-8-3-6-4-5-2-7.

En los motores de dos tiempos una vez determinada la posición de las manivelas -- del cigueñal para conseguir un equilibrio correcto, solo es posible un orden de - encendido que es el que resulta de hacer girar el cigueñal en sentido contrario - al motor.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento o refrigeración del motor tiene dos funciones principales:

- 1) Impide que el motor se sobrecaliente.
- 2) Mantiene la temperatura de trabajo constante.

El sobrecalentamiento podría quemar el motor en determinadas piezas; para que se produzca la combustión se necesita calor, pero el motor lo produce en exceso. El sistema de refrigeración se encarga de eliminar ese exceso de calor.

El mantenimiento de temperatura es la temperatura necesaria para que el motor pueda funcionar en condiciones óptimas.

Si se hace trabajar el motor demasiado caliente, se producen los siguientes fenómenos: Autoencendido, Detonación, Picado de Bielas, Pistones, Válvulas quemadas y Lubricación insuficiente.

Si se hace trabajar el motor demasiado frío: Se desgasta más de lo necesario, gasta más combustible, se acumula agua y cieno en el carter.

Tipos de Sistemas de Refrigeración. - En los motores modernos se emplean dos tipos de sistemas de refrigeración. Los sistemas de refrigeración por aire que se hace pasar alrededor del motor para disipar el calor y los sistemas de refrigeración por líquido, en los que éste refrigera el motor y se enfría después por aire.

La refrigeración por aire se emplea solamente en motores pequeños ya que es

complicado hacer que el aire llegue a todas las partes del motor . El aire se distribuye mediante pantallas, tubos y turbinas .

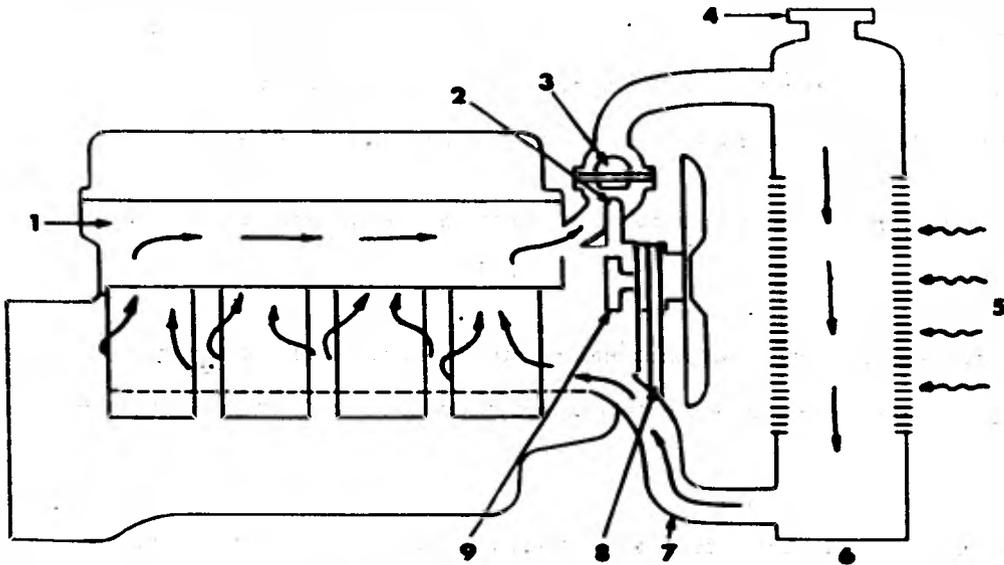
La refrigeración por líquidos suele ser a base de agua . En tiempo frío se le añade algún anticongelante . El aire circula por cámaras que rodean los cilindros y otras piezas a enfriar y el calor que se produce se transfiere al agua que llega al radiador . El aire que atraviesa el radiador disipa en él calor del agua . Por ser el más común en los motores modernos nos ocuparemos más a fondo de este sistema .

Sistema de Refrigeración por Líquido .- El sistema de refrigeración por líquido consta de las siguientes partes:

- Radiador y tapón de presión .
- Ventilador y correa del ventilador .
- Bomba de agua .
- Cámara de agua del bloque .
- Termostato .
- Mangueras de conexión .
- Líquido refrigerante .

El Radiador .- Es uno de los componentes principales de todo el sistema de refrigeración por líquidos . El es el encargado de transferir al aire atmosférico el calor del líquido . También actúa de depósito regulador para que el sistema disponga de líquido necesario en todo momento .

El radiador se emplea de dos tipos principales:



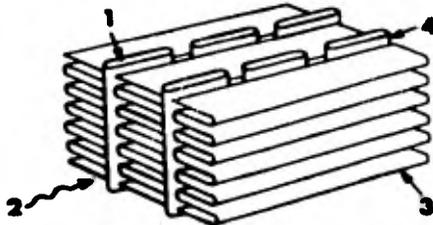
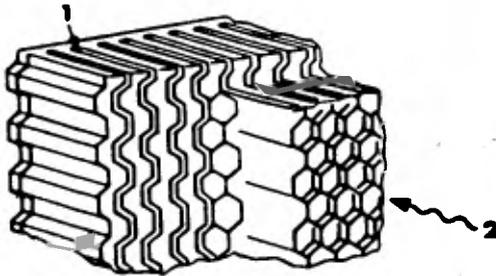
- 1 - Cámara de agua del motor
- 2 - Derrivación
- 3 - Termostato

- 4 - Tapón a presión
- 5 - Aire refrigerante
- 6 - Radiador

- 7 - Manguera
- 8 - Corras del ventilador
- 9 - Bomba de agua

Sistema de refrigeración por líquido

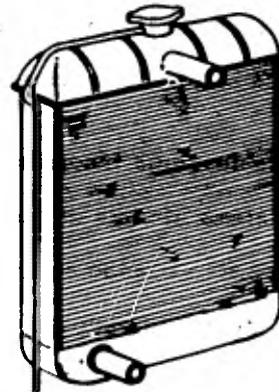
- Panel de radiador con celdas



- 1 - Paso del agua
- 2 - Aire

- 3 - Aleta
- 4 - Tubito

Panel de radiador de tubitos y aletas



Radiador

- Los radiadores de panel de celdillas, que se emplean donde la velocidad del aire es grande y la resistencia ofrecida por el radiador debe ser la menor posible, como ocurre en los aviones y automóviles de carreras.
- Los radiadores de tubo y aletas, que son los más empleados en los demás motores.

En ambos tipos de radiadores el refrigerante entra en el radiador por su depósito superior y desciende por numerosos tubitos rodeados de aletas atravesadas por el aire.

El tapón del Radiador.- Los sistemas presurizados permiten que el motor trabaje a una temperatura de régimen más alta, sin que hierva el líquido y se pierda por evaporación.

Casi todos los sistemas modernos requieren de un tapón especial para el radiador. Este cumple dos funciones.

- Deja que entre el aire atmosférico en el depósito del radiador.
- Impide la salida del refrigerante a la presión normal.

Una válvula de descarga incorporada en el tapón deja salir el vapor cuando la presión del sistema alcanza un punto determinado. Otra válvula de vacío que lleva el tapón, se abre cuando se enfría el líquido y deja que entre aire atmosférico en el sistema, impidiendo que se forme vacío.

Para que no se produzcan averías en el sistema de refrigeración por exceso de presión o de vacío, se tiene que revisar periódicamente el funcionamiento de las dos

válvulas del tapón.

El Ventilador. - Fuerza el aire a través del radiador para disipar más aprisa el calor del líquido. El ventilador suele ir entre el radiador y el bloqueo de cilindros, montado sobre el frente del motor. Suele accionarse desde la polea del cigueñal y por medio de una correa trapezoidal.

Puede ser un ventilador aspirante o impelente, según como vayan las paletas en relación con el sentido del giro.

- Los ventiladores aspirantes, aspiran el aire a través del radiador y lo hacen pasar por el motor, este tipo de ventiladores pueden ser más pequeños, lo mismo que el radiador en comparación con los impelentes que se emplean siempre que el movimiento de la máquina ayuda a que el aire atraviese el radiador.
- Los ventiladores impelentes fuerzan el aire a través del radiador, se emplean en máquinas que avanzan a poca velocidad y siempre que haya peligro de que el radiador se cubra de materias extrañas por la aspiración del ventilador.

La Correa del Ventilador. - La correa del ventilador no debe estar demasiado floja, ni demasiado tensa. Una correa demasiado tensa sobrecarga el cojinete del ventilador acortándose la vida útil, lo mismo que la de la correa.

Una correa demasiado floja patina y hace que el ventilador mueva menos aire, desgastándose la correa excesivamente y haciendo que el motor alcance temperaturas demasiado altas, por lo cual es recomendable la revisión periódica de la correa y

de su tensión correcta, ya que es la responsable de accionar el ventilador y la bomba por medio de la polea del cigueñal.

La Bomba de Agua.- Hace circular el líquido por el sistema, extrae el refrigerante caliente del bloque de cilindros y lo fuerza a través del radiador para que se enfríe. Algunos llevan tubos de distribución y otros taladros especiales por lo que el líquido refrigerante llega directamente a las zonas más calientes, tales como los asientos de las válvulas.

Las bombas de agua suelen ser de tipo centrífugo y es como el corazón del sistema de refrigeración. Cuando esta no trabaja no circula líquido.

Casi todas las bombas modernas llevan cojinetes a base de rodamientos de bolas empaquetados con grasa permanente.

Cámara de Agua del Bloque de Cilindros.- Tanto el bloque de cilindros como la culata llevan cámaras y conductos por los que se hace pasar el líquido para enfriar los cilindros y las válvulas. En esta cámara solo está contenida una pequeña cantidad del volumen total del líquido. De esta forma se consigue lo siguiente:

- Que el motor frío se caliente rápidamente mientras permanece cerrado el termostato.
- Que la refrigeración sea eficaz cuando el termostato se abra.

Algunos motores modernos llevan un filtro para el líquido. Este filtro ablanda el agua y retiene la suciedad que se va acumulando, se deposita en el fondo, pudiéndose vaciar con solo quitar un tapón. El elemento filtrante se trata químicamente

para que retenga las sustancias corrosivas en combinación con un tamiz. De esta manera se evita que se formen incrustaciones en el radiador y en las cámaras para el agua del motor. El elemento filtrante también lleva una sustancia que se disuelve en el agua y la alcaliniza para impedir la corrosión de los metales por los ácidos.

Los filtros para el líquido no requiere más que dos servicios:

- El vaciado periódico de la suciedad acumulada en el fondo.
- El cambio periódico del elemento filtrante.

El Termostato.- Es una válvula que responde a los cambios de temperatura, regula la cantidad de líquido refrigerante que llega al radiador con objeto de mantener constante la temperatura, ello es necesario para que el motor pueda rendir toda la potencia de que es capaz.

Cuando el motor trabaja con poca carga, aunque sea en tiempo caluroso, solo se requiere una pequeña parte de la capacidad del sistema para mantenerlo a la temperatura correcta. Mientras el motor se está calentando, el termostato permanece cerrado. La bomba del motor hace circular el líquido por las cámaras del bloque de cilindros y de la culata, sin que aquel pase por el radiador. De esta manera el motor alcanza rápidamente su temperatura de régimen antes de que el termostato se abra, al abrirse el termostato, el refrigerante caliente puede pasar ya desde el motor al radiador y regresar.

Los termostatos para altas temperaturas, que abren a 82°C (180°F), mejoran el funcionamiento del motor, reducen la formación de cieno en el carter y el desgaseo.

te por corrosión de las piezas vitales.

Los motores que trabajan a esta temperatura tienen las siguientes ventajas:

- Quemar mejor la mezcla.
- Quemar las impurezas del aceite.
- Se lubrican mejor por fluir mejor el aceite.

En los motores con termostato para altas temperaturas no debe de emplearse anti-congelante a base de alcohol o de bajo punto de ebullición. Cuando el termostato no funciona correctamente, el motor trabaja demasiado frío o demasiado caliente; la válvula del termostato puede fallar por el exceso de calor o trabarse por óxido.

Es importante revisar periódicamente el termostato, el motor no debe funcionar - jamás sin termostato.

Dos son los tipos de termostatos que se emplean en los motores de combustión - interna:

- El de fuelle.
- El de espiral bimetálica.

El termostato de fuelle es como un pequeño acordeón cilíndrico de cobre que contiene un líquido de bajo punto de ebullición (éter). La elasticidad del fuelle mantiene la válvula cerrada mientras el agua está fría.

El termostato de espiral bimetálica consta de una espiral formada por dos metales de diferentes coeficientes de dilatación, que actúa sobre una válvula. El par bimetálica

es de acero bronce. El bronce se dilata más por el calor que el acero. Al aumentar la temperatura del agua que baña la espiral, esta se desarrolla y abre la espiral.

Mangueras de Conexión.- Suelen ser tubos de goma flexible que unen entre sí el bloque de cilindros y otras partes del sistema. Se emplean flexibles porque resisten mejor las vibraciones que los tubos rígidos, sin embargo, también tienen sus inconvenientes ya que pueden averiarse por el aire, el calor y el agua, de dos maneras diferentes:

- **Endureciéndose y agrietándose, con lo que pierde su flexibilidad causando la pérdida del líquido y desprendiéndose pequeñas partículas de goma que obstruyen los tubitos del radiador.**
- **Ablandándose e hinchándose, con lo que se desprende el revestimiento interior y termina por romperse la manguera.**

Las mangueras deben cambiarse periódicamente para evitar problemas de desgastes. Algunas mangueras llevan muelles interiores de refuerzo que pueden oxidarse y romperse.

El refrigerante.- Es el líquido que circula por el sistema, absorbiendo el calor de la cámara de bloque de cilindros y transfiriéndolo al aire a través del radiador; el agua es el refrigerante por excelencia, por las siguientes razones:

- **Abunda y lo hay en todas partes.**
- **Absorbe bien el calor.**
- **Fluye bien a cualquier temperatura entre su punto de congelación y el de**

ebullición.

Pero tiene los inconvenientes de que:

- Se congela a temperatura no muy baja.
- Hierve y se evapora a no muy alta temperatura.
- Es corrosiva para los metales.
- Deja incrustaciones en la cámara.

Pero en la actualidad se cuenta con aditivos capaces de neutralizar estos inconvenientes del agua, como puede ser los anticongelantes tanto a base de alcohol como a base de glicerinas.

Pruebas de funcionamiento.- Por estar presurizados todos los sistemas de refrigeración de los motores modernos, es preciso que todas las conexiones y componentes de aquellos hagan un cierre hermético para que pueda funcionar correctamente.

Si no se mantiene la presión dentro del sistema, el motor se sobrecalienta y se produce la pérdida del líquido refrigerante.

Antes de hacer cualquier reparación se debe probar el sistema de refrigeración completo.

Las fugas del sistema se prueban con un aparato dotado de manómetro que debe acoplarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Con el probador conectado al sistema se aumenta la presión y se inspeccionan

cuidadosamente el radiador, la bomba, las mangueras, los grifos de vaciado y el bloque de cilindros en busca de puntos en los que podría perder agua el sistema.

Todos los puntos por donde el sistema refrigerante pierde el agua se deben marcar para su reparación. Cuando no se localizan fugas y las hay, se procede a llenar con aire comprimido el radiador poniéndole el tapón y se sumerge en agua, la salida de burbujas denota el punto de fuga.

SISTEMA DE ESCAPE.

El sistema de escape recoge los gases de la combustión y los devuelve a la atmósfera cumpliendo las siguientes funciones:

- 1) La de disipar el calor.
- 2) La de disminuir los ruidos del motor.
- 3) La de conducir los gases quemados y sin quemar.

El sistema se compone de las siguientes partes:

- a) La válvula de escape.
- b) El colector de escape.
- c) El silenciador.
- d) El turborecuperador.

A) Válvulas de escape.- Las válvulas de escape se cierran durante la combustión de la mezcla y se abren con la suficiente antelación para dar salida a los gases quemados antes que el cilindro se vuelva a llenar con la nueva mezcla.

B) Colector de Escape.- Los colectores de escape recogen los gases de cada cilindro para conducirlos al silenciador.

Las lumbreras de escape de la culata y los conductos del colector son de la mayor sección posible con objeto de que los gases calientes se puedan expandir y salir sin restricción. El vaciado de los gases quemados en la carrera de escape es tanto más perfecto, cuanto más libre es el escape.

Cuando queda en el cilindro una parte de los gases quemados al final de la ca -

rera de escape, aquel admite menos cantidad de mezcla en la carrera de admisión, con la consiguiente pérdida de potencia y aumento del desgaste del motor.

C) Silenciador.- Los silenciadores conducen los gases hacia el exterior, disipan el calor y disminuyen el ruido de las explosiones del motor.

Existen dos tipos corrientes de silenciadores:

- De paso directo.
- Por deflexión.

Los silenciadores de paso directo consisten en un tubo directo interior perforado que atraviesa otro tubo exterior que viene a tener, aproximadamente, un diámetro tres veces mayor que el del tubo interior, la cámara de aire formada entre ambos tubos concéntricos se rellenan a veces con material aislante del ruido y resistente al calor.

Los silenciadores por deflexión consisten en varias cámaras comunicadas por trozos cortos de tubo dispuestos de manera que los gases vayan sufriendo deflexiones de sentido opuesto en su camino a la boca de salida.

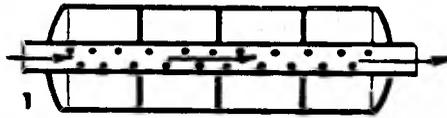
El silenciador actúa como una cámara de expansión para los gases, que amortigua de esta manera el ruido de su explosión.

También funciona como cortallamas, impidiendo que estas puedan incendiar cualquier material combustible.

D) TURBORECUPERADORES

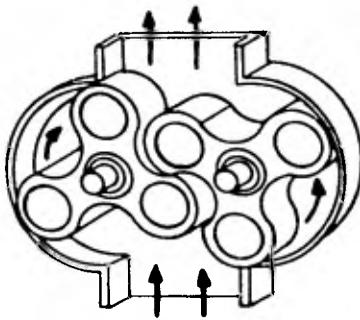
El turbo-compresor o turbo-recuperador consta de un compresor centrífugo, una caja central que sirve de soporte para los cojinetes y para unir entre sí las cajas

SILENCIADORES

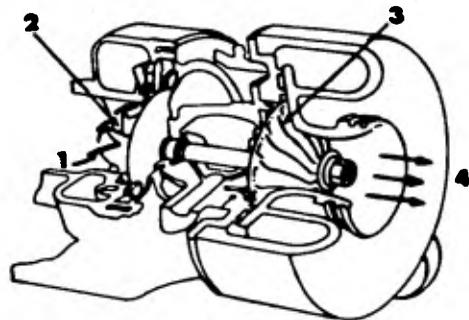


1 - Silenciador de paso directo 2 - Silenciador por deflexion

TIPOS DE COMPRESORES



Compresor tipo Roots



- 1 - Entrada del aire
- 2 - Ventilador
- 3 - Turbina
- 4 - Salida del aire

Sobrealimentador centrifugo (turbo-compresor)

de la turbina y del compresor, y una turbina de accionamiento.

La turbina de accionamiento y el compresor suelen ir montados sobre un eje común, pero en cajas separadas. En algunos turbo-compresores van en una sola caja separada en dos mitades.

El turbocompresor es mecánicamente independiente del motor que sobrealimenta. Solo está conectado con él por el tubo de escape y el colector de admisión. Puede lubricarse por el mismo sistema de lubricación del motor.

El calor de los gases del escape obliga a fabricar las turbinas con metales resistentes al calor. En algunos casos se refrigeran mediante camisas de agua.

El turbo-compresor no requiere ninguna regulación; la velocidad, el volumen de aire y la presión se adaptan automáticamente a las variaciones de la carga y de la velocidad del motor.

El turbocompresor es accionado por el impacto de los gases del motor. Estos se proyectan directamente sobre la turbina, haciéndola girar.

A la salida de la turbina los gases del escape continúan por el sistema normal de escape hasta la atmósfera.

Los turbo-compresores funcionan a grandes velocidades. Estas pueden ir desde las 40 000 hasta las 100 000 revoluciones por minuto, o más.

COMBUSTIBLE

El sistema de combustible para gasolina alimenta el motor con una mezcla de aire y combustible, preparada para que se quemé en los cilindros.

El sistema para gasolina consta de tres componentes básicos:

- El depósito de combustible
- La bomba de alimentación de combustible
- El carburador

El depósito de combustible, almacena la gasolina para el motor.

La bomba de alimentación de combustible manda la gasolina del depósito al carburador. Esta bomba solo se emplea en los sistemas de alimentación forzada.

El carburador realiza dos funciones: pulveriza el combustible en el aire y mezcla ambos en la proporción precisa para que se pueda quemar todo el combustible.

Sistema de alimentación de combustible.

El sistema de alimentación puede ser de dos maneras:

- Por la acción de la gravedad
- Por la acción de una bomba aspirante - impelente

Sistema de alimentación por gravedad: el depósito de combustible está siempre más alto que el carburador.

El carburador especial para este tipo de alimentación, lleva un flotador que deja entrar en él el combustible que va quemando el motor, manteniéndolo siempre al mismo nivel del carburador independientemente de lo lleno que esté el depósito.

Sistema de alimentación forzada: el depósito de combustible puede estar más abajo que el carburador pero se necesita una bomba de alimentación que aspire el combustible del depósito y lo mande al carburador.

Depósito de combustible: puede instalarse en diversas partes de la máquina. Suele fabricarse de chapa de metal y se fija al bastidor de la máquina. Su capacidad depende de la cilindrada del motor que alimenta.

La tubería por la que sale el combustible se suele conectar al depósito en el fondo del mismo o próximo al fondo.

Todo depósito de combustible tiene que comunicar con la atmósfera, para cuyo objeto llevan un orificio de respiración, bien sea en el tapón de la boca de llenado o en otro punto alto del depósito. Por este orificio puede penetrar el aire a medida que se va gastando el combustible. Sin este orificio se haría el vacío dentro del depósito y el combustible dejaría de salir.

Las tuberías para combustible: suele ser de acero estirado, modernamente se empieza a emplear cada vez más tubos flexibles de polivinilo.

Estas tuberías no tienen más misión que la de llevar el combustible de un punto a otro.

Indicadores del nivel de combustible. Los indicadores para el nivel de combustible más empleados hoy en día son los eléctricos que pueden ser de dos tipos:

- Flotador con contacto deslizante
- Flotador con fleje bimetal

Cada dispositivo consta de una unidad instalada en el depósito y de un instrumento de medida eléctrico instalado en el tablero de instrumentos.

Flotador con contactos deslizantes. La unidad instalada en el depósito consta de un flotador provisto de un contacto deslizante sobre una resistencia. Al subir o bajar el flotador, varía proporcionalmente la resistencia intercalada en el circuito eléctrico del instrumento que indica el nivel.

Flotador con fleje bimetal. - Este dispositivo consta de dos flejes bimetal idénticos con su respectiva bobina de calentamiento. Ambas bobinas están conectadas en serie con la batería, cerrándose su circuito eléctrico en el momento de girar la llave de contacto.

Bombas de alimentación de combustible.

Los sistemas de alimentación de combustible más simple aprovechan para hacer llegar el combustible al carburador. Sin embargo, se ha generalizado el empleo de la bomba de alimentación de combustible en automóviles, camiones, autobuses, etc. La bomba de alimentación de combustible cumple la función de aspirar el combustible del depósito y lo manda al carburador.

Los dos tipos principales de bombas son: la bomba combinada y la bomba de -

combustible eléctrica.

Bombas combinadas.- Estas bombas constan de una bomba de alimentación de combustible y una bomba de vacío independiente, pero accionada por un solo balanceo. Consta también de dos válvulas y un diafragma con un muelle de recuperación. Se diferencia sin embargo, en que bombea aire en lugar de combustible, creando un vacío que se aprovecha para accionar accesorios tales como el limpiaparabrisas o un servofreno de vacío.

Bomba de combustible eléctrica.- Este tipo de bomba se suele emplear en los casos en que no resulta práctico el accionamiento mecánico de la bomba. La bomba eléctrica consta de un fuelle metálico flexible accionado por un electroimán. Se activa al cerrar la llave de contacto, el núcleo tira del fuelle hacia abajo y lo extiende, aspirando combustible que pasa al fuelle por la válvula de admisión.

Cuando el núcleo del electroimán llega al límite inferior de su recorrido, abre un par de contactos. Al abrirse estos contactos el electroimán se desactiva al cortarse la corriente y el muelle de recuperación comprime el fuelle y hace salir el combustible por la válvula de salida hacia el carburador.

Filtros de combustible.- La contaminación del combustible es una de las causas principales de desgaste prematuro de los motores y de sus averías.

Algunos motores llevan un filtro independiente del de la bomba, entre ésta y el carburador. El objeto de este segundo filtro es retener el agua y otras materias

extrañas que pueden impurificar el combustible. Estos filtros tienen que revisarse y limpiarse periódicamente. Casi todos llevan un tapón roscado que se afloja para dar salida al combustible sucio, actuando la palanquita de mano de la bomba, hasta que aquel sale limpio.

Carburador.- El motor no puede funcionar con gasolina líquida, la gasolina tiene que ser vaporizada y tiene que mezclarse con aire para que la mezcla se que me en todas las condiciones imaginables, como pueden ser:

- Con el motor frío o caliente
- En marcha, a pocas revoluciones
- A media aceleración
- Acelerando
- A pleno régimen de revoluciones

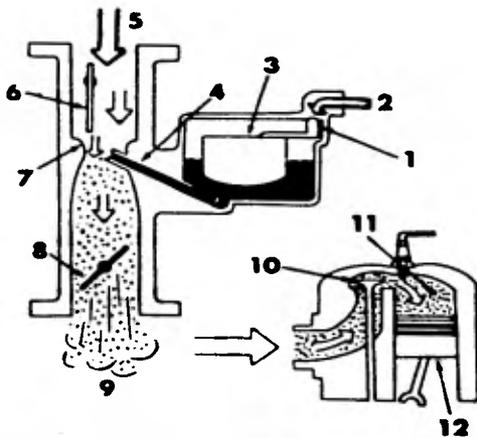
El carburador mezcla el aire con el combustible en la proporción precisa para el funcionamiento del motor en las diversas condiciones.

Para hacer esta mezcla, el carburador tiene que pulverizar finamente el combustible. Esta pulverización se consigue por medio de un surtidor que asoma dentro de la tobera por la que pasa la corriente de aire aspirado por el motor.

El combustible pulverizado se tiene que mezclar perfectamente con el aire antes de entrar en la cámara de combustión del motor.

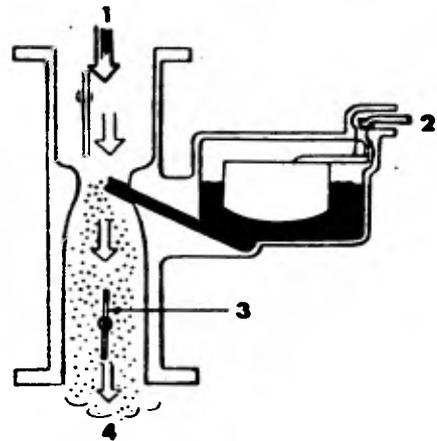
Las diferentes velocidades y cargas con que trabaja el motor requieren mezclas

C A R B U R A D O R



- | | |
|--|--|
| 1 - Válvula que detiene la entrada del combustible | 7 - Garganta de la tobera |
| 2 - Entrada de combustible | 8 - Mariposa de gases parcialmente cerrada |
| 3 - Flotador | 9 - Mezcla de aire y combustible |
| 4 - Surtidor | 10 - Válvula de admisión |
| 5 - Admisión de aire | 11 - Cámara de combustión |
| 6 - Estrangulador del aire (abierto) | 12 - Pistón |

Carburador básico funcionando a medio gas o potencia media



- | | |
|-----------------|--|
| 1 - Aire | 3 - Mariposa de gases (abierto del todo) |
| 2 - Combustible | 4 - Mezcla de aire y combustible |

Carburador básico funcionando a pleno gas o plena potencia

distintas de combustible. La proporción de aire y combustible tienen que ser, además, la precisa para que aquél se quemara por completo.

La función del carburador es, precisamente, la de producir una mezcla de la riqueza necesaria para el trabajo que realiza el motor y proporcionada de tal manera, que se pueda quemar todo el combustible. Fig.

Existen tres tipos básicos de carburadores que son:

- De tiro natural
- De tiro hacia arriba
- De tiro invertido

Los tres tipos funcionan de modo similar. Se distinguen por el sentido de la corriente de aire, desde la boca de entrada al carburador, hasta el colector de admisión.

Los tres tipos constan de una taza que almacena el combustible de una tobera atravesada por el aire aspirado por el motor y de un surtidor que pone en comunicación la taza de combustible con la tobera.

La tobera de estos tres tipos de carburador lleva un venturi para provocar la caída de presión necesaria para el funcionamiento del carburador.

MEZCLA DE AIRE Y COMBUSTIBLE

	Aire	Parte de Combustible
En el arranque (a=18° C=0° F)	0.4	1
Marcha lenta	11	1
Potencia y velocidad máxima	12	1
Marcha económica	15.5	1

Principios: Por estar basado el funcionamiento del carburador en las diferencias de presiones, aplicaremos el Principio de Venturi. En la tobera de todos los carburadores se aplica este principio para obtener la necesaria diferencia de presión.

El tubo Venturi restringe el paso del aire, aumentando la velocidad de éste al pasar por el estrechamiento y disminuyendo la presión por detrás de éste.

Cuanto más rápida es la corriente de aire, mayor es la caída de presión. Es la base del funcionamiento del carburador.

Pruebas de funcionamiento del sistema:

- Revisar que no existan fugas en el tanque ni en las uniones de las tuberías.
- Revisar succión de la bomba de gasolina.
- Revisar el funcionamiento del carburador tanto en fugas, en mínima y en máxima, para ver que la mezcla de aire combustible sea correcta.

SISTEMA DIESEL

La función primordial del sistema de combustible para diesel consiste en inyectar a gran presión, pulverizándola finamente, una cantidad determinada de combustible en cada cilindro del motor, en el instante preciso.

En el motor diesel la combustión se produce en el momento en que esta carga de

combustible se mezcla con el aire caliente por la compresión. Por eso no se necesita ninguna chispa para inflamar la mezcla, como ocurre con el motor de gasolina.

Los principales componentes del sistema de combustible para diesel son los siguientes:

- El depósito de combustible.- Donde se almacena éste.
- La bomba de alimentación de combustible.- Que lo manda a la bomba de inyección a través de los filtros.
- Los filtros de combustible.- Que dejan éste libre de impurezas.
- La bomba de inyección.- Que dosifica el combustible y lo inyecta a presión en los cilindros en el momento preciso.
- Los inyectores.- Que pulverizan finamente el combustible inyectándolo en el cilindro.

Funcionamiento.- El combustible llega por la acción de la gravedad desde el depósito a la bomba de alimentación.

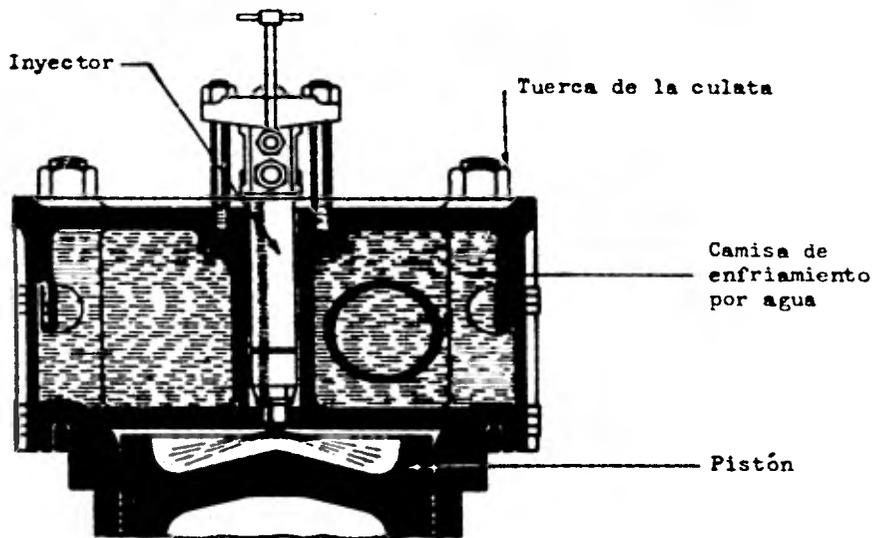
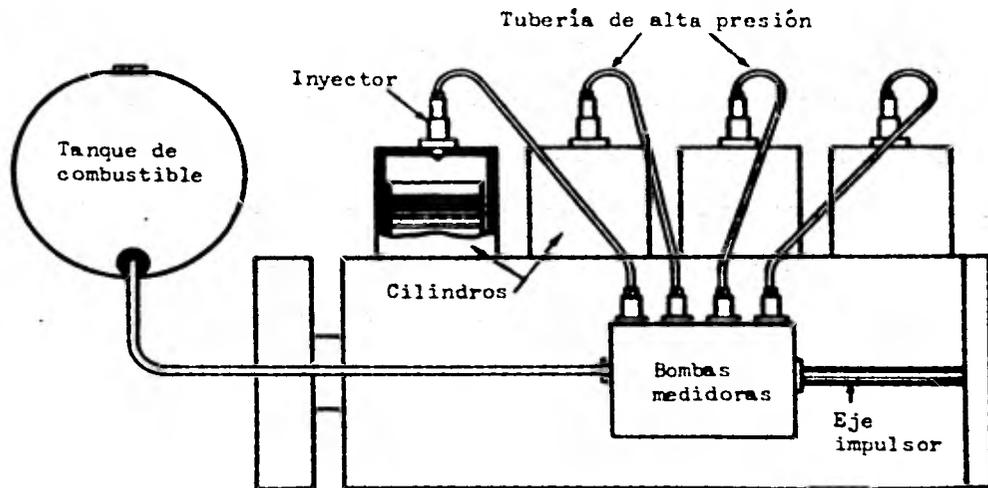
La bomba de alimentación impele el combustible a través de los filtros, donde se limpia.

El combustible continúa hacia la bomba de inyección, que lo distribuye a gran presión a los inyectores.

Los inyectores atomizan el combustible y lo pulverizan en la cámara de combustión de cada cilindro.

Depósito de combustible.- Pueden ser de distintas capacidades y de formas -

SISTEMA DE INYECCION



variadas, su capacidad debe ser tal que no se tenga que llenar más de una vez durante la jornada normal de trabajo. La forma va de acuerdo al espacio designado al tanque.

Ventilación.- El depósito debe de estar cerrado para evitar que entre la suciedad, pero se tiene que comunicar con el aire atmosférico para que éste le de presión a la salida del combustible.

Bocas.- Todo tanque debe llevar tres bocas, una de llenado, una de salida de combustible y una de vaciado. Algunas veces llevan una boca más a la que se conecta la tubería para el retorno del combustible de los inyectores.

Tuberías de combustible.- Los sistemas de diesel emplean tres tipos de tuberías:

- De alta presión.- Para unir la bomba de inyección con los inyectores.
- De presión media.- Para unir el depósito con la bomba de inyección.
- De baja presión.- Para el retorno de combustible sin presión desde los inyectores y la bomba, al depósito.

Bomba de alimentación de combustible.- En los sistemas más simples se aprovecha la acción de la gravedad o la presión atmosférica para hacer llegar el combustible desde el depósito hasta la bomba de inyección.

En los modernos diesel de alta velocidad se utiliza normalmente una bomba de alimentación accionada por el motor. Esta bomba lleva algunas veces palanquita para accionarla a mano cuando se requiere de purgar el aire del sistema de combustible.

Filtro de combustible.- El filtrado del diesel es absolutamente imprescindible para que el motor pueda funcionar, por las razones siguientes:

- El diesel contiene casi siempre impurezas
- La bomba de inyección y los inyectores son componentes de alta precisión.

Por todo esto, el diesel se tiene que filtrar varias veces a través del propio sistema de combustible. En un sistema normal de combustible diesel se suele disponer de tres fases de filtrado progresivamente como las siguientes:

- a) Una malla de filtrado en el depósito o en la bomba de alimentación, para retener las partículas más gruesas.
- b) Un filtro primario, que retiene la mayor parte de las partículas más pequeñas.
- c) Un filtro secundario, que retiene las partículas minúsculas.

Casi todos los filtros de diesel llevan una taza en la que se depositan el agua y se acumulan por sedimentación las impurezas más grandes.

Sistema de inyección de diesel.- La combinación de bomba e inyectores es el corazón del motor diesel, ya que su función es:

- 1) Dosificar el combustible que es inyectado.
- 2) Lo inyecta en el momento preciso, sincronizado con el giro del motor.
- 3) Regula el tiempo que dura la inyección.

- 4) Pulveriza finamente el combustible
- 5) Distribuye el combustible por toda la cámara de combustión.

Los principales tipos de inyección son:

- De riel común
- De acumulador de presión
- De inyección directa

Sistema de riel común.- En este sistema se mantiene el combustible a presión constante. El inyector actúa por medio de una leva. La cantidad de combustible depende únicamente del tiempo que se mantiene abierta la válvula.

Sistema acumulador de presión.- Se puede variar la cantidad de combustible inyectado, con independencia a la velocidad con que gira la bomba, por medio de un muelle ajustable o de un acumulador de presión hidráulica variable.

Sistema de inyección directa.- En el sistema de inyección directa por medio de émbolo buzón, es la propia bomba la que dosifica e inyecta el combustible a gran presión en el instante preciso. Con este sistema se regula mejor la cantidad de combustible inyectado y la duración de la inyección a diferentes velocidades. Siendo ésta la razón de que todos los motores diesel modernos lleven este sistema.

Inyectores.- La función de los inyectores son dos principales:

- 1) Pulverizar finamente el combustible para que se queme mejor.
- 2) Esparcir el pulverizado para que se mezcle con el aire.

Tipos de inyectores.- El inyector es un componente relativamente sencillo. -
Lleva un muelle que se opone a la presión del combustible y deja que se abra la
válvula en el momento preciso para que tenga lugar la inyección. Casi todos -
los inyectores modernos son de tobera cerrada, es decir, que la presión del - -
combustible actúa solamente por un lado de la válvula del inyector.

Los inyectores de tipo cerrado se pueden clasificar del modo siguiente:

Inyectores de apertura hacia adentro

- a) De presión diferencial
- b) De agujeros
- c) De aguja
- d) De pintaux

De apertura hacia afuera

- a) De pistón
- b) De aguja
- c) De orificios múltiples

Pruebas de funcionamiento.- Las principales pruebas que se le hace al sistema
diesel para ver su funcionamiento son:

- a) Búsqueda de pérdidas, por los diferentes depósitos y tuberías
- b) Prueba de vacío, para ver si la bomba aspira aire por algún punto
- c) Prueba de presión, para ver si la bomba envía la presión
- d) Inyección, pulverización y dosificación de los inyectores.

Las pruebas de laboratorio se hacen utilizando un dinamómetro para medir las -
pruebas de funcionamiento.

LUBRICACION

Los lubricantes son sustancias que se interponen entre dos superficies para disminuir en lo posible las pérdidas de potencia por rozamiento y evitar los desgastes excesivos que se producirían al rozar directamente uno con otro los dos cuerpos en contacto.

Aunque las caras de las piezas se rectifican con la mayor minuciosidad posible, la superficie siempre presente minúsculas rugosidades debidas a la estructura fibrosa o granular del material. En el caso de contacto directo, el esfuerzo del motor aprieta entre sí ambas piezas y los granos salientes de una quedan encajados en las rugosidades de la otra, en forma análoga a los dientes de una rueda dentada penetrando en los huecos de su piñón. Cuando se interpone aceite lubricante, sus partículas llenan las diminutas cavidades de las superficies impidiendo esta penetración entre ellos; película de aceite de pequeño espesor acompaña a cada superficie, de manera que el rozamiento se realiza entre dos capas de aceite, no entre dos piezas metálicas.

Cierta cantidad de calor se desarrolla en los puntos de contacto de dos piezas de una máquina que rozan una contra la otra, aún cuando estén bien lubricados. El aceite absorbe el calor. En algunos sistemas circulatorios, el aceite caliente se lleva a enfriadores y luego se le regresa para otro ciclo. En otros sistemas, el calor a la larga pasa del aceite al aire exterior, a través de los lados del depósito.

Como es conocida, una de las funciones de los anillos de los pistones de un motor, es mantener un sello hermético entre el émbolo y las paredes de los cilindros. Este cilindro evita la fuga de los gases de combustión por entre el émbolo y las

paredes de los cilindros y así obtener mayor fuerza hacia abajo en el émbolo.

No obstante que los anillos forman un sello ajustado, este sello no es bueno si no existe una película de aceite entre las paredes. El lubricante no solo lubrica los anillos del émbolo, sino también ayuda a sellar.

Uno de los problemas más difíciles, afrontados por los ingenieros del petróleo, es la producción de un aceite lubricante capaz de eliminar eficientemente las impurezas que se forman dentro de un motor, máxime cuando estas impurezas son de diferentes tipos; una de ellas es la derivada de la combustión al encenderse y quemarse el combustible, como es el ácido, perjudicial a las partes metálicas del motor. Otra derivada de la combustión, es el agua, que no solo reduce la eficiencia del lubricante sino que produce corrosión en el interior de los motores. Además de éstos, derivados de la combustión, existen otros derivados de la combustión incompleta, los cuales afectan mucho y que, al igual que los anteriores, deben ser eliminados por el aceite lubricante.

Existen otras impurezas internas en el motor que llegan a través del sistema de admisión de aire y el sistema de admisión de combustible.

Existe también la posibilidad de que se introduzcan pequeñas partículas de suciedad cuando se da servicio o se repara el motor. El aceite a medida que circula, recoge estos materiales y los transporta hasta el depósito de aceite, donde se asientan o se dirigen al filtro de aceite donde quedan atrapados por el elemento del filtro.

Los objetivos del aceite lubricante son: lubricar, enfriar, sellar y limpiar.

Debemos distinguir tres clases de aceites lubricantes:

- a) Aceites inorgánicos (minerales)
- b) Aceites orgánicos (vegetales o animales)
- c) Aceites compuestos (mezclas de las dos anteriores)

Los primeros son hidrocarburos que se obtienen de los petróleos naturales, después de la destilación fraccionada del petróleo. Se someten a un complicado proceso de cristalización y sucesivas depuraciones hasta obtener los diferentes grados de aceite desde el ligero, hasta el pesado. En general un buen aceite mineral no forma durante el servicio ningún subproducto perjudicial para las piezas del motor.

Los aceites orgánicos se obtienen de algunos vegetales y animales y en cuanto a sus cualidades lubricantes, los aceites orgánicos son los mejores, pero su costo resulta muy elevado y además presentan otros varios inconvenientes.

El principal de estos inconvenientes reside en su afinidad por el oxígeno, formándose depósitos sólidos entre las superficies de roce de los cojinetes y provocándose en el lubricante la consecuente acidez, que ejerce un efecto corrosivo sobre las piezas de acero. Los aceites vegetales son más oxidables que los aceites animales.

Los aceites compuestos participan de las ventajas e inconvenientes de ambas clases de aceites.

Características principales.

Los lubricantes usados pueden ser muy diferentes uno de otro dependiendo de su composición química así como de sus propiedades físicas; es por eso que para su identificación fue necesario establecer métodos para la determinación de las mismas.

Los métodos de ensayo para determinar las propiedades de un aceite cada vez son más numerosas a medida que se perfecciona la técnica mecánica.

Pruebas físicas y químicas.- Resulta evidente que las especificaciones no revelan todo lo que interesa acerca de la calidad de un lubricante pues hay diferencias con los resultados prácticos, los cuales, pasan inadvertidos por los métodos de ensayo corrientes.

Las pruebas físicas y químicas proporcionan una información útil sobre las características de los lubricantes; sin embargo deberá tomarse en cuenta que el comportamiento de un lubricante no puede ser adecuadamente descrito tan solo en base a pruebas físicas y químicas. Por esto la mayoría de los usuarios incluye, además, pruebas de comportamiento en sus especificaciones de compra.

Las pruebas físicas y químicas son de mucho valor para el fabricante y de utilidad para determinar el grado de cambio sufrido en operación y posible indicación de la causa responsable.

Viscosidad.- Es la propiedad más importante en un aceite lubricante y se define como la resistencia a fluir que ofrece cualquier líquido o gas. La viscosidad determina la resistencia al desplazamiento que ofrece un líquido y en el caso del

aceite, determina, además, la capacidad para soportar una carga.

La viscosidad se determina midiendo el tiempo en que un líquido fluye bajo una presión determinada o bajo la fuerza de la gravedad que para efectos prácticos es una fuerza constante. Este método se basa en que el grado de fluidez será proporcionalmente inverso a la resistencia que oponga el líquido al moverse; por eso comúnmente se habla de viscosidad en términos de tiempo más que de fuerza de resistencia. Hay viscosidades Saybolt, Redwood, Engler y la absoluta, que se mide en Centistokes. También la S.A.E. clasifica en diferentes grados de viscosidad S.A.E. los aceites automotrices para motores y engranes.

La viscosidad a pesar de que no tiene ninguna relación con la calidad y el valor intrínseco del aceite, es la característica que ejerce más influencia sobre el comportamiento del mismo.

Índice de Viscosidad.- Los aceites, con el cambio de temperatura, alteran su viscosidad, se espesan con el frío y se adelgazan con el calor.

El índice de viscosidad es un número abstracto que mide el grado de variación de la viscosidad de un aceite en relación con la temperatura.

Punto de inflamación.- Es la temperatura a la cual el aceite desprende una concentración de vapor en su superficie, suficiente para incendiarse cuando una flama es aplicada. El punto de combustión es la temperatura de combustión continua.

El punto de inflamación se considera que puede ser indicio de contaminación de otros líquidos, pero no tiene evidente relación con el poder lubricante.

Además de las características anteriores que se consideran las de mayor importancia en un lubricante existen otras, como son: punto de congelación, gravedad, - número de neutralización, etc.

Especificaciones de los Lubricantes.

Identificación de algunas especificaciones usadas para determinar las características específicas de los lubricantes automotrices.

Especificación Militar MIL-L2104A. (Ya obsoleta). Se aplica a aquellos lubricantes de bajos niveles detergentes dispersantes que se recomiendan como lubricantes de usos múltiples para motor.

Suplemento 1. Es una especificación que cubre a los aceites de un nivel detergente-dispersante, evaluados usando combustibles diesel de 1.0% de azufre. (También ya obsoleto).

Especificación Militar MIL-L2104B (Publicada en Dic. 1, 1964). Es una especificación de uso actual para aceites lubricantes de motores a gasolina y diesel en servicio pesado y está especialmente dirigida a mejorar la reducción de depósitos y corrosión bajo condiciones de operación a bajas temperaturas.

Lubricantes superiores Caterpillar (Serie 3). Especificación de un fabricante que cubre un aceite para motor, de elevadas propiedades detergente-dispersantes, para uso en motores diesel de altas potencias de salida y para aquellos que usan combustibles con más de 0.4% en contenido de azufre, siendo aplicable también para motores a gasolina en servicio severo.

Especificación Militar MIL-L-45199B. Cubre esencialmente a un aceite Serie 3 para motor.

Clasificación de Servicio para aceites de motor según API (American Petroleum Institute).

Servicio ML. - Estos aceites responden a las exigencias de servicios ligeros para motores a gasolina (Ya descontinuada).

Servicio MM. Servicio típico de motores a gasolina usado bajo condiciones modernas de operación.

Servicio MS. Servicio típico de motores a gasolina donde hay requerimientos especiales de lubricación para el control de depósitos, desgaste y corrosión. Este servicio representa las condiciones severas de los motores a gasolina incluyendo aquellos equipados con aparatos de control de emisiones.

Servicio DG. Servicio típico de motores diesel en cualquier operación donde no hay severos requerimientos de control de desgaste o control de depósitos debidos al combustible, lubricante o características de diseño de los motores.

Servicio DS, Servicio de motores diesel bajo condiciones muy severas o teniendo características de diseño o usando combustible que tienda a producir excesivo desgaste y depósitos.

Clasificaciones de viscosidad según la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

Esta clasificación está dirigida a los aceites para motores de combustión interna, en todos los tamaños, velocidades y en aplicaciones de todas clases. También hay

otra clasificación de SAE para diferentes viscosidades de aceites usados en transmisiones y cajas de engranes del tipo automotriz.

Clasificación SAE para aceites de motor. Comprende aceites de grado SAE: 5W, - 10W, 20W, 20, 30, 40 y 50.

Clasificación SAE de aceites para engranes.

Clasificación SAE: 75, 80, 90, 140 y 250.

Nuevas clasificaciones de servicio para motores. Este sistema fue desarrollado conjuntamente por la API, ASTM, y SAE últimamente.

Estas clasificaciones comprenden dos tipos, los aceites comerciales, designados con los símbolos: CA, (Clase A), CB (Clase B), CC (Clase C), y CD (clase D), - para motores diesel. Los aceites para estaciones de servicio designados con los símbolos: SA (clase A), SB (clase B), y SC (clase C) para servicio de motores a gasolina.

Grasas Lubricantes.

Las grasas lubricantes es un producto sólido y semi-sólido compuesto de un agente espesante, un lubricante líquido y otros ingredientes especiales.

Las grasas se elaboran generalmente con aceites lubricantes, seleccionadas derivadas del petróleo; los espesantes que se utilizan son jabones metálicos derivados de ácidos, grasas animales o vegetales y combinados químicamente con compuestos llamados óxidos o hidróxidos de metales como aluminio, sodio, calcio, - etc.

El tipo de jabón que se utiliza depende de los servicios para los cuales se va a recomendar.

Estructuras.- Los jabones empleados en la elaboración de las grasas, son depositados en el aceite por medio de agitación y altas temperaturas, una vez que el espesante ha sido dispersado, se controla la formación de los cristales para formar la estructura o panal que retendrá entre sus espacios una gran cantidad de aceite lubricante, impidiendo su rápida fluidez y de esta manera se le dá cuerpo y consistencia al producto mezclado. La formación de esta estructura dependerá de la calidad de las materias primas que se utilicen, así como también de las condiciones de operación durante el proceso de manufactura. La retícula o panal formados de los espesantes dispersos, pueden ser de formas muy variables, los cuales dependen del tipo de jabón que se utilice.

Si es de fibras gruesas o delgadas y largas o cortas. También es muy importante la afinidad de la estructura del espesante con el tipo del aceite lubricante que se utilice.

Uno de los aspectos más importantes que se debe de incluir para la elaboración de grasas lubricantes es su estabilidad mecánica, es decir que pueda soportar altos esfuerzos mecánicos a altas temperaturas sin cambiar su constitución interna y separar sus componentes.

De lo anterior se deduce que el aspecto de una grasa lubricante depende del tipo de jabón que se haya utilizado y la consistencia de la misma, está dada por la cantidad de jabón o espesante que se utilice.

Las grasas lubricantes , en su mayor parte, están compuestas de un 65% hasta un 98% del aceite lubricante, y generalmente de un 7 a un 20% de espesante.

Ventajas.- Las grasas lubricantes tienen un campo amplio e importante de aplicación en la rama automotriz e industrial debido a las razones o ventajas siguientes:

- 1.- Lubricación menos frecuente, bajo costo de lubricante y lubricación accesible.
- 2.- Sellar la entrada o contaminación de partículas de polvo y productos químicos en los sistemas.
- 3.- Suplir la lubricación, por goteo o salpique de aceite lubricante.
- 4.- Reducir problemas con sellos de mecanismo al lubricar.
- 5.- Aumentar las condiciones de vida de piezas en general.
- 6.- Mejorar la adherencia en los aceites lubricantes y disminuir la fricción y el desgaste.

Clasificación.- Cada uno de los jabones que se utilizan en la formación de grasas lubricantes imparten características y propiedades específicas al producto elaborado; por estas razones las grasas lubricantes se clasifican de acuerdo con el tipo de jabón con que estén elaboradas.

Dependiendo de lo anterior y tomando en cuenta su constitución y aplicación, las grasas pueden agruparse en la siguiente forma:

Grasas de aluminio.

Grasas de calcio.

Grasas de sodio.

Grasas mixtas .

Grasas complejas .

Existen muchos otros tipos de espesantes para la elaboración de grasas lubricantes, las cuales por su alto costo, evita que sean comercializadas .

También en la constitución de una grasa intervienen otros productos químicos para mejorar sus propiedades naturales y otros importantes que no poseen .

Estos productos son llamados aditivos y los más usados en las grasas lubricantes son los siguientes:

- 1.- Antiherrumbre.
- 2.- Antioxidante.
- 3.- Presión extrema.
- 4.- Agente de adhesividad.
- 5.- Colorantes y odorantes .
- 6.- Rellenos o lubricantes sólidos .

Aplicaciones.- Los diversos métodos por los cuales se aplica la grasa lubricante son los siguientes:

- 1.- Aplicación a mano.- No confiable y origina desperdicio.
- 2.- Copas de tornillos.- Este método es mejor que el empaado a mano y confiable.
- 3.- Copas de muelle de compresión.- Este método es semi-automático y es mejor a la copa de tornillo; generalmente se instala una grasera para llenar la -

copa .

- 4.- Pistolas graseras a presión.- Este método es ampliamente usado para todo tipo de cojinetes y tienen la ventaja de expulsar la grasa vieja y contaminada para reemplazarla por grasa en buen estado.
- 5.- Sistemas centralizados.- Este método es muy eficiente ya que asegura el flujo de grasas positivas y controladas; la cantidad de grasas se controlan por medio de válvulas ajustadas en el cojinete.
- 6.- Pozos de grasas.- Son características obtenidas en los cojinetes para tener un suministro de grasas. Es muy eficiente en flujos lentos de gran diámetro y carga pesada.

Deben seguir los sistemas adecuados por el fabricante del equipo, para la aplicación o empaque de grasas y obtener el máximo rendimiento, libre de problemas extraños a la calidad de las mismas .

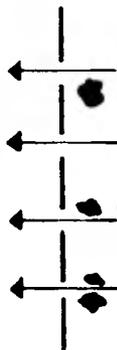
Filtros de Aceite y Sistemas de Filtrado.

La contaminación del aceite acorta la vida del motor más que cualquier otra causa. Para aminorar esta contaminación, todos los sistemas de lubricación de los motores modernos llevan filtros de aceite intercalados .

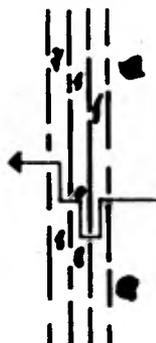
Existen dos tipos fundamentales de filtros - los que filtran en superficie y los que lo hacen en profundidad - y dos sistemas principales de filtrado -el de paso total y el de paso en derivación. En algunos motores de grandes dimensiones se emplea una combinación de sistema de filtrado de paso total y de paso en derivación.

Veamos primero como son los dos tipos básicos de filtros mencionados para examinar después los dos sistemas de filtrado que también se han indicado.

TIPOS DE FILTROS



Filtrado en superficie



Filtrado en profundidad

FILTRADO EN SUPERFICIE Y FILTRADO EN PROFUNDIDAD

Los filtros de superficie detienen todas las partículas que lleva el aceite de tamaño mayor que el de los poros de la superficie filtrante. Las partículas más gruesas detenidas por el elemento filtrante caen al fondo, pero las más pequeñas pueden ir quedando incrustadas en los poros hasta llegar a obstruir el filtro, momento en que es preciso limpiarlo o cambiarlo.

Los filtros de superficie pueden ser de malla de alambre fina, de aros de papel o de metal superpuestos, de cinta metálica bobinada en espiral para formar un cilindro, de celulosa moldeada para darle la forma del filtro o de papel plisado.

Los filtros en profundidad se diferencian de los filtros en superficie en que llevan mayor volumen de material filtrante, que el aceite tiene que atravesar circulando en distintas direcciones para llegar a la salida. El filtro a base de desperdicios de algodón es un ejemplo de elemento para el filtrado en profundidad.

Los elementos que filtran en profundidad pueden hacerlo por absorción o por adsorción de las impurezas del aceite.

Los filtros que actúan por absorción detienen mecánicamente las impurezas del aceite, de modo similar a una esponja que absorbe el agua. El aceite atraviesa una masa de material poroso, que puede estar formada por desperdicios de algodón, pulpa de madera, lana, papel o arena. Este tipo de filtro es capaz de retener las partículas que el aceite lleva en suspensión, así como parte del agua y de las impurezas disueltas en el agua.



Los filtros que actúan por adsorción filtran como los anteriores, pero han sido tratados químicamente para que fijen y separen del aceite los contaminantes. Estos filtros se hacen a base de polvo de carbón activado, papel químicamente tratado o arcilla grasa. No solamente retienen las partículas contaminantes y las impurezas solubles en el agua, sino también los contaminantes que se forman por la oxidación y el envejecimiento del aceite. Los filtros adsorbentes tienen el inconveniente de que también retienen los aditivos que lleva el aceite, siendo este el motivo de que su empleo no se haya generalizado en los sistemas de lubricación.

Grados de Filtrado.

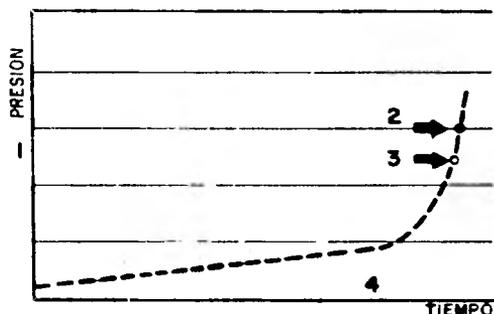
Además del tipo de filtro y del sistema de filtrado, interesa conocer el grado con que se filtra el aceite del sistema de lubricación.

El grado de filtrado permite conocer el tamaño de las partículas más pequeñas que es capaz de retener el filtro. Se suele indicar en micrones o milésimas de milímetro.

La partícula más pequeña que es capaz de ver todavía el ojo tiene un diámetro de unos 40 micrones o micras. Por lo tanto, gran parte de la suciedad que retiene el filtro de aceite es invisible. Algunos filtros, como los de malla de alambre, dejan pasar partículas relativamente grandes de hasta 150 micras. Aunque no filtran tanto como otros tipos, ofrecen menos resistencia al paso del aceite y se disponen en la boca de aspiración de la bomba, con objeto de que ésta no se quede nunca sin aceite por haberse obstruido el filtro.

Por lo tanto, todo filtro retiene las partículas de un determinado tamaño mínimo, -

pero como quiera que la suciedad se va quedando retenida sobre el filtro, éste cada vez filtra más fino y ofrece más resistencia al paso del aceite.



- 1 Diferencia de presión en el filtro
- 2 Punto en que abre la válvula de derivación
- 3 Punto en que debe cambiarse el filtro
- 4 Tiempo que está en servicio

VIDA UTIL DE UN ELEMENTO FILTRANTE

Dos o más partículas de menor diámetro que los poros del filtro pueden llegar simultáneamente hasta el poro y enclavarse en él. Por este poro ya no podrán pasar después más que partículas mucho más pequeñas todavía de las que pasaban inicialmente. Así es como se van obstruyendo paulatinamente todos los poros del filtro, que puede llegar a obstruirse totalmente.

En la gráfica de la figura se puede ver como se va reduciendo gradualmente el diámetro de los poros del filtro, hasta que hacia el final de su vida útil, se produce una elevación brusca en la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro. Ese es el momento en que el filtro está ya tan obstruido que debe cambiarse.

Veamos ahora como son los dos sistemas principales de filtrado, el de paso total y el que lo hace en derivación.

Sistema de Filtrado en Derivación.

En el sistema de filtrado en derivación hay dos circuitos: uno de engrase y otro de filtrado, ambos en paralelo.

En este sistema, del 5 al 10 por ciento del aceite que entrega la bomba se hace pasar por el circuito del filtro. Este sistema también se puede llamar de filtrado parcial.

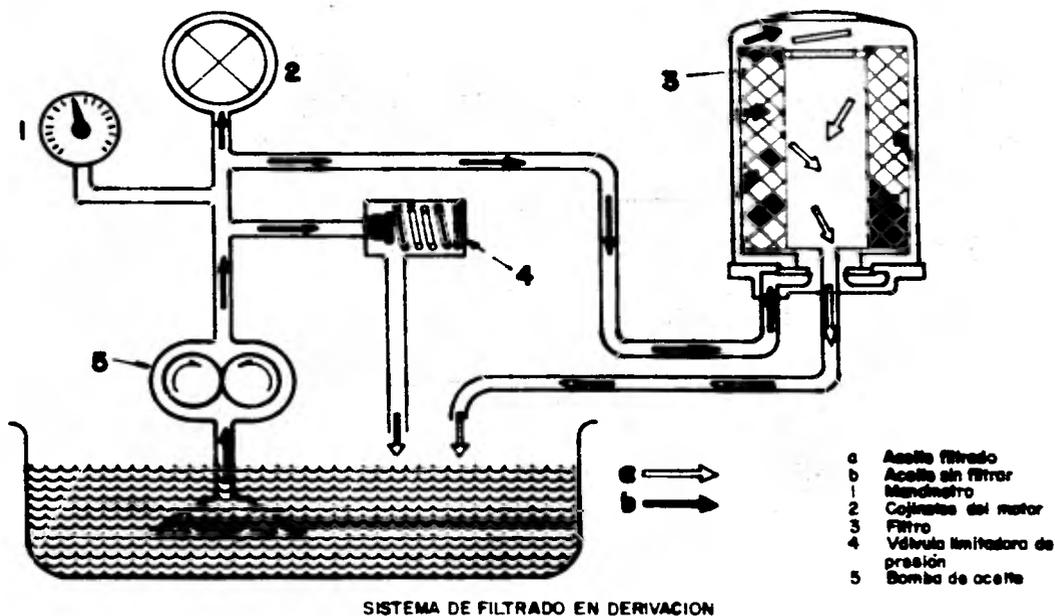
El caudal de aceite que atraviesa el filtro depende del diámetro de la boca de salida de éste. Sin embargo, a medida que se va obstruyendo por la suciedad se reduce la cantidad de aceite que lo atraviesa y, por lo tanto, la proporción de aceite filtrado. Gracias al mayor caudal de aceite que circula por el circuito principal de engrase, el estado del filtro no incluye en la presión del aceite que lubrica el motor.

En este sistema el filtro se tiene que cambiar con regularidad para que no deje de filtrar.

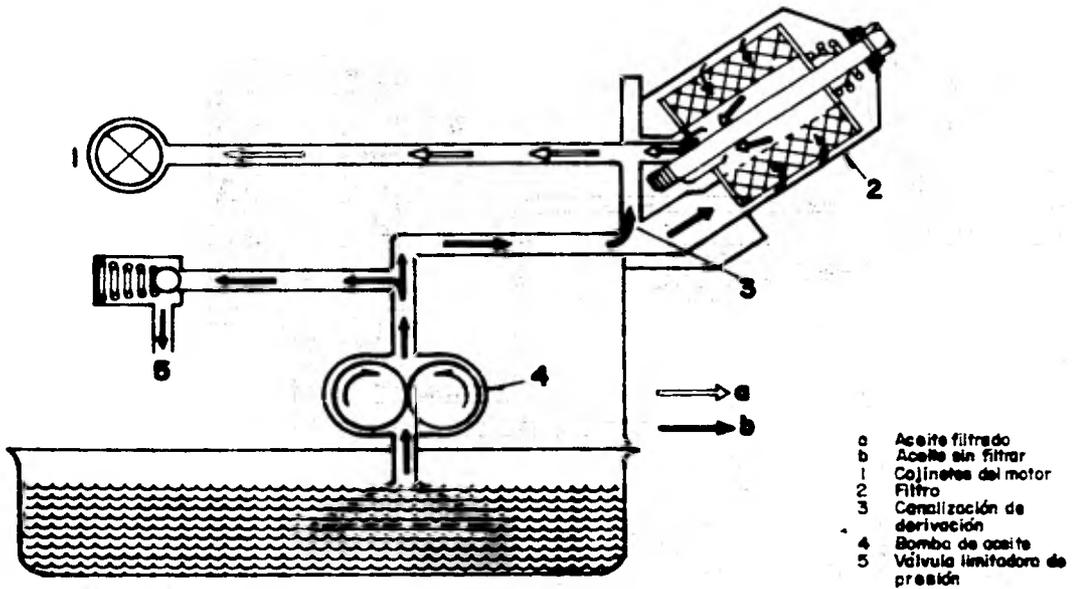
Sistema de Filtrado en Paralelo.

El sistema de filtrado en paralelo es una variante del que hemos llamado de filtrado en derivación. Se diferencia de éste en que la bomba manda todo el aceite al

filtro, donde una parte del mismo se deriva sin filtrar, continuando directamente a los cojinetes que debe lubricar.

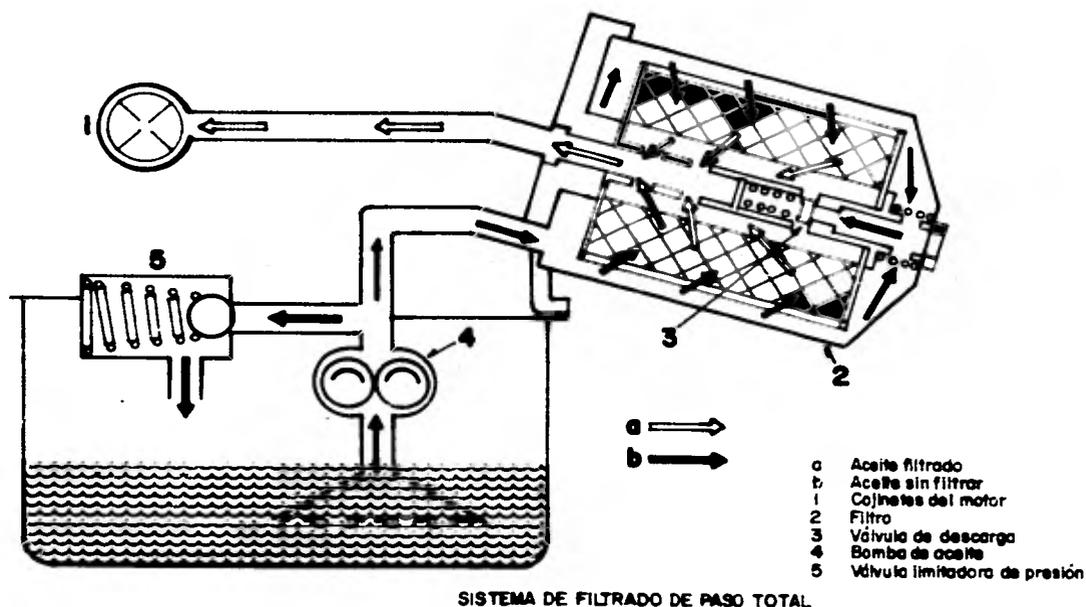


Inicialmente el volumen de aceite filtrado es mayor que el del aceite que se deriva sin filtrar, pero a medida que el filtro se va obstruyendo va cambiando esta posición hasta que todo el aceite termina por pasar sin filtrar. En ese momento se reduce la presión de lubricación, aunque sigue siendo suficiente para mantener el -



SISTEMA DE FILTRADO EN PARALELO

engrase de todas las piezas vitales del motor.



Sistema de Filtrado de Paso Total.

En el sistema de filtrado de paso total, el circuito de lubricación es único, mandando la bomba todo el aceite al filtro, desde donde continúa hacia los cojinetes del motor. En este se emplea una válvula limitadora de presión y un manómetro o manocontacto para luz de aviso.

En el interior del filtro se dispone una válvula de descarga. Cuando el elemento filtrante está nuevo apenas se produce caída de presión en el filtro. Sin embargo, a medida que se va obstruyendo aumenta la caída de presión hasta que se abre la válvula de descarga, que deja pasar una parte del aceite sin filtrar. Esta válvula de descarga puede ir montada en el elemento filtrante, aunque en algunos casos

va en la base de la caja del filtro.

Sistemas de control para la operación de un Sistema de Lubricación.

Los aspectos que se involucran para controlar adecuadamente la operación de un sistema de lubricación, son dos principalmente: la presión y la temperatura.

Cuando la presión es distinta a la presión normal de trabajo, es indicativo de una anomalía, cuando hay una baja o alta presión, se puede deber a varios factores como son un alto o bajo nivel de aceite, una obstrucción en una válvula reguladora, un aceite de viscosidad distinta, etc., con lo cual continuar la operación es peligroso.

La temperatura nos indica también si nuestro sistema está bajo las condiciones normales, cuando ésta varía de los rangos de operación, es aconsejable investigar las causas, dado que continuar trabajando así puede ocasionar desgastes o fallas prematuras en el sistema.

Una temperatura alta puede deberse a, entre otras cosas, los enfriadores de aceite en mal estado, checks de temperatura en mal estado, etc.

EMBRAGUE

Objetivo: acoplar y desacoplar el generador de fuerza (motor) a la carga (a través de la transmisión). Todas las máquinas, excepto las que emplean transmisiones hidráulicas o convertidores de par, llevan embrague.

Diferentes tipos de embragues:

De disco.- Es en el que se aplican entre sí uno o más discos para transmitir la fuerza de torsión. Estos pueden ser de disco seco refrigerado por aire o de disco húmedo, sumergido en aceite o mojado por aceite pulverizado.

De cinta.- Es en el que se tensa una cinta sobre una rueda para transmitir la fuerza de torsión.

De rueda libre.- Es en el que la fuerza de torsión solamente se transmite en uno de los dos sentidos de rotación.

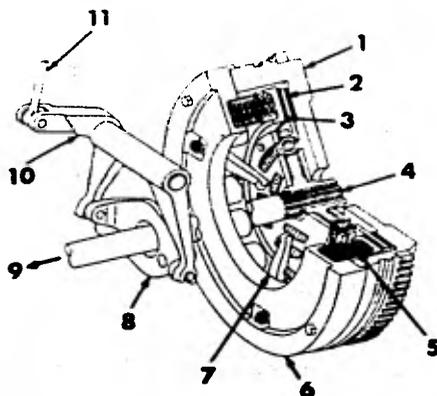
Magnético.- Es en el que se aprovecha el campo electromagnético para unir dos piezas haciendo que giren solidarias.

Cónico.- Es en el que las piezas que se unen son de forma cónica.

De zapatas centrífugas.- Es en el que se aprovecha la fuerza centrífuga para aplicar una zapata, contra un tambor exterior a la misma.

Descripción de las diferentes partes de un embrague de disco.

Volante del motor.- Presenta una superficie mecanizada para que asiente el disco

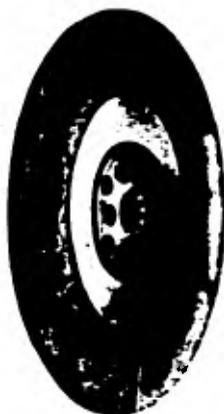


- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 - Volante del motor | 7 - Patillas del embrague |
| 2 - Disco del embrague | 8 - Collarin con porta-collarin |
| 3 - Plato del embrague | 9 - A la caja de cambios |
| 4 - Eje de salida del embrague | 10 - Horquilla del embrague |
| 5 - Muelles del embrague | 11 - Al pedal del embrague |
| 6 - Tapa del embrague | |

Embrague de disco seco (embragado)



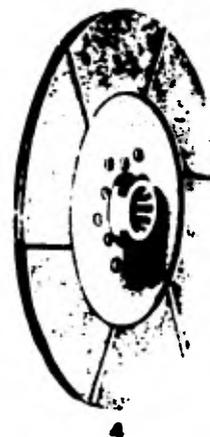
1 - Plato de presión



2 - Primer disco de embrague



3 - Plato intermedio



4 - Segundo disco de embrague

Piezas de un embrague de platos

del embrague, y cumple con las siguientes funciones:

- a) Acumula energía cinética de los impulsos de fuerza del motor, transformándolos en fuerza continua.
- b) Ofrece una superficie de la que se puede tomar la fuerza por medio de un embrague para mandarla a la transmisión.
- c) Lleva una corona para el motor de arranque.

Conjunto de plato de presión.- El plato de presión es el encargado de apretar y soltar el disco del embrague, para que éste pueda transmitir la potencia del motor a la transmisión.

Discos para embrague.- Hay dos principales discos para embrague (discos de fricción): discos rígidos y discos flexibles.

En el disco rígido, el cubo que lleva las estrias interiores para acoplarlo al eje de salida, va rígidamente unido con el disco.

El disco de tipo flexible se reconoce fácilmente por que lleva unos cuantos muelles amortiguadores de torsión dispuestos en un círculo concéntrico con el cubo del disco, con el objeto de absorber los impulsos axiales del motor sin transmitirlos directamente a los engranes de la caja de cambios (transmisión).

Discos para embragues secos.- El material más comúnmente empleado para forrar los discos secos, suele ser de asbesto tejido con hilo metálico, fibras de amianto impregnadas con aglomerados bituminosos o con resinas sintéticas. Mas recientemente se ha empleado un material cerámico hecho a base de arcilla y metal cocido en horno. El forro del disco tiene que ser de larga duración, resistente

al calor y capaz de adherirse sin patinar. Los forros suelen ir pegados o fijos - mediante remaches sobre el disco del embrague.

Discos para embragues húmedos.- La diferencia principal entre un disco de embrague seco y un disco de embrague húmedo está en la superficie de fricción. En el embrague húmedo los discos deben tener adherencia suficiente cuando están empapados en aceite. El forro de los discos húmedos se caracteriza por el dibujo en forma de rejilla que presenta en la superficie, generalmente se emplean -- discos bimetálicos sin ninguna clase de forro. Uno de los metales más empleados en la construcción de estos discos es el bronce.

Arbol primario del cambio de velocidades o eje.- El eje es la parte principal del embrague debido a que todos los componentes están montados en éste, es la -- flecha principal de la transmisión y tiene ranuras por donde se desliza el disco de fricción en sentido longitudinal, pero las estrías evitan que tenga movimiento relativo respecto al eje. Sobre la parte mecanizada del eje inmediatamente de -- atrás de las estrías, se desliza el porta collarín; el otro extremo del eje se ajusta en la perforación guía y cojinete en el volante.

Conjunto de accionamiento.- Es un conjunto de palancas que permiten enganchar y desenganchar el embrague; consta de un collar deslizante (collarín) que tiene -- un rodamiento o pizarra antifricción y una horquilla (porta-collarín) que lo mueve hacia adelante o hacia atrás. El collar deslizante actúa directamente sobre el disco de presión. El tipo de collarín más comúnmente empleado suele ser un rodamiento de bolas proyectado para soportar empujes axiales. Cuando el conjunto está embragado, el porta-collarín permanece inactivo.

Mando mecánico del embrague.- Se consigue por medio de palancas, barras y muelles convenientemente dispuestos para poder actuar el embrague con la mano o con el pie. El mando mecánico puede ser de los dos tipos principales siguientes:

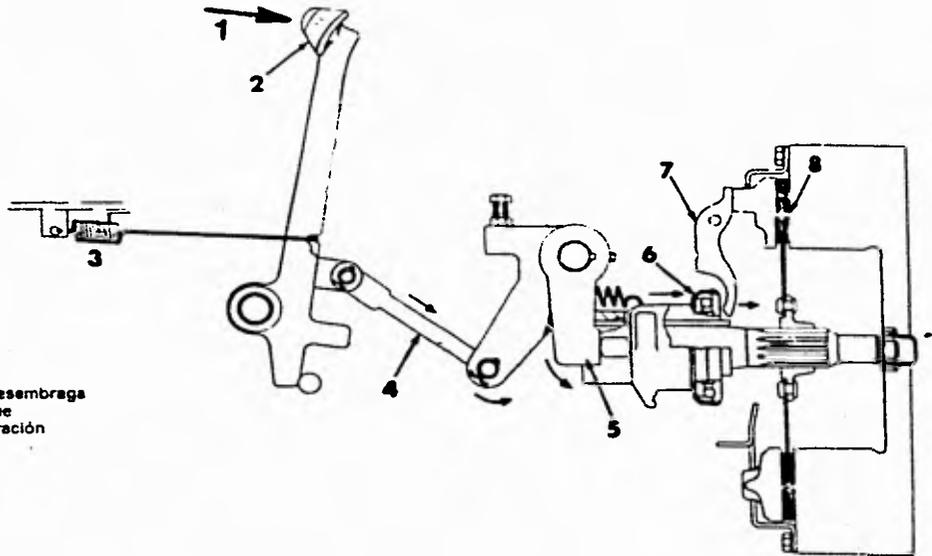
- 1) Normal.- Es el más usual, mientras no se pisa un pedal, el motor continúa embragado.
- 2) Con retención.- El mecanismo es tal, que puede dejarse retenido en la posición de embragado o en la posición de desembragado.

Mando hidráulico del embrague.- Una bomba similar a la de los frenos hidráulicos se acopla con el pedal del embrague. Esta bomba se acopla hidráulicamente por medio de un tubo flexible o un tubo rígido, con un cilindro de accionamiento o bombín que se acopla mecánicamente con la palanca que manda la horquilla del embrague.

Al pisar el pedal del embrague, la bomba manda el líquido al bombín y éste actúa sobre la horquilla que desembraga por medio del collarín. Este mando se emplea en grandes máquinas, en las que se requiere mucha presión para desembragar.

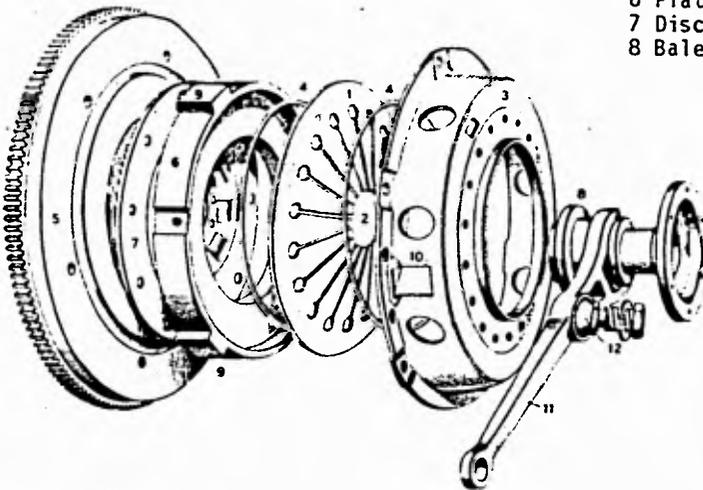
Mando eléctrico del embrague.- Consta de un conjunto electromagnético, un rotor, un forro de embrague, un condensador y un interruptor eléctrico. Al cerrar el interruptor, la corriente que pasa por la bobina crea un campo magnético que pega el forro del embrague sobre el rotor. El forro del embrague se desliza libremente sobre unas guías de la polea accionada. Al pegarse el forro sobre el rotor, lo arrastra y transmite la fuerza de torsión. Basta abrir el interruptor para anular el campo magnético y desembragar, al despegarse el forro del rotor.

MANDO MECANICO DEL EMBRAGUE



- 1 - Movimiento que desembraga
- 2 - Pedal del embrague
- 3 - Muelle de recuperación
- 4 - Barra de mando
- 5 - Horquilla
- 6 - Collarín
- 7 - Petilla
- 8 - Desembragado

- 1 Diafragma
- 2 Patas del diafragma
- 3 Cubierta del embrague
- 4 Seguros
- 5 Volante de inercia
- 6 Plato de presión
- 7 Disco
- 8 Balero del collarín



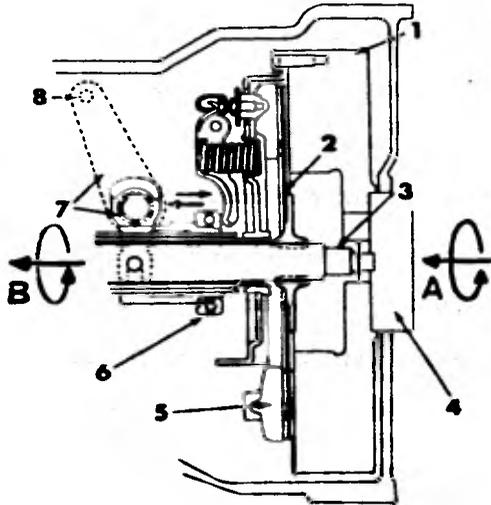
Funcionamiento de los embragues.

El embrague es un dispositivo que en los vehículos automotores está colocado entre el motor y el cambio de marchas (transmisión), el conductor suele actuar sobre el embrague por medio de un mando de pedal; en algunos casos el mando del embrague actúa automáticamente. El embrague sirve para diversas finalidades: - ante todo, hay que tener presente que un motor de combustión interna (de encendido por chispa o diesel) no puede ponerse en marcha bajo carga, como se puede hacer con un motor eléctrico; en efecto, el par motor útil de los motores de combustión interna se produce solo a partir de cierto número de revoluciones, por debajo del cual no puede aplicarse la transmisión del vehículo, que está rígidamente unida a las ruedas, sobre las que actúan las distintas resistencias que se ofrecen al avance. El embrague realiza un acoplamiento progresivo entre el motor y la transmisión y permite por consiguiente, la puesta en marcha del vehículo.

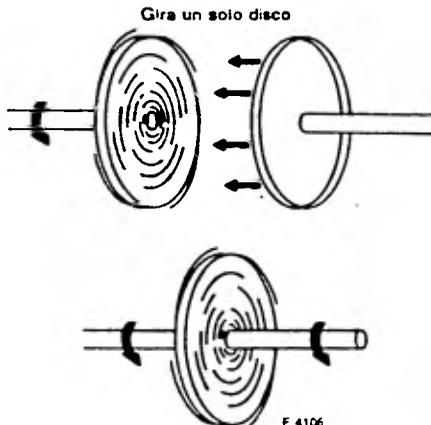
Los embragues pueden ser de funcionamiento mecánico, hidráulico o eléctrico; en este segundo caso es más propia la denominación de embrague hidrocínético.

La mayoría de los vehículos están dotados de embragues de tipo mecánico, con mando de pedal; estos embragues pueden ser de disco (monodisco o de discos múltiples) o cónicos que ya no se emplean. El embrague usado hoy casi universalmente es el de un solo disco, que funciona en seco, que comprende un carter del volante montado sobre el volante del motor, en cuyo interior se provoca, por medio de uno o varios muelles, el empuje contra el volante del llamado plato contradisco (plato de presión); entre el volante y este plato está colocado el disco de embrague (disco de fricción) montado sobre el árbol primario del cambio de ve

EMBRAGUES DE DISCO SECO (de tipo ligero)



- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| A - Del motor | 4 - Cigüeñal del motor |
| B - A la caja de cambios | 5 - Plato de presión |
| 1 - Volante del motor | 6 - Collarín del embrague |
| 2 - Disco del embrague | 7 - Mando del collarín |
| 3 - Eje de salida del embrague | 8 - Al pedal del embrague |



F 4106

Ambos discos giran unidos
Principio de funcionamiento del embrague

locidad (flecha de la transmisión). El disco de embrague puede desplazarse - - axialmente sobre el árbol, que está acanalado, pero no puede girar respecto a - dicho árbol. El desembrague se produce venciendo la fuerza de los muelles y - alejando del volante el plato contradisco; el disco de embrague puede entonces girar junto con el árbol primario del cambio, independientemente de la rotación - del volante y del plato contradisco.

El funcionamiento del embrague se basa en las fuerzas de rozamiento del volante y el disco de embrague y de este último con el plato contradisco; con esta finalidad el disco del embrague se recubre por ambas caras de una guarnición con elevado coeficiente de rozamiento, constituidas en algunos casos por fibras de - - amianto impregnadas con aglomerados bituminosos o con resinas sintéticas; las guarniciones de tipo sintetizado pueden estar directamente soldadas sobre el disco, mientras que las guarniciones aglomeradas de amianto se fijan con remaches cilíndricos huecos, de cobre o de aluminio.

Los muelles que actúan sobre el plato contradisco pueden ser substituidos por un muelle único de diafragma; la ventaja ofrecida por esta solución consiste esencialmente en la eliminación de todos los órganos que constituyen el mecanismo de - desembrague (palancas, tornillos, balancines, etc.) de los embragues de tipo -- convencional.

El pedal de mando del embrague suele estar articulado sobre el bastidor del vehículo; en este caso está unido el embrague por medio de varillas que permiten - el movimiento relativo entre el motor y el bastidor; cualquiera que sea la solución adoptada, existe siempre la posibilidad de regular la carrera del pedal para

compensar el desgaste de la guarnición del disco de embrague. La presión entre las superficies de rozamiento del disco de embrague debe ser tal que transmita el máximo par motor sin deslizamiento entre los elementos del embrague; puesto que las guarniciones están sujetas a desgaste y los muelles, por tanto, a aflojarse, la presión tiende a disminuir y por ello es necesario adoptar muelles de poca rigidez. En el caso del embrague con muelle único de diafragma, el embrague no tiende a resbalar aunque estén desgastadas las guarniciones de fricción, porque la configuración particular del muelle permite que permanezca inalterada la fuerza que actúa sobre el plato contradisco; con este tipo de embrague, también la carga que actúa sobre el pedal, necesaria para el desembrague, resulta prácticamente constante, mientras que en los embragues con muelles helicoidales de tipo convencional la carga sobre el pedal aumenta proporcionalmente a la carrera. La parte accionada por la transmisión del embrague, o sea el disco de embrague, debe tener la mínima inercia posible, para mejorar el reparse del motor y la aceleración del vehículo; además cuanto menor es la inercia del disco más fácil resulta el accionamiento del cambio de velocidades. Los materiales empleados para las guarniciones del disco son malos conductores de calor; por tanto, una de las superficies de fricción de cada par debe ser metálica para dar mejor salida al calor generado en el arranque del vehículo y para evitar que la temperatura de las diversas partes sobrepase los 200 a 220 °C; el volante y el plato contradisco desempeñan, por tanto el papel de dar salida al calor producido. El disco de embrague suele ser de chapa de acero al carbono del tipo empleado para muelles (con un espesor de unos 2 mm. dependiendo del tipo de vehículo) o bien de duraluminio. En su centro lleva fijo un cubo de acero cementado y templado, brochado para el acoplamiento con el árbol primario del cambio de velocidades, con fre - -

cuencia la unión entre disco y cubo se hacen con elementos elásticos que sirven para amortiguar las vibraciones; el diámetro del disco es aproximadamente de 20 cm. para los automóviles, mientras que llega a los 30 ó 40 cm. para los vehículos más pesados. El coeficiente de rozamiento de las guarniciones se adopta entre 0.30 a 0.35; el espesor de las guarniciones varía de 3 a 8 mm. La carrera del pedal en vacío (juego) es de 1.5 a 2.0 cm. La relación de reducción es de 1:20 a 1:30 y por esto se suele usar un doble sistema de multiplicación de la carrera útil del pedal. En el funcionamiento del embrague para el arranque, el volante del motor en el momento del contacto gira a una velocidad próxima a la correspondiente al par máximo, mientras que el árbol primario del cambio está aún inmóvil; se produce entonces la máxima velocidad de deslizamiento; el movimiento de la parte accionada del embrague es un movimiento acelerado cuya ley depende de la inercia del embrague, de las resistencias al movimiento del vehículo y del par motor, esto es, en definitiva, de como se maniobran los pedales del embrague y del acelerador. Para obtener una buena progresividad en el embrague es necesario que durante la fase de arranque el par motor iguale más o menos el par resistente; después, una vez realizado el acoplamiento del disco con el volante y con el plato contradisco, no debe ya producirse deslizamiento; los embragues de fricción de los vehículos deben proyectarse de forma que transmitan durante su período de deslizamiento un par motor no muy superior al máximo que puede suministrar el motor, porque si el embrague está calculado para un par motor excesivo, la fase de arranque resulta escasamente progresiva y no se consigue una graduación o una sensibilidad suficiente. En general, el embrague calcula para transmitir, por rozamiento, un par motor igual a 1.2 ó 1.3 veces el par máximo del motor; sólo en el caso de vehículos especiales (tractores) se llega a

1.5 ó 2.0 veces mayor. Llamada p a la presión entre las dos superficies en contacto y μ el coeficiente del rozamiento, si la guarnición tiene forma de corona circular, con radio exterior r_e y radio interior r_i , el par motor transmisible:

$$C = 4 \pi \mu p \int_{r_i}^{r_e} r^2 dr = \frac{4}{3} \pi \mu p (r_e^3 - r_i^3)$$

donde $F = \pi p (r_e^2 - r_i^2)$ es la fuerza ejercida por los muelles. Se suele adoptar a $r_i = 0.7 r_e$ con lo cual resulta: $C = 1.72 \mu F r_e$, teniendo, además en cuenta el aumento que se ha de dar a los muelles, éstos se calculan para una fuerza aproximada igual a 1.3 F.

Embrague de discos múltiples. - Cuando un embrague del tipo monodisco no permite transmitir el par motor, salvo que se recurra a muelles de excesiva tensión o a dimensiones exageradas del disco, se pueden utilizar los embragues de discos múltiples, de los cuales el tipo más simple es el de dos discos, que comprende dos discos solidarios con el árbol primario del cambio de velocidades, provistos ambos de guarniciones de rozamiento por sus dos caras, que se comprimen entre tres platos solidarios con el cigueñal; uno de los platos es el mismo volante, el plato central puede deslizarse longitudinalmente para el desembrague, el tercer plato es accionado por el pedal por medio de palancas.

Existen dos tipos de embragues de discos múltiples, los embragues en seco y los embragues en baño de aceite. En el caso de discos múltiples en seco, éstos son de acero especial y entre ellos se interponen discos de bronce endurecido (bronce fosforoso); en algunos casos estos discos están provistos de guarniciones de rozamiento o recubiertos de materiales sintetizados. Los discos que funcionan en baño de aceite no presenta, por el contrario, guarniciones, pero deben ser más

numerosos, puesto que el coeficiente de rozamiento es inferior, su funcionamiento resulta más progresivo que el tipo seco, pero el desembrague puede ser dificultado por el hecho de que los discos tienden a ser arrastrados por el aceite, - sobre todo en frío, si el aceite no tiene la fluidez conveniente.

Pruebas de embragues.- Existen bancos dinamométricos para la prueba de guarniciones de frenos de disco y de embragues; el dinamómetro es un aparato de tipo - estático para la medida de las fuerzas. Existen muchos modelos diferentes y los más difundidos son los dinamómetros elásticos, basados en la hipótesis de que - la deformación de un órgano elástico sea proporcional a la fuerza que lo produce. Esta suposición es válida, tan solo si las deformaciones son muy pequeñas y por tanto se procura que estas estén contenidas entre límites restringidos. Si las - - fuerzas a medir son muy grandes, el órgano elástico está constituido por un muelle de hélice que mueve directamente un índice que se desplaza ante una escala sin amplificación; para fuerzas mayores se emplean muelles de ballesta que transmiten el resultado de la deformación a un índice, con la interposición de un mecanismo amplificador.

Existen dinamómetros cuyo órgano esencial es un eje sometido a torsión y el aparato se llama más propiamente torsiómetro. En todos los casos la graduación de la escala se efectúa mediante comparación con fuerzas conocidas, generalmente constituidas por pesos.

Las pruebas de los discos de fricción de los embragues se efectúan, colocándolos en los dinamómetros y se les aplica una fuerza de torsión conocida, la que se compara con la que se obtiene en la carátula del aparato, y así por comparación se -

obtiene la máxima fuerza de torsión antes de que empiece el deslizamiento.

Existen también pruebas de balanceo dinámico para los platos de presión y para los discos de fricción, que se efectúan con el objeto de evitar cualquier tipo de vibración que pueda producir un desgaste prematuro en los embragues cuando se encuentran ya acoplados al motor y en funcionamiento.

Principios en que se basa el funcionamiento de los embragues.

La fuerza de rozamiento puede definirse como la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre otra, debido a su atracción mutua, o a sus irregularidades o ambas cosas. La dirección de la fuerza de rozamiento es la del movimiento, pero en sentido opuesto.

Las fuerzas de rozamiento que obran entre superficies que se encuentren en reposo una con respecto a la otra, se llaman fuerzas de rozamiento estático. La máxima fuerza de rozamiento estático será igual a la mínima fuerza necesaria para iniciar el movimiento. Una vez comenzado el movimiento, las fuerzas de rozamiento que obran entre las superficies, ordinariamente disminuyen, de manera que basta una fuerza menor para conservar el movimiento uniforme. Las fuerzas que obran entre superficies que se encuentran en movimiento relativo se llaman fuerzas de rozamiento cinético. El valor máximo de la fuerza de rozamiento estático entre un par cualquiera de superficies secas, no lubricadas, sigue las siguientes dos leyes empíricas:

- 1) Es aproximadamente independiente del área de contacto entre muy amplios límites.

- 2) Es proporcional a la fuerza normal. Esta fuerza que algunas veces se llama carga normal, es la que ejerce cualquiera de los dos cuerpos sobre el otro perpendicularmente a la cara de contacto mutuo; es decir es la fuerza que comprime a las dos superficies entre sí.

La relación de la magnitud de la máxima fuerza de rozamiento estático a la magnitud de la fuerza normal, se llama coeficiente de rozamiento estático para las superficies de que se trata. Si representamos por F_s la magnitud de la fuerza de rozamiento estático, podemos escribir: $f_s \leq \mu_s N$

donde: μ es el coeficiente de rozamiento estático y N la magnitud de la fuerza normal, el signo de igualdad sólo es válido cuando f_s tiene su valor máximo.

μ es una constante sin dimensiones, puesto que es la relación de la magnitud de dos fuerzas y depende de muchas variables, tales como: la naturaleza de los materiales, el acabado superficial, películas superficiales, temperatura, grado de contaminación. Con estas complicaciones no es sorprendente que no haya una teoría exacta del rozamiento en seco y que las leyes del mismo sean empíricas.

La fuerza de rozamiento depende de la clase de movimiento de las superficies.

El rozamiento de arranque (estático) es mayor que el rozamiento de deslizamiento (cinético).

CONVERTIDOR DE PAR

Objetivo: Permitir variar la velocidad de modo continuo y automático, amortiguar las sobrecargas bruscas que podrían romper la transmisión, amortiguar las vibraciones y multiplican el par de torsión.

Por comprender el funcionamiento de un convertidor de par tenemos que analizar primero un modelo de acoplamiento hidráulico elemental.

Acoplamiento Hidráulico.- Dentro de una caja llena de aceite hay dos partes, una mitad activa o bomba y una mitad pasiva o turbina. Al girar la bomba accionada por el motor de combustión, la fuerza centrífuga hace que el aceite salga despedido en forma radial, pasando a la otra mitad, donde encuentra las paletas de la turbina. El aceite empuja las paletas y hace que la turbina gire en el mismo sentido que la bomba, transmitiendo de este modo la fuerza. Con este dispositivo se transmite el par motor pero no se aumenta.

Convertidor de Par.- El convertidor de par práctico se parece mucho al acoplamiento hidráulico y se diferencia de este último, principalmente, en que además de tener una bomba activa y una turbina pasiva, lleva una serie de paletas que constituyen el estator.

Las paletas del estator cambian el sentido en que circula el aceite, después de pasar éste por la turbina, y lo mandan de nuevo a la bomba. Esto permite a la bomba aumentar la fuerza de torsión, lo que equivale a multiplicar el par motor.

Por estar cerrado el circuito se establece una corriente continua del aceite, de

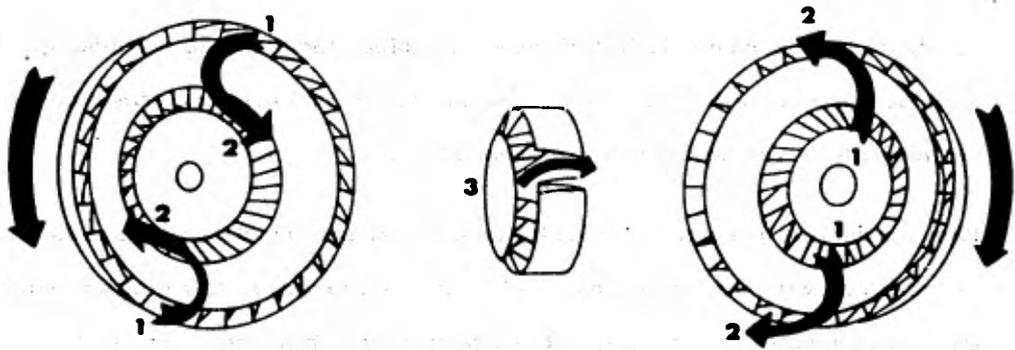
sentido circular en un plano paralelo al eje. Esta corriente circular se establece al mismo tiempo en todas las paletas y de esta forma se pueden llegar a transmitir grandes potencias.

La bomba es accionada por el motor de explosión de la máquina, mientras que la turbina recibe la fuerza hidráulica de la bomba y la transmite a las ruedas motrices. La fuerza centrífuga imprime al líquido un movimiento circular continuo, esta corriente circular del aceite entre la bomba y la turbina se llama corriente de vórtice.

Alrededor de la bomba y de la turbina se establece también una corriente que las acopla, llamada corriente rotatoria. Por la acción combinada de ambas corrientes se transmite el par motor, pero sin aumentarlo.

Para aumentar el par motor hace falta un estator. Las canalizaciones radiales de la turbina se van estrechando hacia el centro de la misma. Al ser atravesadas por el mismo caudal de aceite, este estrechamiento hace que aumente la velocidad del aceite a la salida de la turbina. Este aumento de velocidad se aprovecha para aumentar el par motor dirigiendo el aceite contra el estator, que actúa como deflector. El estator cambia el sentido de la corriente del aceite y lo dirige a la bomba en la misma dirección en que ésta gira. El estator lleva deflectores curvos que reciben el aceite que sale de la turbina. Estos deflectores invierten la corriente de aceite, dándole el mismo sentido de giro de la bomba. Ahora que la corriente de aceite se mueve en la misma dirección, pero a mayor velocidad, retorna a la bomba con suavidad. Su velocidad se suma a la que desarrolla a la bomba, con lo que se aumenta la velocidad total de la corriente.

CONVERTIDOR DE PAR



Turbina

Estator (estacionario)

Bomba

1 - Entrada

2 - Salida

3 - Aceite de la turbina

Circulación del aceite entre bomba, turbina y estator

Este efecto regenerativo es la clave de la multiplicación del par motor que se consigue con un convertidor de par.

Para poder cambiar la dirección de la corriente de aceite, el estator tiene que permanecer inmóvil mientras va aumentando el par de giro. Sin embargo, en el momento en que la bomba y la turbina giran a la misma velocidad, el estator inmóvil ofrecería resistencia al giro del conjunto. Por este motivo el estator se monta algunas veces sobre un embrague de rueda libre para que no pueda girar mas que en una sola dirección en el momento en que deja de aumentar el par motor. En otros convertidores de par el estator puede ir fijo a la caja del convertidor.

El par motor continúa aumentando mientras que el motor de explosión está acelerándose para poner la máquina en movimiento. Ahora bien, al aumentar las revoluciones del motor de explosión, aumenta también la velocidad de la turbina, con lo que la corriente de vórtice del aceite en el convertidor se va reduciendo al propio tiempo que aumenta la corriente rotatoria.

La corriente de vórtice continúa transformándose en corriente rotatoria hasta que la bomba y la turbina terminan de quedar acopladas, momento en que giran a la misma velocidad y deja de aumentar el par motor.

El convertidor de par trabaja en ese momento como un acoplamiento hidráulico sencillo, transmitiendo a las ruedas motrices el mismo par motor que recibe del motor de explosión.

El convertidor de par reduce o aumenta automáticamente el par motor de modo con

tínuo para acoplar la potencia del motor de explosión a la carga. Cumple así la misma función que una caja de cambio de velocidades mecánica, pero con la diferencia que cambia de velocidad de modo contínuo y progresivo, sin necesidad de desembragar la fuerza.

TRANSMISION

Transmisiones Mecánicas.

La fuerza del motor se transmite a las ruedas motrices o los palieres por medio de trenes de engranajes que constituyen el conjunto de la transmisión, la cual cumple con las cuatro funciones siguientes:

- 1) Conecta y desconecta la fuerza del motor.
- 2) Permite desmultiplicar la velocidad del motor y el par transmitido.
- 3) Permite invertir el sentido de giro de las ruedas.
- 4) Permite que las ruedas motrices giren con independencia para que el vehículo pueda tomar las curvas, sin dejar de transmitir el par correspondiente a cada una de ellas.

Para que la transmisión pueda cumplir estas cuatro funciones, tiene que llevar los tres componentes básicos siguientes:

- Un embrague - para conectar y desconectar la fuerza.
- Una caja de cambios - para seleccionar la velocidad de marcha adelante y marcha atrás.
- Un diferencial - para que las ruedas motrices puedan girar con independencia entre sí.

Funcionamiento de la transmisión de fuerza.- En la cabeza de la transmisión, se encuentra el embrague, el cual tiene la misión de desconectar el motor de la transmisión, para que pueda seguir girando mientras la máquina está parada. El embra

que sirve también para acoplar progresivamente la fuerza del motor para poner en marcha la máquina con suavidad. El embrague más simple puede imaginarse formado por dos discos, cada uno de los cuales gira con su propio eje. Mientras los discos no se tocan, uno de ellos puede girar a la velocidad que se quiera, sin que el otro se mueva.

Ahora bien, si aplicamos el disco que está parado sobre el disco que está girando, ambos terminarán por girar unidos a la misma velocidad. Algunas máquinas llevan transmisiones automáticas que no necesitan embrague.

La caja de velocidades: Permite cambiar la velocidad de las ruedas en relación con la velocidad de giro del motor.

Ningún automóvil se puede acelerar progresivamente sin cambiar de velocidades, porque los motores de combustión interna no desarrollan suficiente potencia a pocas revoluciones.

La caja de cambios se compone de varios trenes de engranajes.

Lo que debe recordarse es que cuanto menor es el diámetro del engranaje, tanto más aprisa tiene que girar.

Este es el principio en que se basa la caja de cambios con sus diversas combinaciones para desmultiplicar más o menos la velocidad de giro del motor, adaptándola a las condiciones de trabajo de cada momento.

La primera velocidad, que es la más corta, el engranaje activo del eje primario es muy pequeño y ataca a un engranaje muy grande del eje intermedio. De esta ma

nera se desmultiplica la velocidad de giro del motor y se multiplica la fuerza de giro del eje intermedio. Así se van desarrollando las velocidades de dicha caja desmultiplicando los giros del motor.

Todos los engranajes de cambio van en una caja metálica que se llena de aceite para asegurar la lubricación de todas las piezas. Las diferentes velocidades se seleccionan por medio de una palanca dispuesta en la cabina de conducción.

Existen otros tipos de cambios automáticos asistidos por fuerza hidráulica, que mencionaremos posteriormente.

Cómo se transmite la fuerza: La fuerza se puede transmitir fundamentalmente de tres maneras:

- Por fricción (poleas y correas)
- Por engranajes (por engranes)
- Por líquidos (rueda de paletas)

Transmisión por Fricción.- Al aplicar una superficie con otra, la primera transmite su movimiento a la segunda por fricción. Las transmisiones de fuerza por fricción emplean ruedas y correas.

Transmisión por Engranajes.- Para ello se ocupan diferentes tipos de engranes, los cuales giran uno sobre otro o acoplado al otro, con lo cual se transmite el movimiento o fuerza de torsión. Los engranajes se suelen clasificar atendiendo a los siguientes criterios:

- a) Al tipo de sus dientes.
- b) A la superficie en que van mecanizados los dientes.

Los principales tipos de engranajes que hay son:

- Engranajes de DIENTES DIRECTOS.- Utilizados en mecanismos sencillos.
- Engranajes de DIENTES HELICOIDALES.- Utilizados en cambios de automóviles.
- Engranajes de DIENTES DE DOBLE HELICOIDE.- Utilizados en grandes turbinas.
- Engranajes CONICOS DE DIENTES RECTOS.- Para bajas velocidades en mecanismos.
- Engranajes CONICOS DE DIENTES HELICOIDALES.- Se utiliza en piñón y corona.
- Engranajes HIPOIDES.- Se utilizan en los diferenciales de automóviles.
- Engranajes EPICICLOIDALES.- Se utilizan en transmisiones.
- Engranajes de TORNILLO SINFIN.- Principalmente en direcciones.
- Engranajes de PIÑON Y CREMALLERA.

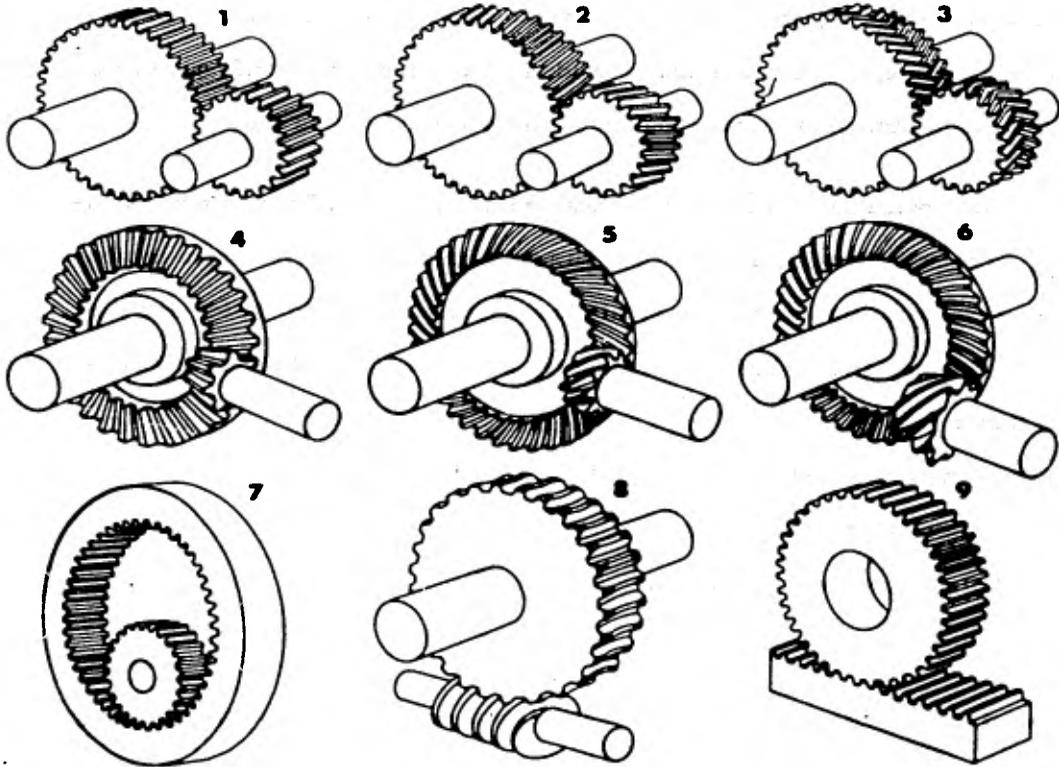
El cambio de velocidad mecánico.- Es en esencia un tren de engranajes que permite adaptar la potencia del motor a las ruedas motrices de la máquina.

El cambio de velocidad cumple las dos funciones siguientes:

- 1) Permite la selección de la velocidad de avance de la máquina.
- 2) Permite invertir el sentido de la marcha.

Tipos de Cambios.- Existen tres principales:

- De engranajes desplazables
- De cambios por collarín
- Sincronizados



1 - De dientes rectos
2 - De dientes helicoidales
3 - De doble helicoide

4 - Cónico de dientes rectos
5 - Cónico de dientes helicoidales
6 - Hipoide

7 - Epicicloidal
8 - De tornillo sinfin
9 - De piñón y cremallera

Tipos de engranajes

Cambios de engranajes desplazables: Existen dos tipos fundamentales:

- a) El que lleva los ejes de entrada y salida paralelos.
- b) El que lleva los ejes de entrada y salida en línea.

Cambios por collarines desplazables.- Consta de dos ejes paralelos con engranajes en toma constante. En la posición de punto muerto los engranajes giran libremente sobre sus ejes. Al meter una velocidad se desplaza un collarín que bloquea un determinado engrane para que tenga que girar solidario con su eje.

Cambios sincronizados.- Este tipo de cambio lleva los engranajes en toma constante y se cambia de velocidad por medio de collarines desplazables pero haciéndolo a través de un mecanismo que iguala las velocidades de giro de las dos piezas antes de acoplarlas. Los sincronizadores de cambios de velocidad son de - cuatro tipos:

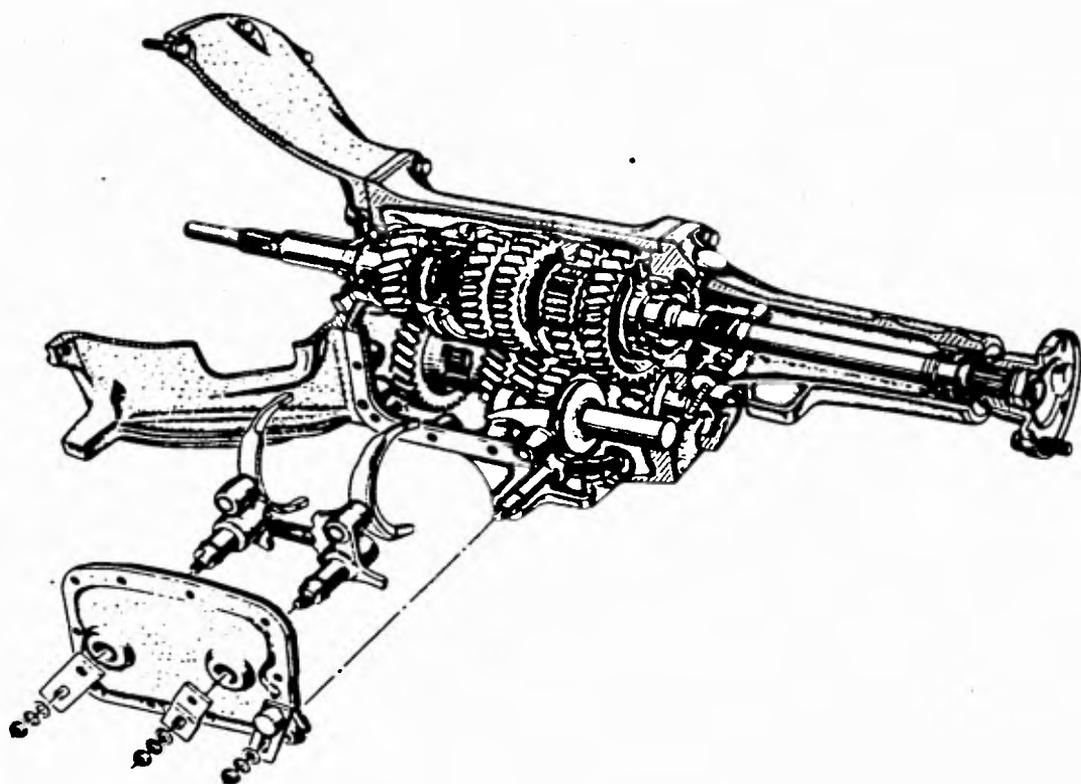
- Los sincronizadores de disco y plato.
- Los sincronizadores por bloqueo.
- Los sincronizadores sencillos.
- Los sincronizadores por tetones.

Los mecanismos de cambios.- Son los mecanismos por medio de los cuales se obtiene el cambio de velocidades. Los dos mecanismos de cambios más empleados son:

- 1) Mecanismos directos.
- 2) Mecanismos por levas.

Los mecanismos directos.- Este mecanismo se llama así porque la palanca de cambios manda directamente el mecanismo desde la plataforma de conducción.

TRANSMISSION MECANICA



Las horquillas que desplazan los engranajes o collarines van fijadas a unas barras correderas.

Los mecanismos por cambios de levas.- Las levas de cambio es una palanca que lleva unas ranuras irregulares, dentro de estas ranuras se deslizan los rodillos de las barras correderas. Cuando se hace bascular la leva sobre su pivote por medio de la palanca de cambio, los rodillos se deslizan por la ranura y corre la barra, desplazando el correspondiente collarín por medio de la horquilla que lleva la barra.

Al igual que el directo, este de levas también lleva retenciones para que no se salga la velocidad seleccionada.

Cambios por fuerza hidráulica.- Este cambio se caracteriza por llevar un tren de engranajes en el que se puede cambiar la desmultiplicación sin necesidad de interrumpir la transmisión de fuerza. Los engranajes están en toma constante y la desmultiplicación se cambia sobre la marcha actuando uno o más embragues hidráulicos. Estos cambios llevan los siguientes componentes:

- Embragues hidráulicos para cambiar la desmultiplicación.
- Trenes de engranajes para transmitir la fuerza.

El tren de engranajes de este tipo de cambios puede disponerse de alguna de las dos maneras siguientes:

- A base de un tren fijo.
- A base de engranajes epicicloidales.

Transmisiones hidrostáticas .

Las transmisiones hidrostáticas aprovechan un líquido a presión para transmitir - la fuerza del motor a las ruedas motrices de la máquina . La potencia mecánica - del motor se transforma en potencia hidráulica por medio de una combinación de bomba y motor hidráulico . A su vez esta potencia hidráulica se reconvierte en potencia mecánica para accionar las ruedas motrices . La transmisión hidrostática hace las funciones de embrague y de caja de velocidades de una transmisión mecánica .

Se emplean dos tipos fundamentales de transmisiones hidráulicas que son:

- Hidrodinámicas .
- Hidrostáticas .

Las Hidrodinámicas .- Emplean líquidos a gran velocidad, pero a presiones relativamente bajas , puede describirse diciendo que consta de una bomba que manda un chorro líquido sobre una rueda de turbina a la que se hace girar . Este tipo de transmisión es la que se emplea en los convertidores de par .

Las transmisiones hidrostáticas .- Emplean líquidos a grandes presiones y a poca velocidad . Es el propio líquido el que se encarga de transmitir la fuerza desde la bomba al motor hidráulico . La teoría en la que se basa el funcionamiento de esta transmisión, son dos principales:

- El de que los líquidos no tienen forma propia sino que adoptan la del recipiente que los contiene .
- La de que los líquidos no son compresibles .

En la transmisión hidrostática se emplean varios mecanismos con distintas funciones. Los encargados de transformar la fuerza mecánica en fuerza hidráulica la constituyen la bomba hidráulica mientras que el encargado de reconvertir la fuerza hidráulica en mecánica es el motor hidráulico.

Tres son los factores que condicionan el funcionamiento de una transmisión hidrostática:

- El caudal de aceite -que determina la velocidad.
- La dirección en que circula el aceite -que determina el sentido de giro.
- La presión de aceite -que determina la potencia transmitida.

Cada uno de estos factores se puede variar de un modo continuo, lo que permite obtener una gama infinita de velocidades y pares motores con la transmisión hidrostática.

Los principales tipos de transmisión hidrostática.- Las bombas y motores hidráulicos pueden ser de caudal fijo o variable, los cuales se pueden combinar de cuatro maneras:

- 1) Bomba de caudal fijo accionado un motor de caudal fijo.
- 2) Bomba de caudal variable accionado un motor de caudal fijo.
- 3) Bomba de caudal fijo accionado un motor de caudal variable.
- 4) Bomba de caudal variable accionado un motor de caudal variable.

Ventajas de las transmisiones hidrostáticas.

- Margen contínuo de velocidad y pares motores .
- Mando simplificado por medio de una sola palanca .
- Cambio de velocidad progresivo, sin escalones .
- Cambio de velocidad en plena marcha .
- Máximo par motor para arrancar .
- Facilidad de acoplamiento de la fuerza (no requiere barras de transmisión)
- Gran compacidad en relación con la potencia .
- No se necesitan embragues ni grandes trenes de engranajes .
- Absorbe bien las sobrecargas instantáneas .
- Requiere poco servicio y los gastos de mantenimiento son reducidos .

Pruebas de funcionamiento.- La única prueba que requieren la mayor parte de las transmisiones hidrostáticas son las de carga y presión de trabajo de aceite. En algunas unidades también hay que comprobar el caudal de aceite y su temperatura.

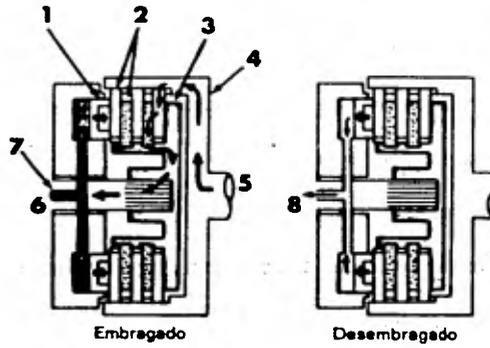
Servotransmisión.

La consola de cambios y la palanca del operador representan uno de los desarrollos de más importancia en la historia del equipo de movimiento de tierra (servotransmisión).

La servotransmisión se suministra con casi todos los tipos de vehículos de movimientos de tierra, y su popularidad aumenta rápidamente.

Removida de su caja, la servotransmisión consiste en un número de embragues y -

SERVOTRANSMISION



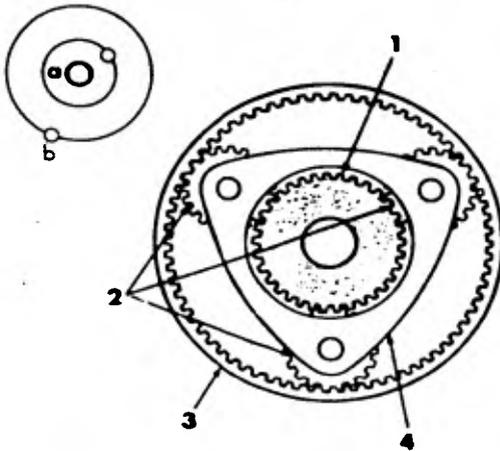
El pistón anular, actuado por el aceite a presión, comprime el paquete de discos y platos y embraga la fuerza.

Al dejar el aceite sin presión, el pistón anular suelta el paquete de discos y platos y desembraga la fuerza.

- 1 - Pistón
- 2 - Discos y platos
- 3 - Cubo
- 4 - Tambor

- 5 - Entrada
- 6 - Salida
- 7 - Entrada de aceite a presión
- 8 - Salida de aceite sin presión

La transmisión de fuerza se controla por medio de embragues hidráulicos

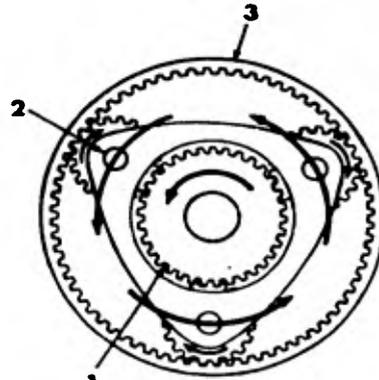


- a - Sol
- b - Planetas
- 1 - Piñón sol

- 2 - Planetarios
- 3 - Corona
- 4 - Porta-planetarios

Sistema epicicloidial simple

Si se acciona el piñón sol



- 1 - Piñón sol accionado
- 2 - Punto de toma de la fuerza
- 3 - Corona frenada

Forma en que se transmite la fuerza cuando se acciona el piñón sol

juego de engranes planetarios montados juntos.

Los embragues están compuestos por una caja, un pistón, discos de bronce, discos de acero revestido y sin revestir.

El número de discos varía entre los diferentes embragues y transmisiones pero están colocados en forma alternada siempre en el embrague.

El juego de engranes planetarios derivan su nombre del hecho de que están dispuestos igual que en un sistema solar con los engranes satélites girando alrededor del engrane solar.

Con la adición de una corona tenemos un juego de engranes planetarios completos, si la corona se sujeta de forma que no pueda moverse la rotación del engrane solar, forzará los satélites a girar dentro de la corona y girarán alrededor del engrane solar.

La base en la cual los engranes satélites están montados se llama portaplanetario.

Los embragues de la servotransmisión funcionan de la siguiente forma:

Por medio de un sistema hidráulico se presiona a uno o varios pistones, que a su vez presionan directamente al paquete del embrague (discos). Hasta que la corona se detiene por completo y el portaplanetario gira alrededor del engrane solar para así transmitir la potencia.

Para el funcionamiento de la servotransmisión, se controla por medio de cajas de válvulas que se accionan por controles del operador los cuales accionan distintas válvulas según la velocidad deseada. Dichas válvulas al ser accionadas producen

una presión de aceite al sistema de embrague de la velocidad para darle movimiento a la servotransmisión.

Las ventajas de este sistema consisten principalmente en el número de pares que transmiten sus distintos sistemas o velocidades, los cuales son de avance o de retroceso con distintas variaciones en ambos sentidos.

Diferenciales.

El diferencial realiza dos funciones:

- Cambia en ángulo la fuerza del motor a los paileres.
- Permite que cada rueda gire con independencia de la opuesta, sin dejar de traccionar.

La corona y los planetarios transmiten la fuerza a los paileres mientras que los satélites son los encargados de asegurar el efecto diferencial.

Funcionamiento.- La fuerza del motor se aplica a la corona del diferencial por medio de un piñón que la ataca.

Los cuatro satélites y los dos planetarios giran con la corona del diferencial como un conjunto único. Cada pailer gira con su rueda a la misma velocidad.

Cuando la máquina toma una curva muy cerrada, la única rueda que continúa girando es la del lado exterior. El efecto diferencial puede ser un inconveniente cuando una de las ruedas patina. Si se está arando con un tractor agrícola por ejemplo, una de las ruedas puede perder adherencia sobre suelo fangoso y empezar a patinar mientras la rueda opuesta se inmoviliza por tener más adherencia. En este - -

caso la potencia del motor se disipa en hacer girar la rueda que patina. Para evitar esta pérdida de potencia se emplean dispositivos que bloquean el diferencial.

Tipos de bloqueo del diferencial.- Se emplean tres principales tipos de bloqueos:

- 1) Bloqueo mecánico
- 2) Bloqueo hidráulico
- 3) Bloqueos automáticos

Bloqueo mecánico.- Es el más simple de estos sistemas. Al empujar la palanca en el sentido indicado por la flecha del tablero de controles, la horquilla gira y desplaza el collarín hacia la derecha quedando mecánicamente unidas las estrías de la caja del diferencial con las estrías del pailer. El pailer gira así rígidamente acoplado con la caja del diferencial. Su planetario ya no puede girar libremente dentro de la caja y el conjunto queda bloqueado.

Cuando ambas ruedas motrices vuelven a ejercer la misma fuerza de tracción, el mecanismo desbloquea automáticamente el diferencial.

Bloqueo hidráulico.- Utiliza la presión de aceite para bloquear el diferencial. Al pisar el pedal del bloqueo, se abre la válvula que deja pasar el aceite a presión hasta el freno multidiscos del diferencial.

El émbolo anular comprime los discos contra la superficie de fricción de la caja del diferencial. Los discos van sobre las estrías del perímetro del planetario, mientras que los platos van unidos con las estrías de la caja del diferencial.

Al frenar el planetario con la caja del diferencial, éste queda bloqueado.

Al soltar el pedal, la válvula corta el paso del aceite a presión y los discos se separan de los platos, dejando libre el planetario dentro de la caja del diferencial, con lo que éste se desbloquea.

Bloqueo automático.- Se caracteriza porque hace girar ambas ruedas motrices rígidamente unidas, permitiendo que giren con independencia entre sí únicamente cuando la máquina toma una curva. Está concebido de manera que nunca pueda patinar una rueda restándole potencia a la opuesta.

El dispositivo va alojado en la caja del diferencial y sustituye a los planetarios y a los satélites con sus bulones.

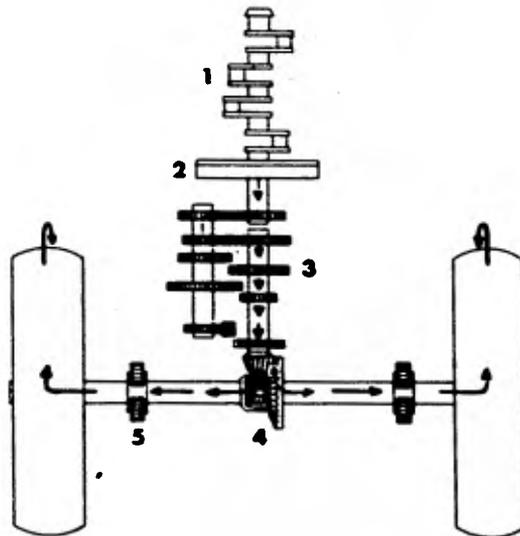
Mandos Finales.

Los mandos finales son el último eslabón de toda la transmisión. Son la reducción final de velocidad que tiene por objeto aumentar el par de torsión de las ruedas motrices.

Tipos de mandos: Se conocen cuatro principales mandos finales:

- De eje recto.
- De piñón y engranaje recto.
- Epicicloidal.
- Por cadena.

Mandos finales de eje recto.- Es el más sencillo de todos, se emplea corrientemente en automóviles y camiones ligeros, que no necesitan mayor reducción para transportar cargas.



- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1 - Motor | 4 - Diferencial |
| 2 - Embrague | 5 - Mando final |
| 3 - Caja de cambios | |

Componentes de la transmisión de fuerza de un tractor

Existen dos tipos principales:

- Rígidos.
- Flexibles.

Mandos finales de piñón y engranaje recto. Se utilizan mucho en tractores y máquinas auto-propulsadas. Llevan en el mando final una reducción a base de piñón y engranajes rectos.

Existen de dos tipos principales:

- Reducción por piñón alojadas en la caja del diferencial.
- Reducción por piñón sobre la salida del mando final.

Mandos finales epicicloidales.- Es más pequeña y compacta que las demás. Se utiliza en tractores.

Mandos finales por cadena.- Permite obtener toda la altura libre sobre el suelo de los mandos finales que pueda necesitarse, se emplea por este motivo en máquinas pulverizadoras auto-propulsadas que tienen que pasar sobre cultivos en pie de bastante altura.

Los principales problemas que se tienen con los mandos finales son:

- 1) Exceso de holgura axial de los semiejes o pailers.
- 2) Sobrecalentamiento.
- 3) Falta de lubricación.

Toma de Fuerza.

La toma de fuerza es un accesorio acoplado a la transmisión de fuerza de la máquina, se utiliza para accionar equipos auxiliares.

Tipos de tomas de fuerza:

- Accionadas por la transmisión.
- De funcionamiento continuo.
- Independientes.

Tomas de fuerza accionadas por la transmisión de la máquina.- Funcionan únicamente cuando la transmisión está embragada con el motor. Se paran al pisar el pedal del embrague.

Toma de fuerza de funcionamiento continuo.- También funcionan nada más cuando el motor está embragado con la transmisión, pero a través de un segundo embrague que se puede dejar embragado.

Toma de fuerza independiente.- Tiene su propio embrague y tren de engranes independientes de la transmisión de fuerza principal de la máquina.

TREN DE RODAJE

El tren de rodaje actúa como soporte de toda la máquina distribuyendo uniformemente el peso sobre el piso, transmite la energía de movimiento de los mandos finales al conjunto de la oruga para mover la máquina, soporta las cargas laterales cuando la máquina cambia de dirección (gira) y proporciona las características de flotación, tracción y área de contacto necesarias para cada tipo de trabajo.

Los principales componentes del tren de rodaje son:

- a) Bastidor
- b) Rueda dentada
- c) Rueda guía
- d) Rodillo inferior
- e) Rodillo superior
- f) Conjunto de la oruga (eslabones, pernos y bujes, zapatas y sellos)
- g) Protecciones

a) BASTIDOR

El tren de rodaje de una máquina de carriles tiene dos bastidores de rodillos con sus brazos diagonales. Estos bastidores de rodillos soportan los conjuntos de soporte y suspensión para la barra compensadora, las ruedas guía, los rodillos superiores o de soporte de los carriles superiores.

Los brazos diagonales de los bastidores mantienen el alineamiento correcto del bastidor de rodillos.

La barra compensadora soporta el extremo frontal de la máquina, algunas veces esta barra oscila sobre dos amortiguadores de hule duro. Los amortiguadores de

hule están soportados por una placa y cuatro pernos. El peso de la máquina se transmite a través de los bastidores y va a los rodillos.

La diferencia que existe entre el tren de rodaje de un tractor y el tren de rodaje de un cargador, es que en el tractor el tren de rodaje necesita oscilar - debido a la aplicación de la máquina y en el cargador debe ser estable y rígido. Esta estabilidad se obtiene evitando que oscilen los bastidores.

b) RUEDA DENTADA

El eje de la rueda dentada está colocado a presión en el interior de la caja de embrague de la dirección. En el extremo del eje, la masa de la rueda dentada es tá sostenida por medio de cojinetes, un retén y un conjunto de soportes. Entre los dos conjuntos se encuentran unas lanas que sirven para proporcionar la alineación correcta entre la rueda dentada y el bastidor de rodillos.

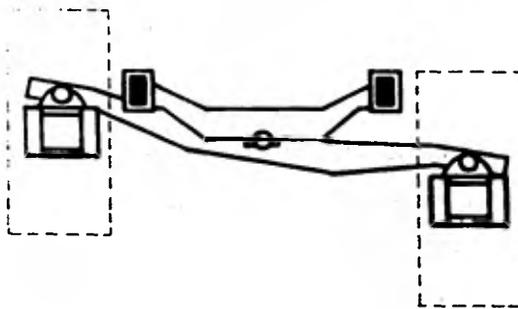
Conforme gira la rueda dentada, los dientes hacen contacto con los bujes de los conjuntos de la oruga (buje, perno, eslabones y zapata). La fuerza de los dientes de la rueda dentada se transmite desde el buje al perno del siguiente conjunto de oruga, el cual, cuando gira arrastra sus dos eslabones. Las zapatas sujetas por medio de pernos a los eslabones, están en contacto con la tierra y resisten esta fuerza. Esto hace que la máquina de carriles se mueva para adelante o - para atrás.

Existen dos tipos de ruedas dentadas que son: tipo segmentada y tipo sólido.

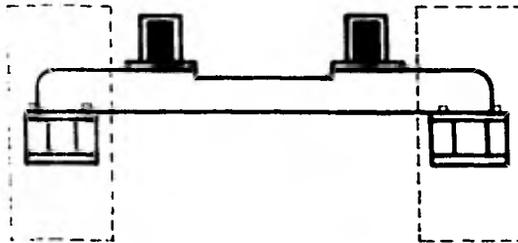
La rueda tipo segmentada es actualmente la más común, por su facilidad de reemplazo de los segmentos, estos son colocados sobre la rueda por medio de tornillos y tuercas.

El perfil circular de la parte baja del diente es más grande en diámetro que el diámetro exterior del buje del conjunto de la oruga para proporcionar un juego -

BASTIDOR DEL TREN DE RODAJE



BARRA COMPENSADORA



BARRA RIGIDA

entre ellos. Esto es con el objeto de prevenir una cierta interferencia entre los dientes de la rueda y el buje después de un cierto alargamiento del paso de la cadena, además, contribuye al rechazo de tierra introducida en el claro de la rueda y el buje.

El paso de la cadena es la distancia existente desde el centro de un perno hasta el centro del siguiente perno.

Las ruedas dentadas son de acero forjado o fundido. Todas las ruedas dentadas se someten especialmente a tratamiento térmico y también se templean.

c) RUEDA GUIA

Tensor el conjunto de la oruga en posición en frente de los rodillos, guiar y mantener la cadena en línea son los objetivos de las ruedas guías.

La rueda guía tiene una ceja central para mantener al conjunto de la oruga alineado, la ceja central queda ajustada entre los eslabones de la oruga. Las ruedas guías deben mantenerse bien alineadas, si no lo están, ocasionan desgaste en la ceja central y en los lados de los eslabones de la cadena. Para corregir la alineación, se hace por medio de lainas.

La rueda guía está soportada sobre una flecha a través de bujes y chumaceras.

La rueda guía se mantiene en su posición por medio de una horquilla corrediza conectada a un resorte, si la oruga choca con algo, o se atora algún objeto entre el conjunto de la oruga y la rueda guía, o si se amontona arena o nieve sobre la rueda, la rueda guía se puede mover hacia atrás comprimiendo el resorte, absorbiendo en esta forma el choque, o aflojando la tensión de la cadena.

Los mecanismos generalmente consisten de un pistón dentro de un cilindro hermético que tiene una grasera. El vástago del pistón es una prolongación de la hor-

quilla de la rueda guía. Inyectando grasa dentro del cilindro se empuja la rueda guía hacia adelante dando más tensión al conjunto de la oruga.

La tensión correcta de la oruga es muy importante. Si esta tensión está por arriba de su valor se produce un rápido desgaste al dar vuelta los eslabones, alrededor de las ruedas dentadas y guías, y el rozamiento adicional puede absorber una gran parte de la potencia del motor.

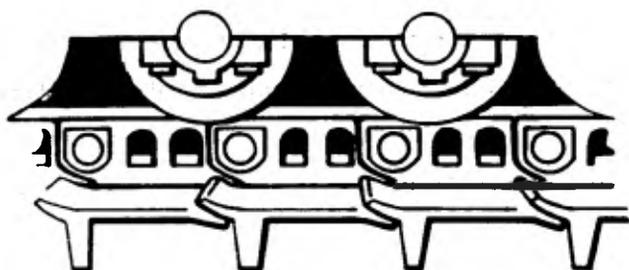
Si la tensión está por abajo de su valor, también se produce un desgaste adicional debido a la flexión excesiva al entrar y salir en tramos flojos en la parte superior del bastidor. Existe también la posibilidad de que el conjunto de la oruga se salga cuando la máquina vira y en terreno irregular o inclinado.

La lubricación de la rueda guía se lleva a cabo por el orificio de la flecha y el lubricante llega a la superficie del buje. Cada cara lateral del buje está provista con sellos flotantes para prevenir fugas de aceite y entrada de lodo y agua.

Para mejorar la resistencia al desgaste, la rueda está hecha de fundición de acero al sílice-manganeso y la superficie de contacto con el eslabón se endurece por medio de un tratamiento térmico.

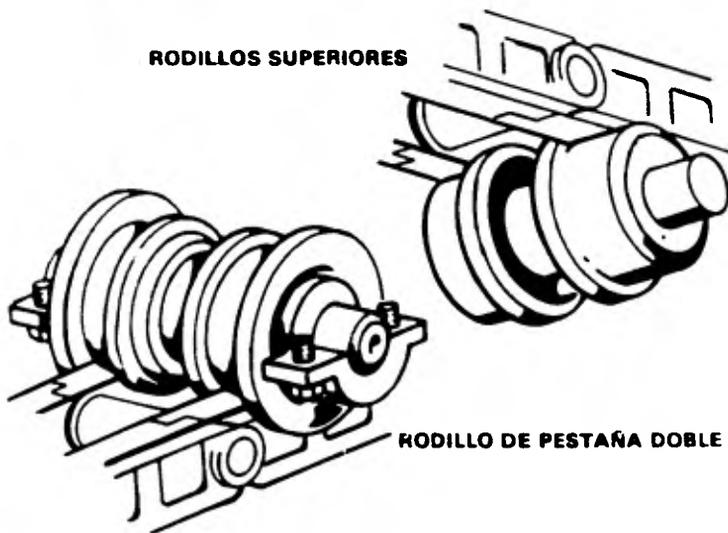
d) RODILLO INFERIOR

Bajo los bastidores de los rodillos, están los rodillos de los carriles o rodillos inferiores. Hay entre cuatro y ocho rodillos en cada bastidor. Estos rodillos ruedan en los rieles formados por los eslabones de los carriles, por lo tanto, soportan el peso total de la máquina y lo distribuyen por los carriles, los rodillos tienen bridas o pestañas en los extremos. Estas pestañas se extienden sobre el exterior de los eslabones.



RODILLOS INFERIORES

RODILLOS SUPERIORES



RODILLO DE PESTAÑA DOBLE

Dentro de los rodillos inferiores hay un tipo de doble pestaña, tiene una pestaña en el extremo exterior, así como en el extremo interior de cada rodillo.

Cada superficie de rodillo gira sobre uno de los rieles de los eslabones. Las pestañas interiores o exteriores evitan que el rodillo se salga del carril, también ayudan a mantener el riel o carril recto.

El conjunto del rodillo inferior consta de un elemento que gira, bujes, sellos flotantes, baleros y una flecha. La flecha está prevista de un orificio para alimentar aceite lubricante a la superficie del buje. Cada cara lateral del buje está prevista con un sello flotante para prevenir la fuga de aceite y evitar que entre suciedad y agua.

e) RODILLO SUPERIOR

Los rodillos superiores están colocados sobre el bastidor y soportan la mitad del conjunto de la oruga entre la rueda dentada y la rueda guía. Previniendo que el conjunto de la oruga se ondule por su propio peso.

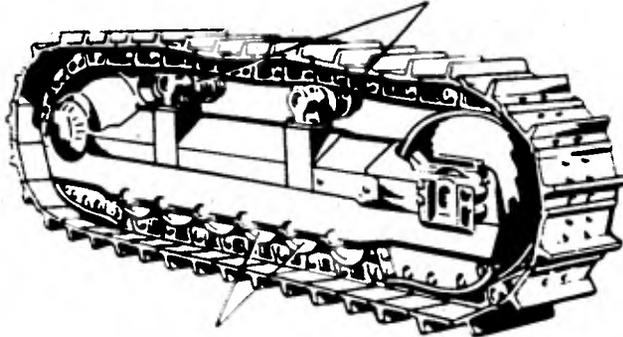
Los rodillos superiores giran sobre dos cojinetes de rodillos cónicos. Los cojinetes están puestos a presión en el eje. Estos rodillos superiores deben estar siempre alineados con la rueda dentada y la rueda guía.

f) CONJUNTO DE LA ORUGA

Los conjuntos de la oruga pueden ser considerados como rieles sobre los cuales se mueve la máquina. El conjunto de la oruga consiste de dos eslabones, un perno y un buje.

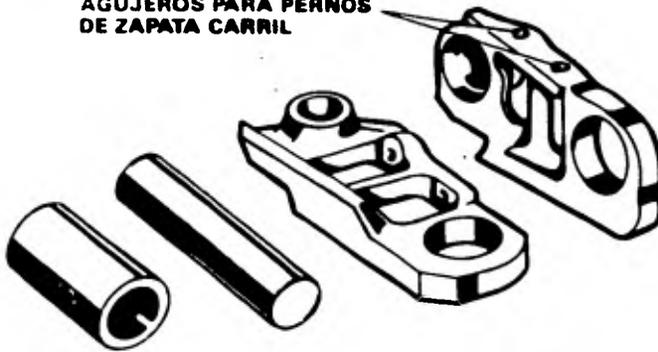
Los eslabones son unidos por un perno que se mete a presión en el interior de los orificios pequeños de ambos eslabones.

RODILLOS SUPERIORES



RODILLOS INFERIORES

AGUJEROS PARA PERNOS DE ZAPATA CARRIL



BUJE

PASADOR

ESLABONES

Se coloca un buje en el interior de los orificios grandes de ambos eslabones. El buje se extiende un poco más en el exterior de los eslabones. Se instala después un perno en el interior del buje y en la siguiente sección del carril. Existe una holgura entre este pasador y el buje, es aquí, donde el carril tiene flexibilidad. Este también es un punto de desgaste y una de las razones por las que el carril se alarga.

En cada lado del buje y el eslabón siguiente lleva dos sellos, en forma de cono, dando la cara uno al otro y están ubicados entre el buje y el abocardado de los eslabones siguientes.

Una vez que ambos eslabones son unidos a presión en el pasador, los discos en forma de cono se presionan juntos y forman un sello perfecto.

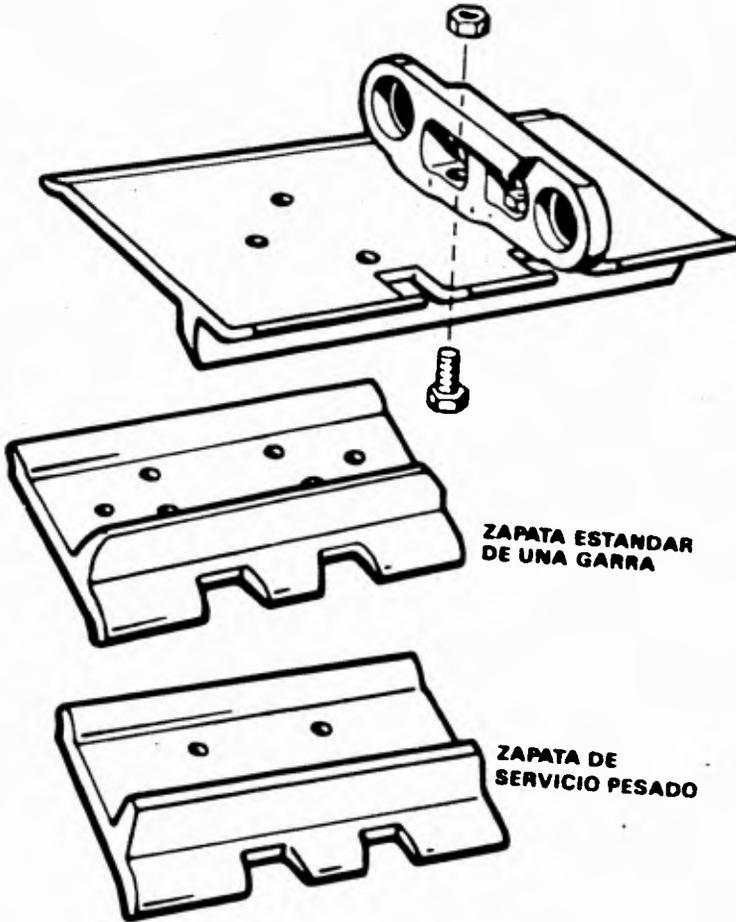
Después de instalar los sellos de la cadena, metemos a presión los eslabones de la segunda sección en el perno de la segunda sección. El buje de la primera sección se extiende hasta el interior de los abocardados de estos eslabones. Se mete a presión el buje en el interior de los agujeros grandes del segundo juego de eslabones.

El buje en la primera sección de la cadena gira alrededor del pasador de la segunda sección de la cadena. Este buje gira en los abocardados de los eslabones de la segunda sección.

Los sellos de acero están presionados entre el buje de una sección de la cadena y los eslabones de la otra sección.

Todos los pasadores son iguales y del mismo tamaño, exceptuando el pasador principal. El buje principal es un poco más corto y no se extiende al interior de las perforaciones de los eslabones.

Los extremos del buje encajan exactamente en las perforaciones de los eslabones.



Entre cada extremo del buje y los sellos de disco y acero tenemos un espaciador.

Esto nos permite empujar la última sección de la cadena, con el buje corto entre los eslabones de la primera sección de la cadena. El pasador principal puede ser colocado en su lugar con una prensa portátil o con un martillo pesado.

ZAPATAS.- Es la parte que hace el contacto directo con el suelo y con la cual la máquina de carriles realmente camina.

La elección de las zapatas correctas depende principalmente de tres condiciones - del terreno en general: tierra, roca, nieve o hielo.

Otros factores son: flotación, tracción, penetración, área de contacto, resistencia al doblamiento, acción de autolimpieza y desgaste.

Dependiendo del tamaño de la máquina, las zapatas vienen en diferentes tamaños y durezas.

Veamos la diferencia entre las dos familias principales: Las zapatas planas y las zapatas de garra. Ambos tipos de zapatas vienen en gran variedad de formas y tamaños. Las zapatas planas consisten en una plancha plana de acero. Su grueso depende de su aplicación. Las zapatas tienen una superposición en un lado. Esta superposición cubre el borde recto en el otro lado de la zapata anterior. Las dos ranuras sirven de espacio para los eslabones. Se han provisto cuatro orificios de pernos para montar la zapata a los eslabones. Las zapatas planas no pueden equiparse con ningún accesorio para zapata.

Las zapatas de garra generalmente tienen seis agujeros para pernos. Los dos agujeros de los extremos están provistos para colocar cualquiera de los accesorios - para zapata en las zapatas de garra. Todas las zapatas de garra vienen en diferentes anchos, dependiendo de la aplicación de la máquina.

Las zapatas de garra consisten en una plancha de acero con una o más garras. Dependiendo del tamaño y la aplicación de la máquina, estas garras tienen diferente altura y anchura. El propósito de las garras es penetrar en el suelo y dar a la máquina más tracción como las zapatas planas, las zapatas de garra y también tienen una superposición y ranuradas para dar espacio a los eslabones. Las zapatas de garra múltiple no tienen agujeros para montar accesorios.

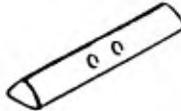
LAS PROTECCIONES.- La parte delantera y trasera de cada bastidor de rodillos inferiores está equipada con protecciones guía, para proteger las cadenas, ruedas dentadas, ruedas guía y rodillos de las rocas y de la basura.

Las protecciones guía traseras funcionan en forma similar a las protecciones de lanteras. Estas protecciones sujetan la cadena en la alineación correcta con la rueda dentada. Esto permite a los dientes de la rueda dentada pasar de un buje al siguiente sin hacer contacto con los lados de los eslabones.

El funcionamiento de las protecciones guía traseras evitan que se desalíne la cadena cuando la máquina va para atrás.

Las protecciones ayudan a la pestaña central de la rueda guía a mantener en línea la cadena o el conjunto de eslabones. Las protecciones guías delanteras también reciben el carril de la rueda tensora y lo colocan en línea para el primer rodillo y todos los rodillos siguientes.

S E L E C C I O N D E Z A P A T A S

	Suelo aplicable y condiciones de operación	Tipo de zapatas	Ventajas
1.	Suelo común excluyendo terrenos rocosos.	Zapata de una garra 	La garra tiene un perfil afilado para mayor penetración y tracción.
2.	Terrenos rocosos excluyendo suelos altamente abrasivos como piedra de arena, cuarcita, etc.	Zapatas para terrenos rocosos 	<ul style="list-style-type: none"> • La zapata tiene una resistencia máx. • En terrenos rocosos, la capa sup. de zapata, 2 a 3 mm de la superficie, puede mantener siempre su alta dureza. Tiene alta resistencia contra el desgaste. • Se proveen guardas de tornillos para prevenir que se rompan las cabezas de éstos. • Se provee una costilla en cada extremo de la garra para prevenir que se resbalen hacia un lado. • Los tornillos están bien apretados y los eslabones resistentes.
3.	Terrenos muy duros donde la zapata para terrenos rocosos no es la apropiada (piedra de arena, cuarcita, etc.)	Zapata de servicio extremo 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparada con la zapata de una garra, la garra y el plato son gruesos, proveyendo una alta resistencia contra distorsión o doblamiento. • Los tornillos de la zapata están bien apretados y los eslabones resistentes.
4.	Operaciones de cargado y excavación (para pala cargadora)	Zapata de garra semi-doble 	<ul style="list-style-type: none"> • La altura de la garra está entre la de una garra y la de garra triple. Esta zapata tiene dos garras de diferente altura, proveyendo dos características, alta tracción y resistencia contra virajes frecuentes. • La garra tiene un grosor grande lo cual provee una alta resistencia contra distorsión o doblamiento bajo cargas pesadas.
5.	Terrenos duros (para pala cargadora)	Zapata de garra triple 	<ul style="list-style-type: none"> • Se proveen tres garras de igual altura para una alta resistencia contra virajes frecuentes. • Mayor comodidad durante el manejo cuando se compara con la zapata de garra doble.
6.	Terrenos pantanosos (para pala cargadora)	Zapata para terrenos pantanosos 	<ul style="list-style-type: none"> • La sección transversal forma un arco circular, dando suficiente área de contacto para una buena flotación. La garra no es afilada, permitiendo el trabajo sin cortar nada (cables eléctricos, etc.) debajo del suelo. • Particularmente apropiada para pantanos, y se previene resbalamientos hacia un lado ya que sus extremos tienen forma de arco circular.

Desventajas	Observaciones
<p>En terrenos rocosos, esta zapata es un poco desventajosa con respecto a resistencia, existiendo la posibilidad de distorsión o rotura.</p>	<p>Disponible en varios tamaños.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La penetración es algo pobre debido a la costilla de refuerzo. • La zapata con oreja es difícil de reparar debido a su material específico y forma. Hay disponibles platos con oreja. • En terrenos abundantes en sustancias altamente abrasivas como piedra de arena, cuarcita, etc., no se lleva a cabo el endurecimiento del material de la zapata. Su aplicación debe determinarse de acuerdo al tipo de suelo del terreno rocoso 	<p>La zapata para terrenos rocosos está hecha de acero de alto manganeso. Si se usa esta zapata en terrenos relativamente suaves donde no se pueda llevar a cabo el endurecimiento de la misma, la garra se desgastará prematuramente.</p>
<p>La sección de la garra es gruesa, resultando en penetración pobre en el suelo.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • La comodidad que se obtiene al manejar sobre superficies duras es algo pobre. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Se resbalan fácilmente, resultando en baja tracción. 	
<ul style="list-style-type: none"> • No son apropiadas en áreas que no sean terrenos pantanosos. Si se usan en áreas que no sean pantanosas, la zapata se podría deformar debido a su baja resistencia. 	<p>Disponible en varios tamaños dependiendo de la suavidad del terreno pantanoso.</p>

	Suelo aplicable y condiciones de operación	Tipo de zapatas	Ventajas
7.	Nieve	Zapata para nieve 	<ul style="list-style-type: none"> • Para usar en nieve. Se proveen costillas y la garras es escalonada para prevenir resbalamientos hacia un lado. • Se remueve fácilmente la nieve acumulada en la zapata. El plato tiene un corte.
8.	En carreteras pavimentadas u operaciones bajo techo	Zapata plana 	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene garras (las cabezas de los tornillos de las zapatas están debajo de la superficie del plato), permitiendo que se opere sin dañar la carretera o superficie del suelo.
9.	Zapata de caucho sobre carreteras pavimentadas	Zapata de caucho 	<ul style="list-style-type: none"> • El bloque de caucho está atornillado a la cara de contacto con el suelo de la zapata, permitiendo que la máquina viaje sin causar daños a la superficie de la carretera. • Se previene el ruido de las orugas.
10.	<ul style="list-style-type: none"> • Para escoria cuya temperatura se exceda de 450°C. • Para operación en terrenos rocosos 	Zapata para escoria 	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente en resistencia al calor • Excelente en resistencia y durabilidad, haciendo que la máquina sea operable en terrenos rocosos.

Desventajas	Observaciones
<ul style="list-style-type: none">• Si se usa en suelo común o en terrenos rocosos, la zapata se desgastará o dañará prematuramente.	
<ul style="list-style-type: none">• La zapata no tiene garra, resultando en una penetración pobre en el suelo.	
<ul style="list-style-type: none">• No es apropiada en terrenos arcillosos o arenosos.• Penetración un poco pobre.	<ul style="list-style-type: none">• Similar en forma a la zapata para terrenos rocosos. Se diferencia solo en el material.• Tiene la marca (N) en la parte trasera del plato de la zapata.

NEUMATICOS

Introducción

La selección, aplicación y mantenimiento adecuados de los neumáticos, constituyen siendo uno de los factores económicos más importantes en el equipo de movimiento de tierra. Los costos unitarios y la productividad del equipo de movimiento de tierra, tal como tractores, cargadores, escarpas, camiones y motos, crepas todos estos sobre neumáticos, pueden depender del rendimiento de la llanta más que ningún otro factor.

La operación de los neumáticos fuera de carretera está sobre una amplia variedad de condiciones de carga, de climas, de operación, de mantenimiento, etc. Todos estos factores afectan profundamente la vida de la llanta y los precios unitarios.

Como cualquier otra parte del equipo, los neumáticos necesitan una cierta cantidad de cuidado y atención si queremos obtener el máximo servicio de ellos.

Construcción.

Todas las llantas utilizadas en el equipo moderno de construcción son del tipo neumático, en las que el aire o el líquido se mantiene a presión dentro de un recipiente flexible en forma anular.

Las hay de diferentes tamaños y tipos, pero concuerdan en los principios que se utilizan en la construcción y en sus partes.

Para estudiar los diferentes elementos, utilicemos una sección transversal y sigamos los pasos constructivos.

Al ver una sección transversal de un neumático, el primer elemento que vemos es el talón. Se puede considerar que el talón forma la base del neumático. Los talones aseguran el neumático al aro y se usan para colocar telas.

Los talones son mazos de alambre de acero que impiden cualquier cambio de forma que interfiera con su colocación en la rueda.

Las telas.- Son capas sucesivas de cordones, cubiertas a cada lado con una delgada capa de caucho. Estas capas están acomodadas para formar el cuerpo interno del neumático y son las que proporcionan el número de telas. El número de telas no indica necesariamente el número de capas de cordones del neumático, es un índice de resistencia que depende del tipo de material del cordón que se utiliza en el neumático. La mayor parte de la resistencia y estabilidad de un neumático se obtiene de la forma del acomodo de los cordones. Si cortáramos una sección de una estructura, nos mostraría que la dirección de los cordones es alterna. Los cordones en la capa superior van hacia la izquierda, la segunda capa, a la derecha, y así continúan todas las capas hasta completar la estructura total. Esta es la razón por la cual los neumáticos se conocen como de capas alternas.

Los cordones cruzan la estructura del neumático en un ángulo aproximado de 45° . Entre cada capa de cordones, un recubrimiento delgado de caucho forma la capa llamada "capa de protección". Esta capa permite una cierta deflexión de la estructura y evita que los cordones se flexionen entre sí.

Cuando se han colocado en el neumático todas las capas de telas, los flancos han alcanzado su máximo grueso de cuerpo de cordones. El único elemento que falta en los flancos es una capa final de caucho. Antes de eso, se colocan varias

de cordones sobre las capas de tela para formar una cinta de refuerzo entre la - -
banda de rodadura y la estructura. La cinta de refuerzo distribuye los impactos
del camino en una área más grande y reduce la penetración directa a la estructura
de cualquier objeto agudo.

La banda de rodadura se hace en dos capas, aplicando primero la capa inferior, -
proporciona no solo protección extra a la carcasa, sino que también facilita la vi-
talización del neumático. La banda de rodadura final está hecha con caucho más
duro y se coloca directamente sobre la capa inferior. La banda de rodadura forma
la cubierta pesada exterior que hace contacto con el camino y proporciona al neu-
mático sus características de tracción y desgaste. Una delgada capa de caucho
en el interior de la estructura sella el interior del neumático, esto es muy impor-
tante para los neumáticos sin cámara.

Cada máquina de tipo de ruedas en cada trabajo podría utilizar neumáticos espe -
cialmente diseñados para esa operación específica. Sin embargo, no es posible -
para los fabricantes o propietarios equipar cada máquina con neumáticos para ca-
da tipo de trabajo específico.

Tamaño de los Neumáticos.

Se designa el tamaño mediante el ancho aproximado de la sección transversal y el
diámetro del aro. Hay varias formas utilizables:

- 1) Por ejemplo, 29,5-35 designa a un neumático de base ancha en que el primer
número (29,5) indica el ancho aproximado en pulgadas de la sección transver-
sal, y el segundo número (35), el diámetro en pulgadas del aro. Según las --
normas de la industria, el ancho máximo de estos neumáticos podría ser de -

32,75" (832 mm) en servicio.

- 2) Los neumáticos de base estándar, por ejemplo, se designan con 24,00-35; - el primer número es el ancho aproximado de la sección transversal, y el segundo el diámetro del aro. Las normas de la industria permiten que el ancho de estos neumáticos sea hasta de 28.53" (725 mm) en servicio.
- 3) Un neumático de bajo perfil, por ejemplo, se designa con 65/40-39 (antes era 40/39). El segundo número (40) indica el ancho aproximado en pulgadas de la sección transversal, y el tercer número (39) designa las pulgadas del diámetro del aro. El primero (0.65 en realidad) es la relación de dimensiones (la altura de la sección, dividida por el ancho). En la designación de 65/40 R39, la R indica construcción radial.

Al comparar un neumático corriente con uno de base ancha, es como de 0.85 y si el primer número es mayor en el de base ancha con aro del mismo diámetro, no significa que el de base ancha tenga mayor diámetro total. Por ejemplo, el neumático de base estándar de 18,00-25 es de mayor diámetro que el de base ancha de 20,5-25, y de diámetro similar al de base ancha de 23.5-25.

Identificación de los neumáticos para fuera del camino.

La industria de neumáticos ha adoptado un sistema de identificación para los neumáticos de máquinas para fuera del camino. Este sistema reducirá la confusión a causa de los nombres que utiliza cada fabricante con respecto a cada tipo de neumático. El sistema de identificación para la industria se divide en siete categorías principales, según el empleo.

- C Trabajo de Compactador
- E Trabajo de Máquina de Movimiento de Tierra
- G Trabajo de motoniveladora
- L Trabajo de Cargador y con Hoja Empujadora
- LS Trabajo de Arrastrador de Troncos
- HR Resistente al Calor
- ML Trabajo de Minería y Explotación Forestal.

Las subclases se designan mediante números. Dentro de algún tiempo todos los fabricantes de neumáticos cambiarán sus moldes a fin de mostrar la identificación en el flanco de cada neumático.

Forma de Identificación

Compactador

- C-1 Lisos
- C-2 Estriados

Máquinas para Movimiento de Tierra

- E-1 Nervaduras
- E-2 Tracción
- E-3 Para rocas
- E-4 Estrías profundas para rocas
- E-7 Flotación.

Motoniveladora

- G-1 Nervaduras
- G-2 Tracción

G-3 Para rocas

G-4 Estrías profundas para rocas

Cargadores y Topadores

L-2 Tracción

L-3 Para rocas

L-4 Estrías profundas para rocas

L-5 Estrías extraprofundas para rocas

L-3S Lisos

L-4S Banda lisa de estrías profundas

L-5S Banda lisa extragruasa para rocas

Minería y explotación forestal

ML-1 Nervaduras

ML-2 Tracción

ML-3 Para rocas

ML-4 Estrías profundas para rocas

Arrastradores de troncos

LS-1 Banda corriente

LS-2 Banda intermedia

LS-3 Estrías profundas

El diseño del neumático más sencillo es el neumático con banda de rodadura tipo de costillas que se usa normalmente en traillas y motoconformadoras. Tienen - unas ranuras profundas que resisten el empuje lateral y los resaltes pesados en los flancos proporcionan una protección adicional.

La banda de rodadura de tracción se encontrará en muchos tractores para traillas

y tractores de ruedas para topadoras y en la parte delantera y trasera de algunas motoconformadoras. Las barras en ángulo están diseñadas para hacer que el lodo y la tierra salgan para obtener una tracción mejor. El diseño en forma de cuña de las barras ayuda a mantener limpia la banda de rodadura cuando no está en contacto con el suelo.

Un neumático utilizado en traillas y cargadores de ruedas que trabajan en canchales es el neumático para rocas. En este neumático los resaltes proporcionan una resistencia excelente contra las cortaduras y raspones de las rocas. Los resaltes más largos proporcionan un aumento del contacto del neumático con el suelo y una mejor distribución de peso.

El neumático de flotación se utiliza principalmente en ruedas de giro libre o para tracción en general. Para obtener una mejor distribución del peso, estos neumáticos son más anchos que los neumáticos de bandas de rodadura para tracción o para roca. Las ranuras profundas también se diseñan para que sean capaces de auto-limpiarse y para evitar el deslizamiento lateral. Las ranuras se colocan cerca una de otra para proporcionar un rodaje relativamente suave.

La carga que soporta el neumático determina la clase de pliegues que hay que utilizar. Todos los esfuerzos deben tender a acoplar la clase del pliegue y la presión a la carga, lo que resulta ineluctable cuando se prevean grandes velocidades. Recuerden la importancia que reviste la sobrecarga en el recalentamiento que produce.

La selección de las bandas o superficies de rodadura deben regirse por el trabajo que haya que efectuarse.

Pueden elegir entre la E-1 y la E-7. Cuando lo primordial sea la duración de servicio, el neumático con más goma será el apropiado, con tal que las condiciones lo permitan; por ejemplo, los neumáticos E-3 y E-4 son de tacos más anchos, -- con menos espacio entre ellos, lo que permite un mejor contacto superficial, mejor protección del tramado y mayor duración de la banda.

Cuando deban reunirse las condiciones siguientes, serán posibles en las posiciones delanteras para obtener una mayor resistencia al deslizamiento lateral.

Tracción.- El E-2 es más intenso y los tacos amplios y separados permiten una buena presa; la orientación de las bandas le proporciona un autodespeje, aunque presente menos desgaste de goma.

Mayor capacidad térmica o calorífica.- E-6 ha reducido la banda de rodamiento para mejor eliminar el calor.

Capacidad térmica máxima.- Neumáticos radiales y cerco de acero.

Flotación.- E-7, neumáticos radiales - amplia pisada, flexible para la presión del suelo.

Motoniveladoras

Tracción.- (G-2) Los neumáticos que más aceptación tienen para motoniveladoras a causa de su traccionabilidad. Para una mayor flotación hay que tomar en consideración al neumático de base más ancha.

Estrías.- (G-1) neumáticos para uso delantero que permiten eliminar las fluctua -

ciones cuando las ruedas delanteras se ladean por el peso de cargas laterales. -
Los neumáticos de flotación se utilizan también en la arena (E-7)

Roca.- (G-3) estos neumáticos se adaptan al trabajo en rocas escarpadas o terraplenes, cuando puedan temerse los pinchazos, rozaduras o cortes.

Cargadores y Explanadoras con ruedas

La selección para estos vehículos depende sobre todo de las exigencias en cuanto a la tracción y la flotación, así como de la resistencia al deterioro y a los cortes. El equipamiento de fábrica de la mayor parte de estas cargadoras y explanadoras consta de neumáticos de base amplia, pudiendo optar por neumáticos y llantas de mayores dimensiones. Con ello se mejoran la tracción y la flotación, proporcionando peso adicional cuando los neumáticos se han lastrado.

Si las máquinas se utilizan en materiales blandos y adhesivos, los neumáticos de tracción (L-2) resultarán los indicados.

Son cuatro los factores que hay que conocer si se quiere seleccionar el neumático más apropiado para cada tarea: tipo de vehículo, operación a la que se destina, - carga y velocidad. Se trata de factores íntimamente relacionados entre sí y de los que nos ocuparemos seguidamente por orden de importancia.

Para determinar la clase de neumáticos que se requieren, lo primero que hay que conocer es el tamaño y el modelo del vehículo a que se destinan. Las dimensiones de los neumáticos vienen determinadas por el despeje de los vehículos y la anchura de las llantas. Las disponibilidades limitan las opciones.

La operación viene seguidamente para ver cómo hay que utilizar el vehículo y hallarle las condiciones de rodadura que requiere. Así, por ejemplo, la cargadora con ruedas puede ser utilizada para el transporte de roca volada en una cantera, - sobre la arena hay que cargar en una playa o en aplicaciones de carga y transporte para alimentar a una trituradora. Cada una de estas operaciones diferentes presenta características que afectan a la elección de los neumáticos. En la cantera se necesitarán neumáticos de gran duración para la roca.

La carga que debe soportar cada rueda del vehículo es considerada a menudo como el factor de mayor importancia en la elección del neumático. La Asociación de Fabricantes de Neumáticos y Llantas de los EE.UU. ha propagado tablas sobre la carga y la presión donde se indica hasta qué punto puede soportar una carga el neumático.

Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la velocidad reviste una importancia igual, cuando no mayor, a la de la carga, en especial en lo que atañe a los útiles de transporte. El neumático puede soportar una sobrecarga en particular si se aumenta la presión del aire y se modera la velocidad, pero la velocidad excesiva no puede compensarse con una mayor presión y el fallo que se produzca provendrá - del recalentamiento que sufra el neumático.

Factores que ejercen una influencia en la duración de los neumáticos.

¿Qué es lo que puede hacerse, después de seleccionados, para asegurar la mejor duración de servicio de los neumáticos? Primeramente, ¿por qué se malogran? - Varias son las respuestas, a saber: subpresión, superpresión, sobrecarga, velocidad excesiva, impactos severos, patinaje, descolocación del par, irregularidades

mecánicas de la máquina y/o de las llantas y ruedas, depósito indebido, manejo y montaje, exposición a la grasa, el aceite o a la gasolina. Por lo general, el mayor enemigo de los neumáticos de transporte es el calor, mientras que los fallos debidos a los cortes o a los impactos amenazan a los neumáticos de trabajo. Por ello, se ha desarrollado la clasificación TMPH y los neumáticos de estrías profundas.

El Calor (temperatura)

La avería más corriente debida al calor es la desunión entre los pliegues o hilos entretreídos, o entre el entramado y la parte inferior de la banda, o entre los bordes y el tramado, o entre la banda de rodadura y la subbanda. La causa se debe a la ruptura de la fuerza adhesiva entre el caucho y la textura o entre las capas de caucho.

Por ejemplo: a una temperatura de 250°F, la fuerza adhesiva de los materiales se reduce en el 50% aproximadamente; la fuerza traccional en el 40% y la de textura en el 30% de la medida a inferior temperatura.

El calor no solo puede causar la desunión entre los pliegues, sino que puede también ablandar la resistencia a los cortes y a los pinchazos. Podemos citar el ejemplo dramático donde es puesto en circulación un neumático frío sobre una chapa de acero sin que se advirtiera ningún perjuicio aparente. Seguidamente se procedió a accionar dicho neumático hasta que alcanzó una temperatura de 250°F, volviendo a hacerlo girar sobre la chapa y reventó. El aumento de la temperatura que experimentan se debe a su flexión al girar. Los factores que contribuyen al aumento de la dosis soportable de temperatura son la velocidad, la carga y la tem

peratura ambiental.

Toneladas - millas por hora

Toneladas-millas por hora (TMPH) es una herramienta muy usada en la selección de llantas fuera de carretera. Cuando se usa en conjunto una carga y presión adecuadas, la capacidad de trabajo máxima de la llanta puede ser proyectada para - minimizar el desgaste de la llanta debido al calor excesivo.

Los fabricantes de llantas podrán proveer un valor de TMPH límite por cada llanta. Los rangos TMPH dependen de la carga, distancia y tiempo del ciclo.

El uso de esta herramienta podría asistir a determinar los límites de operación de llantas para equipo de movimiento de tierra, límites que podrían ayudar a obtener una vida y beneficios máximos de las llantas bajo condiciones específicas de trabajo.

TMPH = Carga de la llanta promedio x velocidad promedio del día.

Carga de la llanta promedio = (carga sobre la llanta con la máquina sin carga + carga sobre la llanta con la máquina con carga) / 2

Velocidad promedio = (distancia del ciclo x número de ciclos)/total de horas

Distancia del ciclo en millas.

Ejemplo:

Carga sobre la llanta con la máquina sin carga = 10 ton.

Carga sobre la llanta con la máquina cargada = 17 ton.

Distancia del ciclo = 9 millas.

Número de ciclos = 25 ciclos

Número de horas = 18,5 horas (contando las interrupciones, comida, etc.)

Carga de la llanta promedio = $(10+17) / 2 = 13.5$ ton.

Velocidad promedio = $(9) (25) / 18.5 = 12.162$ millas/hora.

TMPH = $(13.5) (12.162) = 164.187$

TMPH = 164.187

Esta solución significa que una llanta con un valor de MPH=164.187 o mayor puede ser usada. Si las llantas se usan teniendo un valor de MPH menor de 164.187 la velocidad o la carga o ambos deberán ser reducidos.

Lastrado las Llantas

Las llantas de tractores pueden llenarse del 75 al 100% con un líquido, para aumentar su peso, con objeto de aumentar la tracción y la tensión en la barra.

El líquido más efectivo es una solución de 5 lb. de cloruro de calcio comercial (CaCl_2) por cada galón de agua usado. Esta solución pesa 10.6 lb. por galón.

Se puede usar agua ordinaria cuando la congelación no es un problema pero pesa solamente 8.3 lb. por galón.

El lastre líquido en las llantas es especialmente útil en los tractores, cargadores de neumáticos y en las ruedas tractoras de las motoconformadoras, porque estas máquinas generalmente disponen de más potencia que tracción. Algunas veces se usa tanto en las ruedas libres como en las de tracción, para bajar el centro de gravedad en las grúas montadas en llantas, cargadores, elevadores de horquillas y excavadoras de zanjas y perforadoras.

Este tipo de lastre sirve para mejorar la tracción y la estabilidad, reduce el des-

gaste de las llantas resultante de patinamientos, reduce el rebote de las llantas grandes. Estas ventajas más que compensan el costo moderado y las molestias que acompañan la reparación de las llantas.

Recubrimiento

Hablando estrictamente, el recubrimiento se hace raspando el piso gastado hasta cerca de la fibra y vulcanizándole un nuevo piso, con paredes laterales parciales, que se extienden hasta la mitad de las distancias hacia las cejas.

Si el piso se gasta rápidamente por ser el suelo abrasivo, por ser las pendientes grandes y/o las vueltas bruscas, por sobrecarga, o abuso y donde hay poca roca, es probable que el recubrimiento resulte económico. Pero en trabajos en roca, especialmente con sobrecargas y/o altas velocidades, las posibilidades son que, cuando se le haya gastado el piso a la llanta, ha sufrido tal daño en su cuerpo que debe desecharse. Las sobrecargas y el calentamiento, puede debilitar el cuerpo de la llanta sin daños visibles, por lo que puede creerse que está buena para recubrirse, pero fallará poco después.

La vida del recubrimiento puede estimarse entre el 50% al 100% de la vida de la llanta nueva.

Las llantas que se van a usar hasta que se destruyen se pueden usar el 20% más que las que se van a recubrir, ya que no es necesario proteger la fibra para que no se desgaste en algunos lugares. Lo que se debe considerar al calcular los costos.

SISTEMA DE FRENOS

El frenado es la acción necesaria para detener un vehículo en un tiempo lo más breve posible, para moldear su marcha o para contrarrestar la aceleración que adquiriría en una fuerte pendiente. En el primer caso para detener el vehículo se emplean los frenos de fricción, que transforman la energía cinética en calor; los frenos de fricción se enfrían entre un frenazo y otro.

En el segundo caso, para moldear la marcha, se necesita una acción prolongada de frenado, que no se puede obtener por el sistema de frenos de fricción, ya que el calor desarrollado los inutilizaría rápidamente.

Por tanto para moderar y detener los vehículos se necesitan los frenos de fricción, de potencia elevada, pero que no pueden utilizarse continuamente; para los descensos prolongados a velocidades constantes, se utilizan, por el contrario, los llamados frenos desaceleradores instalados sobre todo en los vehículos de gran peso. Estos frenos permiten conservar los frenos de fricción, evitando su calentamiento excesivo, pero no aseguran la detención del vehículo. Al movimiento de vehículo se oponen también otras acciones frenantes, como la resistencia del aire, la resistencia a la rodadura de los neumáticos sobre el pavimento, la resistencia del mecanismo de la transmisión y la resistencia ofrecida por el motor. Estas resistencias no carecen de importancia, pero no se tienen en consideración en el cálculo de los frenos de fricción de un vehículo; por el contrario, se confía en estas resistencias y en particular en la ofrecida por el motor, para los recorridos sobre largas bajadas. La acción frenante proporcionada por los frenos de fricción está limitada por la adherencia de las ruedas al terreno; los frenos de fricción se dividen en: frenos de contracción o de cinta; frenos de expansión (freno de zapatas o de tambor); frenos de disco y frenos de cámara de expansión.

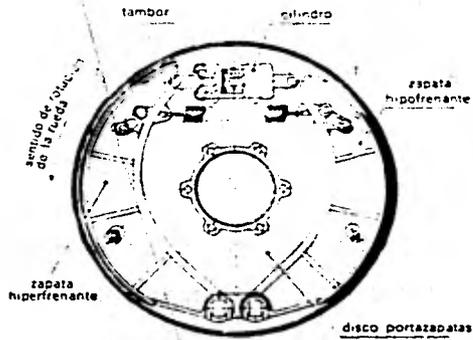
Frenos de Cinta.- Actúan sobre una polea unida al eje de la transmisión; un mue -

lle mantiene la cinta alejada de la polea cuando el freno está abierto; la cinta se pone en tensión por medio de una palanca y de un tirante; la palanca actúa directamente sobre un extremo de la cinta y el tirante actúa sobre el otro, con la interposición de un muelle que hace menos brusca la acción del freno, a la vez que sirve para abrir la cinta cuando se deja de frenar.

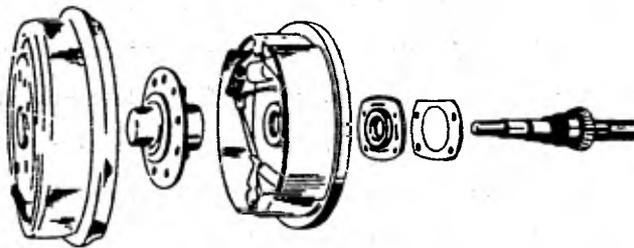
Los frenos de cinta actúan sobre transmisión; la rotura de uno de los elementos de esta, situados más allá del freno (P. ej., la rotura del diferencial o de un semi-eje), lo inutilizarían; además si una de las ruedas motrices se apoya sobre una zona de terreno con escaso coeficiente de adherencia, la presencia del diferencial entre las ruedas hace inutilizable para el frenado la mayor adherencia ofrecida por la otra rueda. A igualdad de par frenante, el freno aplicado sobre el árbol de transmisión, que gira a mayor velocidad que las ruedas, realiza sobre la periferia de las mismas esfuerzos frenantes superiores a los que se obtendrían con frenos que actuasen directamente sobre éstas; sin embargo, el freno de cinta suele actuar solo sobre las ruedas motrices y, por lo tanto, teniéndolos que calcular sólo por la adherencia de que dichas ruedas son capaces, resulta en definitiva mucho menos eficaz que el freno que actúa sobre todas las ruedas.

Frenos de expansión.- El freno de expansión está constituido por un tambor solidario con cada rueda y por dos o más zapatas o segmentos recubiertas de guarniciones de fricción, sujetas a pernos fijados sobre el disco portazapatas.

Para el frenado, las zapatas presionan contra la superficie cilíndrica interna del tambor; el movimiento de acercamiento de las zapatas al tambor está mandado por el pedal del freno por medio de una excéntrica o bien, por medio de dos émbolos contenidos en un pequeño cilindro el que actúa el líquido sometido a presión durante el frenado (frenos hidráulicos); unos muelles de retracción alejan las zapatas del tambor cuando el conductor deja de ejercer presión sobre el pedal del freno. La zapata que, acercándose al tambor, gira alrededor de su perno en el mismo sentido

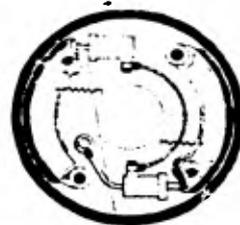
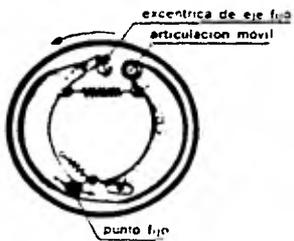


Freno de expansión.



Freno de expansión de dos zapatas flotantes

Freno de expansión de dos zapatas hiperfrenantes



que la rueda, se llama zapata hiperfrenante; la otra, hipofrenante; el efecto frenante mayor lo realiza la zapata hiperfrenante, cuya guarnición de fricción está, en efecto sujeta a un desgaste mucho más rápido que la de la zapata hipofrenante; sin embargo, hay que evitar un excesivo efecto hiperfrenante, porque la zapata, - tendiendo a clavarse sobre el tambor, haría la acción frenante no graduable; para obtener un buen frenado se limita el arco de círculo de la guarnición de fricción, que recubre cada zapata de 90° a 120°. El coeficiente de fricción entre la guarnición y el tambor se considera igual a 0.3 ó 0.4. El pedal de mando del freno puede tener una carrera máxima de 7 a 8 cm. en los vehículos ligeros, y de cerca de 10 cm. en los vehículos pesados; esta carrera total ha de compensar la correspondiente a los juegos de la transmisión, la relativa al acercamiento de las zapatas al tambor, la de reacción correspondiente a las deformaciones elásticas de todos los elementos del freno y, finalmente, la carrera de reserva, que corresponde al desgaste admisible de las guarniciones antes de que el pedal llegue al final de la carrera.

Para mejorar la eficacia del freno de tambor, además de adoptar el sistema con dos pequeños cilindros, que hace hiperfrenantes ambas zapatas, se puede adoptar el sistema con zapatas flotantes; en este sistema, las zapatas están articuladas una con otra y el perno fijo se encuentra en la extremidad de una de ellas.

El freno del tambor puede emplearse también como freno de estacionamiento; en este caso las zapatas están mandadas por medio de unos cables que acaban en el freno de mano. Para limitar el desgaste de las guarniciones de fricción de los frenos hay que limitar la presión entre zapatas y tambor; esto permite también limitar la cantidad de calor que se produce por rozamiento. Los tambores de los frenos se obtienen por estampación de chapa de acero, en frío o en caliente, según su contenido de carbono. Los tambores pueden ser también de fundición o de aleación ligera con una superficie de trabajo de fundición superpuesta. La fabricación de los tambores ha de ser muy cuidadosa porque deben quedar perfectamente centrados respecto a las

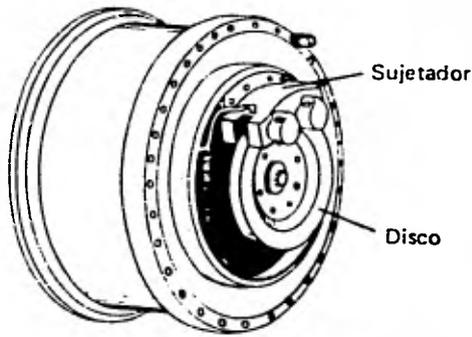
zapatas; su diámetro debería ser lo mayor posible para aumentar la superficie y facilitar su enfriamiento; esto, sin embargo, además de provocar un aumento excesivo del peso en movimiento, es un obstáculo para el empleo de neumático de gran sección, porque debe evitarse rigurosamente que el calor de los frenos pueda calentar los neumáticos; una solución óptima para independizar el diámetro de los tambores del de las ruedas y suspender elásticamente el peso, consiste en colocarlos directamente sobre las flechas de la transmisión; la disipación del calor se mejora equipando los tambores con aletas, que aumentan la superficie de contacto con el aire. Las zapatas, que tienen una sección en forma de "T", son de acero, de fundición o de aluminio y van recubiertas de guarniciones de fricción constituidas por tejido o aglomerado de fibras de amianto; estos tejidos están hechos con hilos metálicos, impregnados posteriormente con asfaltos o resinas sintéticas (fenólicas) hay también guarniciones metálicas obtenidas sintetizando mezclas de polvos de cobre, plomo, grafito, silicio, óxido de aluminio y otras sustancias; el coeficiente de rozamiento mantiene el valor de 0.3 a 0.4 hasta cerca de los 250°C; las guarniciones se fijan a las zapatas con pequeños remaches de cobre, aluminio o latón, remachados de forma que sus cabezas no sobresalgan de la superficie, o bien pueden fijarse mediante una resina sintética especial termoendurecida.

El mando de los frenos puede ser mecánico, hidráulico, neumático y eléctrico. Los dos últimos tipos se adaptan en los sistemas de frenado que comprenden también un servofreno, o sea, cuando existe una fuente de energía auxiliar que sirve para el accionamiento de los frenos; el sistema de mando neumático se adopta en todos los vehículos muy pesados (camiones). El sistema de mando mecánico ha caído en desuso excepto para el mando del freno de estacionamiento; el sistema mecánico se realiza con tirantes que actúan sobre las zapatas de los frenos mediante excéntricas; unos dispositivos de halancín sirven para repartir por igual las acciones frenantes entre las dos ruedas. El sistema de mando hidráulico se ha adoptado casi en la totalidad de los vehículos. El mando hidráulico está constituido por un conjunto de -

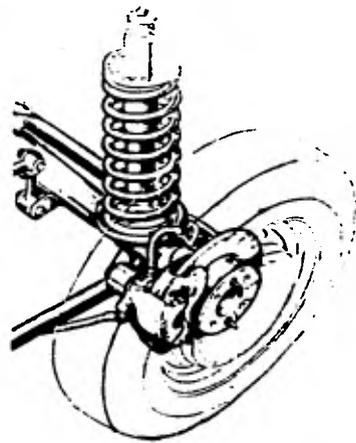
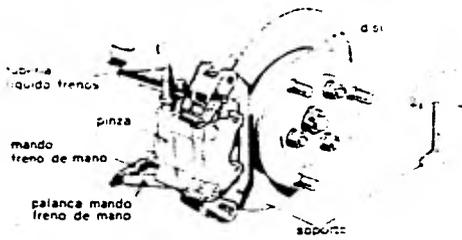
tuberías, en parte rígidas y en parte flexibles, en las cuales un líquido especial incongelable, empujado por una bomba accionada por el pedal del freno provoca en los pequeños cilindros interpuestos entre las zapatas el desplazamiento de los émbolos, que hacen presión sobre dichas zapatas alejándolas una de otra y apretándolas contra el tambor. Para el buen funcionamiento de los frenos hidráulicos, es necesario que las tuberías estén llenas por completo y que no penetre en ellas el aire. Se suele adoptar tuberías separadas, una para los frenos anteriores y otra para los posteriores, de forma que la rotura de un tubo haga inutilizable sólo una parte del sistema.

Frenos de Disco.- Los frenos de disco, cuya difusión es bastante reciente, los llevan numerosos tipos de vehículos, pero su conformación puede ser diferente según el fabricante, aunque el principio de funcionamiento es sustancialmente análogo. En este tipo de frenos, el elemento solidario con la rueda es un disco de acero, perpendicular al eje de dicha rueda, que puede ser apretado entre dos zapatas de fricción contenidas en la pinza del freno. Los frenos de este tipo se refrigeran fácilmente porque son exteriores a las ruedas y están expuestos a la corriente de aire; su desgaste es uniforme y la eficacia de frenado es igual en ambos sentidos de rotación; además, son poco sensibles a la presencia de agua, porque ésta es expulsada fácilmente por la fuerza centrífuga, mientras que en los frenos de tambor es precisamente la fuerza centrífuga la que mantienen el agua en el interior del dispositivo. Los frenos de disco son de mando hidráulico y se accionan por una bomba análoga a la empleada en las instalaciones de tipo clásico de tambor.

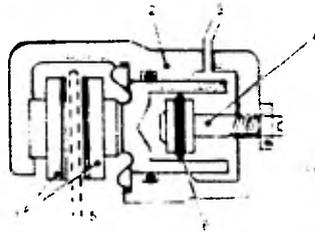
Frenos de Disco Múltiples.- Debido al peso de la maquinaria de construcción, es necesario aumentar la fuerza de frenado al mismo tiempo que evitar que se calienten por su acción prolongada al ser utilizados como retardadores, por este motivo existen frenos de discos múltiples enfriados por aceite; este tipo de frenos está constituido por discos de acero fijos y discos revestidos colocados alternadamente, cu



**FRENO DE DISCO
CON SUJETADOR**

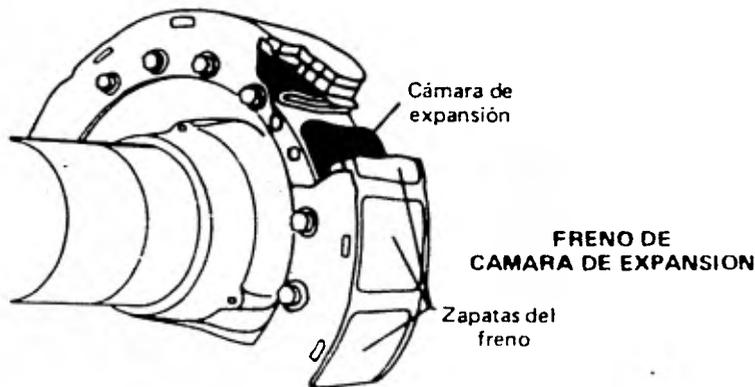


Seccion del cilindro del freno
1. Zapatas de friccion; 2. Cilindro; 3. Transmision de la presion hidraulica;
4. Perno; 5. Disco; 6. Arandela elastica; 7.
Tuerca de graduacion.



biertos por una coraza que impide la fuga del refrigerante y evita el paso de subs tancias contaminantes al sistema.

Frenos de Cámara de Expansión.- Están compuestos por una cámara flexible que se encuentra fija y en su exterior tiene una serie de zapatas que son las que se presionan hacia el tambor. Aceite a presión o aire es suministrado al tubo de expansión el cual al modificar su volumen presiona a la zapata contra el tambor y lo frena; cada una de las zapatas va colocada en la cámara y unida a ellas se encuentra un resorte retractor para volverlas a su posición original una vez que se ha dejado de ejercer la acción frenante.



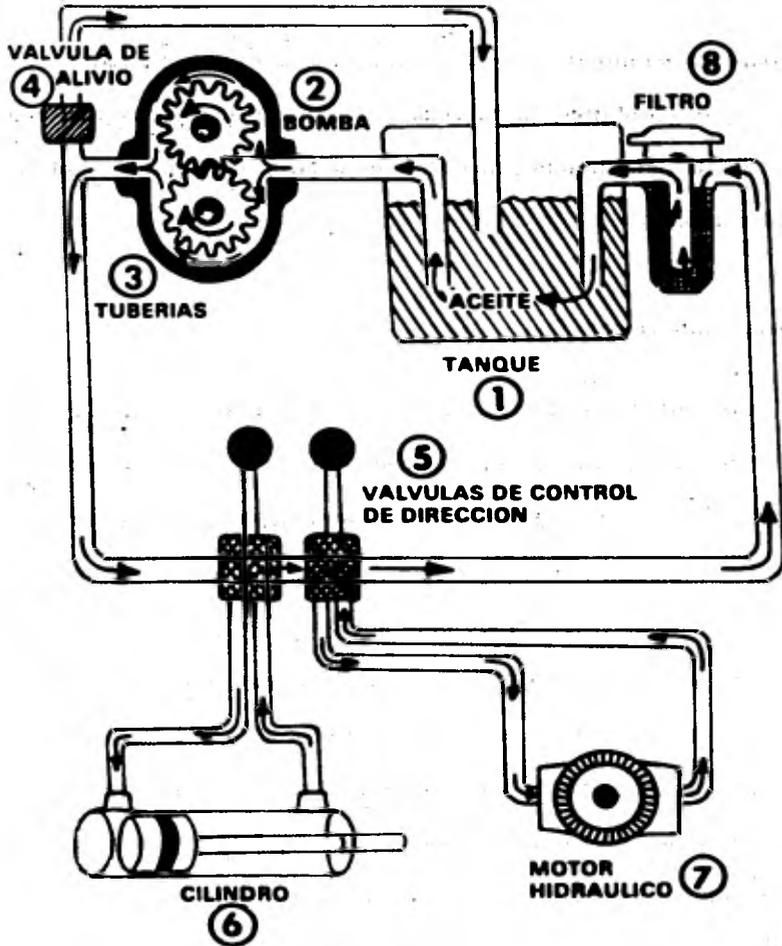
SISTEMA HIDRAULICO

Objetivo.- Transmitir la potencia que proporciona el motor de combustión interna a los actuadores (cilindros o motores hidráulicos) para realizar un trabajo.

Partes que componen un sistema hidráulico

- 1) Fluido hidráulico.- Es generalmente aceite que hace el trabajo en el sistema, además de refrigerar y lubricar las partes en movimiento.
- 2) Depósito o tanque.- Contiene el aceite que va a ser utilizado por el sistema, lleva un orificio de comunicación con el exterior que permite que el aceite entre a la bomba por la acción de la gravedad y evita la formación de presiones de vacío en el sistema.
- 3) Bomba hidráulica.- Es movida por el motor o cualquier otra fuente de fuerza, y es la que impulsa el aceite para que realice trabajo en el sistema.
- 4) Válvula de retención.- Evita que el aceite regrese al sistema por el mismo conducto, es decir, evita retrocesos de aceite y controla el sentido de circulación del mismo.
- 5) Válvula de seguridad.- Limita la presión máxima del aceite dentro del sistema. Si la presión de aceite en el sistema se eleva más allá de un determinado límite, se abre la válvula de seguridad que deja que el aceite sobrante retorne al depósito.
- 6) Válvula de mando.- Controla la dirección en que circula el aceite. El

SISTEMA HIDRAULICO



Desventajas del sistema hidráulico

- 1) **Altas presiones.**- Presiones de 140 a 200 Kg/cm² (1,990 Lb/in² 2,840 - Lb/in²) son bastante usuales. Se dispone de tuberías especiales y de racores, pero estos requieren un buen servicio de mantenimiento.
- 2) **Necesidad de limpieza escrupulosa.**- Los sistemas hidráulicos pueden averiarse por el óxido, la corrosión, la suciedad, el calor y la descomposición de los líquidos. Es de importancia primordial para ellos la limpieza y el empleo de líquidos idóneos.

Comparación de sistemas hidráulicos.

Sistema abierto.- Se caracteriza por circular el aceite a través de la válvula de mando, para retomar al depósito, cuando el sistema está en posición de reposo. Por lo tanto el motor continúa entregando potencia que se disipa en pura pérdida porque el aceite no está bloqueado, siendo obligado a pasar por la válvula de seguridad y la bomba tiene que seguir trabajando para mantener la fuerza hidráulica disponible en este tipo de sistemas. Existe un retardo al actuarse la válvula de mando, ya que primero se tiene que cerrar el paso del aceite para que la presión pueda aumentar hasta el punto de trabajo. Si se está utilizando el sistema hidráulico para realizar varios trabajos a la vez (cargar, conducir, frenar) los retardos se suman, porque la presión del aceite aumenta sucesivamente a lo largo de la tubería de distribución.

aceite que sale de la bomba entra a la válvula de mando, que lo puede dirigir hacia el depósito o hacia uno u otro lado del pistón que trabaja.

- 7) Líneas hidráulicas.- Llevan el aceite a las diferentes partes de nuestro sistema.
- 8) Cilindros o motores hidráulicos.- Transforman el movimiento del líquido hidráulico en trabajo.

Ventajas del sistema hidráulico.

- 1) Flexibilidad.- No hay fuerza más flexible que la transmitida a través de un líquido encerrado en un sistema; y no obstante esta flexibilidad, transmite la fuerza con pocas pérdidas.
- 2) Multiplicación de fuerza.- Todo sistema hidráulico permite multiplicar -- cuanto se quiera la fuerza hidráulica.
- 3) Simplicidad.- Un sistema hidráulico tiene menos piezas en movimiento que se puedan gastar y se auto-lubrica.
- 4) Compacidad.- Todo el sistema es muy compacto.
- 5) Economía.- Es consecuencia natural de la simplicidad y compacidad de los sistemas. También las pérdidas por fricción son comparativamente menores.
- 6) Seguridad.- Hay menos piezas en movimiento, tales como engranajes, cadenas, bandas y contactos eléctricos que en otros sistemas. Las sobrecargas no causan averías importantes.

Ventajas de los sistemas abiertos.

Tratándose de equipos hidráulicos sencillos, el sistema abierto ofrece algunas - ventajas:

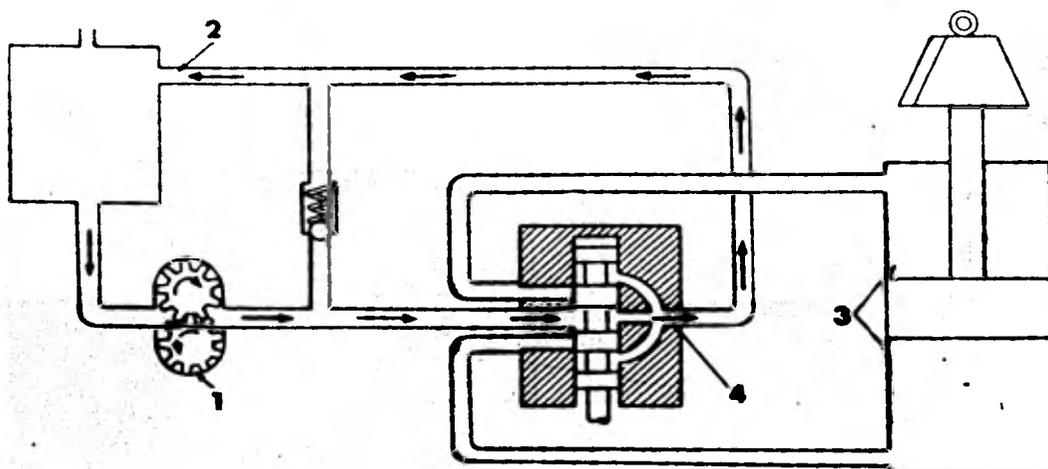
- 1) Menor presión en reposo, con lo que se reduce el desgaste y la pérdida de fuerza por fugas de aceite.
- 2) Mayor simplicidad (especialmente en equipos sencillos)
- 3) Menor gasto de mantenimiento (resultado de la menor presión y mayor sencillez)

Sistema Cerrado.

Se caracteriza por no bombear el aceite al sistema ni al depósito cuando se encuentra el sistema en posición de reposo. La bomba sigue girando pero no trabaja al quedar desconectada por una válvula reguladora de presión. Ahora bien, si la presión del aceite llega a caer por debajo de la presión de reposos del sistema, la bomba se activa y comienza a trabajar hasta restablecer aquella presión. Al mantenerse el aceite a la presión de trabajo no se produce ningún retardo al actuarse la válvula de mando, ya que el aceite está a presión en la misma boca de la válvula y puede actuar en cuanto ésta se abra.

Ventajas de los sistemas cerrados.

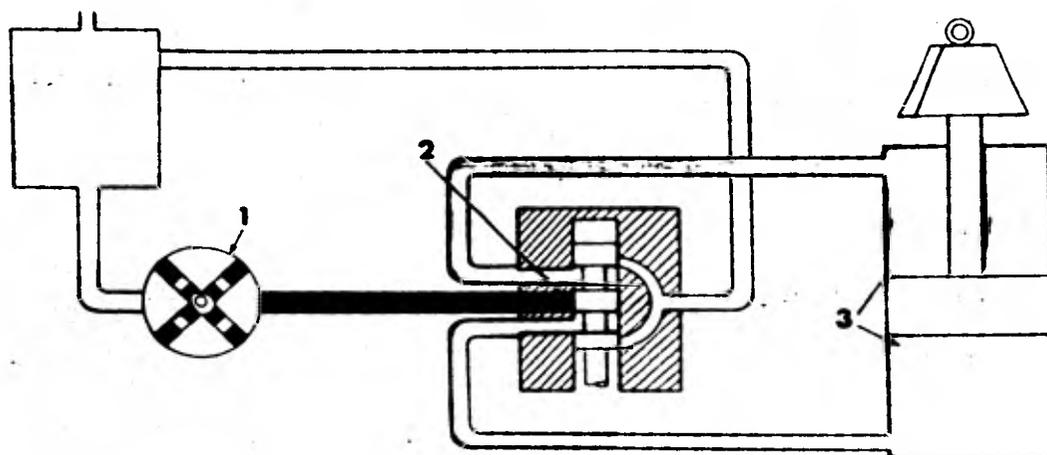
- 1) La bomba sólo trabaja cuando hace falta aceite y en el estado de reposo -



- 1 - La bomba gira constantemente
- 2 - El aceite que manda la bomba retorna al depósito

- 3 - El aceite bloqueado mantiene el pistón inmóvil
- 4 - En la posición de reposo, el aceite atraviesa la válvula de mando

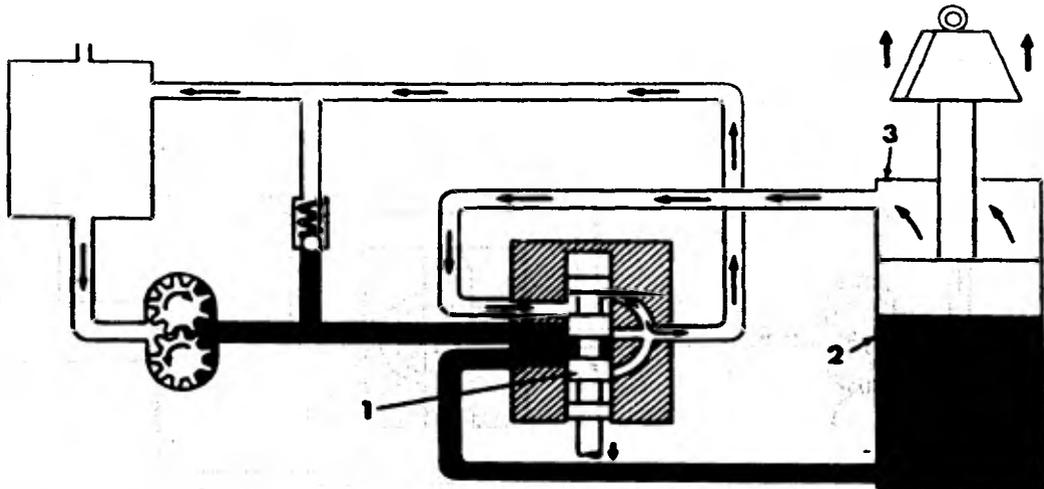
Sistema abierto en situación de reposo



- 1 - Esta bomba deja de mandar aceite en la situación de reposo
- 2 - La válvula cierra el paso del aceite, que se mantiene a la presión de trabajo

- 3 - El aceite bloqueado mantiene el pistón inmóvil

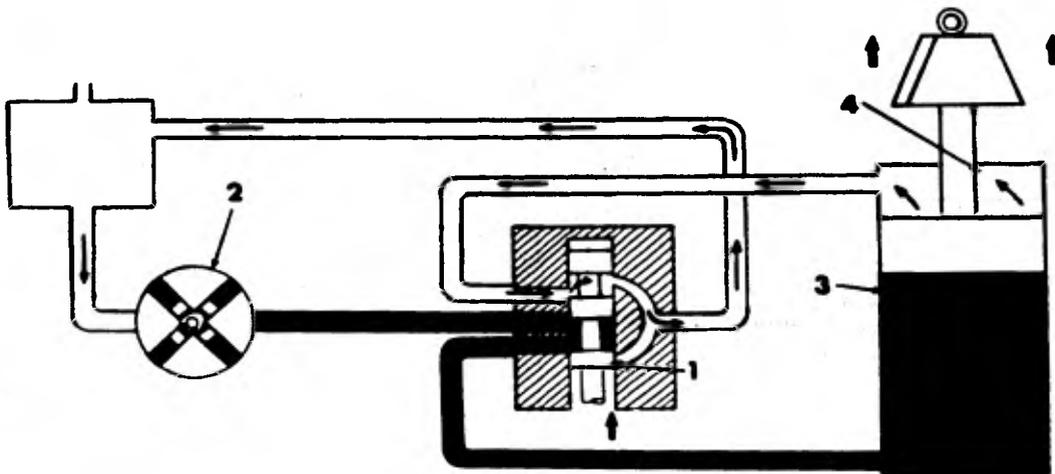
Sistema cerrado, en situación de reposo



- 1 - Embolo de la válvula de mando corrido hacia abajo
- 2 - El aceite a presión levanta el pistón y la carga

- 3 - Aceite que retorna al depósito

Sistema hidráulico abierto, en trabajo, elevando la carga



- 1 - Embolo de la válvula de mando corrido hacia arriba
- 2 - La bomba empieza a mandar más aceite

- 3 - El aceite a presión eleva el pistón y la carga
- 4 - Aceite que retorna al depósito

Sistema hidráulico cerrado, en trabajo, elevando la carga

gira en vacío ahorrando potencia del motor cuando no se utiliza el sistema hidráulico.

- 2) El aceite se mantiene siempre a la presión de trabajo, lográndose así una respuesta más rápida, lo que representa una ganancia de tiempo.

Variantes de los sistemas hidráulicos.

Sistemas Abiertos.

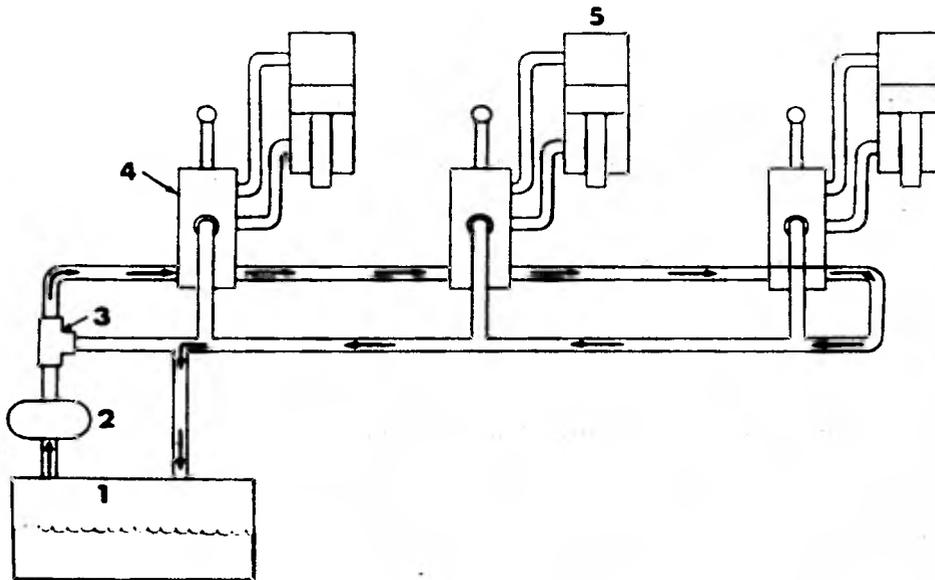
- Sistemas abiertos con acoplamientos en serie.
- Sistemas abiertos con acoplamientos en serie - paralelo.
- Sistemas abiertos con repartidor de caudal.

Sistemas Cerrados.

- Sistemas cerrados con bomba de caudal constante y acumulador de presión.
- Sistemas cerrados con bomba de caudal variable.

Sistema abierto con acoplamiento en serie.- El aceite que manda la bomba se - - manda a las válvulas acopladas en serie. El aceite que retorna de la primera válvula de mando entra a la siguiente válvula y así sucesivamente. En la situación de reposo el aceite pasa a través de las válvulas de mando en serie, retornando al depósito. Al actuar una de las válvulas de mando, el aceite a presión se manda al cilindro servido por ella.

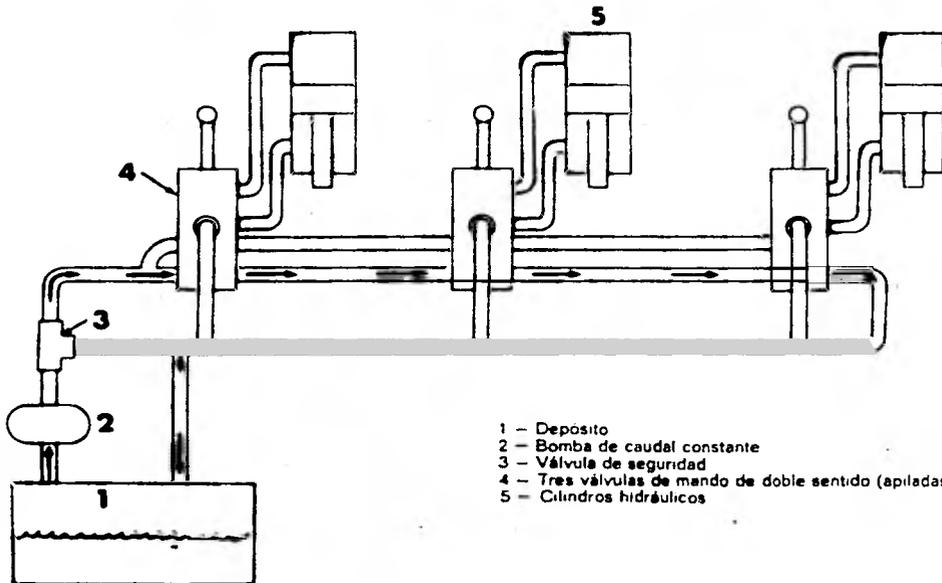
Sistema abierto con acoplamiento en serie - paralelo.- Es una variante del sistema anterior. El aceite que manda la bomba atraviesa las válvulas, que están acop



- 1 - Depósito
- 2 - Bomba de caudal constante
- 3 - Válvula de seguridad

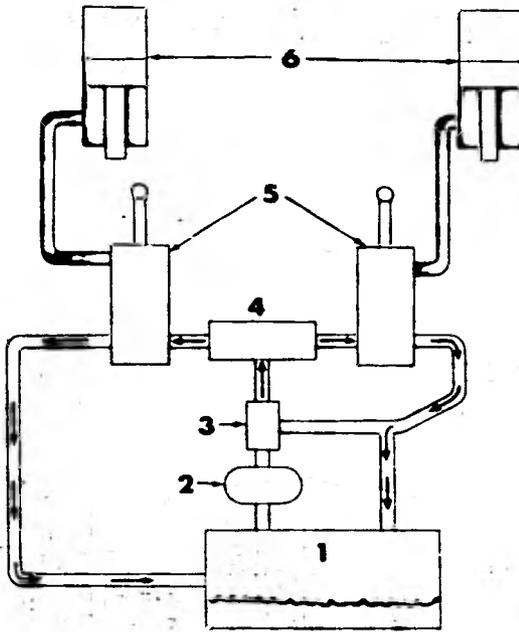
- 4 - Válvula de mando de doble sentido
- 5 - Cilindros hidráulicos

Sistema hidráulico abierto con tomas de fuerza acopladas en serie



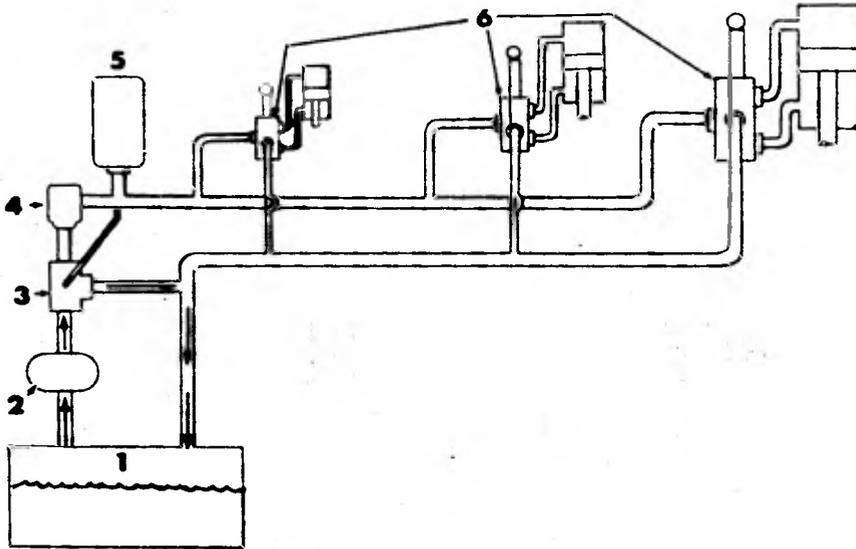
- 1 - Depósito
- 2 - Bomba de caudal constante
- 3 - Válvula de seguridad
- 4 - Tres válvulas de mando de doble sentido (apiladas)
- 5 - Cilindros hidráulicos

Sistema abierto con acoplamientos en serie-paralelo



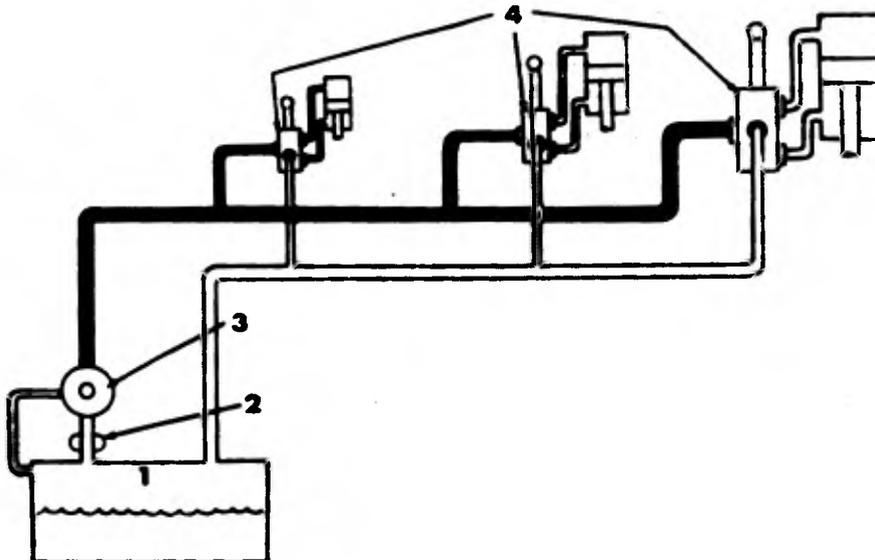
- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1 - Depósito | 4 - Repartidor de caudal |
| 2 - Bomba de caudal constante | 5 - Válvulas de mando |
| 3 - Válvula de seguridad | 6 - Cilindros (de acción simple) |

Sistema abierto con repartidor de caudal



- | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---|
| 1 - Depósito | 3 - Válvula de descarga | 5 - Acumulador de presión |
| 2 - Bomba de caudal constante | 4 - Válvula de retención | 6 - Válvulas de mando de doble sentido (para sistema cerrado) |

Sistema hidráulico cerrado con bomba de caudal constante y acumulador de presión



- | | |
|---------------------------|---|
| 1 - Depósito | 3 - Bomba de caudal variable |
| 2 - Bomba de alimentación | 4 - Válvulas de mando de doble sentido (para sistema cerrado) |

Sistema cerrado con bomba de caudal variable

pladas al circuito en serie y en paralelo a la vez. Las válvulas de mando se suelen apilar para disponer de mayor número de canalizaciones de paso para el aceite. En la situación de reposo del sistema, el aceite atraviesa las válvulas de mando acopladas en serie. Ahora bien, al actuar cualquiera de las válvulas de mando se cierra el retorno y el aceite a presión llega a todas las válvulas a la vez por estar conectadas también en paralelo.

Cuando se actúan dos o más válvulas a la vez, el primer cilindro hidráulico que responde es siempre el que menor presión necesita, y el último, el que más presión requiere para hacer su trabajo. Esta facultad de realizar dos o más funciones a la vez es sin duda, una ventaja de este tipo de acoplamiento sobre el acoplamiento en serie.

Sistema abierto con repartidor de caudal.- El repartidor de caudal recibe todo el aceite que manda la bomba y lo reparte entre dos circuitos. Se puede ajustar de forma que deje pasar primero el aceite por uno de los circuitos, en el caso de ser actuadas ambas válvulas de mando a la vez. También se puede ajustar de forma que reparta la presión por igual entre ambos circuitos o en una proporción determinada. En este sistema la bomba tiene que ser capaz de entregar el caudal máximo que necesitan dos circuitos funcionando a la vez. Además tiene que entregar este caudal de aceite a la presión máxima requerida por el circuito hidráulico que tenga que realizar el mayor esfuerzo. Esto significa que la bomba hidráulica absorbe en todo momento una parte considerable de la potencia del motor, disipándola en pura pérdida.

Hemos podido ver de esta forma que el sistema hidráulico abierto es muy útil -

cuando tiene que realizar un solo trabajo o función, pero tiene graves inconvenientes cuando han de realizarse con él diversas funciones a la vez.

Sistema cerrado con bomba de caudal constante y acumulador de presión.- Una bomba de caudal constante pero reducido, va cargando un acumulador de presión. Cuando el acumulador está cargado al máximo previsto, una válvula de descarga deriva el aceite que manda la bomba hacia el depósito. La válvula de retención bloquea el aceite a presión dentro de los circuitos que trabajan con fuerza hidráulica.

Al actuar una válvula de mando el acumulador descarga a través del circuito hidráulico puesto en servicio extendiéndose o retrayéndose el cilindro. A medida que va bajando la presión del acumulador, la válvula de descarga va dejando pasar más aceite a presión de la bomba para recargar el acumulador.

Este sistema tiene la ventaja de utilizar una bomba hidráulica de poco caudal; trabaja perfectamente, siempre que el aceite a presión se necesite durante un corto tiempo. En cambio, cuando los circuitos necesitan mucho caudal de aceite y durante períodos más prolongados, este sistema a base de acumulador de presión no es capaz de cumplir el trabajo, de no ser a base de utilizar una bomba y un acumulador de grandes dimensiones.

Sistema cerrado con bomba de caudal variable.- Una bomba de gran caudal que entrega aceite a presión "sobre demanda" y gira en vacío cuando el sistema hidráulico está en reposo. Dentro de todos los circuitos se mantiene la presión de trabajo, de forma que cualquier cilindro responde inmediatamente al actuar su válvula de -

mando, aunque se actúe más de una vez. No se necesita válvula repartidora de caudal ; no hace falta esperar a que suba la presión del aceite para poder actuar un cilindro después de haber actuado antes otro distinto; tampoco se tiene que hacer pausas para que se restablezca la presión del aceite.

Este sistema aún ofrece más ventajas:

- 1) La gran capacidad de la bomba hidráulica permite disponer de una reserva de fuerza para el caso de querer acoplar equipos hidráulicos adicionales.
- 2) La sección de las tuberías. Las válvulas y los cilindros se pueden fabricar a la medida exacta para la función que tiene que realizar, porque la presión y el caudal del aceite se limitan siempre al necesario para cumplir la función encomendada.
- 3) Se desarrolla menos calor (que es energía disipada) porque la bomba reposa entre los ciclos de trabajo, sin verse obligada a continuar mandando el mismo caudal de aceite para que retorne al depósito a través de la válvula de seguridad.
- 4) Se ahorra potencia del motor al no tener que entregar la bomba hidráulica más que el caudal de aceite requerido para cada trabajo hidráulico.

Algunas aplicaciones de la fuerza hidráulica.

- 1.- Dirección asistida por fuerza hidráulica.- El volante está mecánicamente acoplado a las ruedas de la dirección, pero el giro de éstas es asistido por fuerza hidráulica.

- 2.- Dirección hidráulica pura.- El volante no está mecánicamente acoplado a las ruedas de la dirección. Cuando el conductor lo gira, acciona por medio de él un sistema de válvulas de mando que mandan el aceite a presión al dispositivo hidráulico que hace girar las ruedas.
- 3.- Frenos hidráulicos.- Las zapatas o el disco de freno se aplican mediante fuerza hidráulica creada al pisar un pedal.
- 4.- Servo-frenos hidráulicos.- Al pisar el freno se manda fuerza hidráulica independiente para que actúe el dispositivo de frenado.
- 5.- Control automático para equipos.- En los tractores modernos, los equipos tales como un arado suelen trabajar suspendidos del elevador hidráulico montado en la parte trasera. Los equipos se gobiernan con fuerza hidráulica por dos dispositivos, una palanca de mando y un dispositivo automático sensible a la carga.
- 6.- Mando hidráulico a distancia de equipos.- Constan de un cilindro o motor hidráulico remotos montados sobre el equipo a trabajar y acoplados al sistema hidráulico por medio de tubos flexibles.
- 7.- Sistema de nivelación automática.- Los sistemas de nivelación automática se emplean principalmente en las máquinas proyectadas para trabajar sobre laderas.
- 8.- Sistemas de mando en equipos montados sobre el tractor.- Las cargadoras frontales, bulldozers, retroexcavadoras y orquillas cargadoras se suelen

montar sobre la misma máquina que los mueve y desplaza .

- a) **Sistemas hidráulicos para cargadoras frontales .-** Casi todas las cargadoras van montadas sobre el frente de un tractor de ruedas o de orugas y realizan dos movimientos principalmente, el de subir y bajar los brazos con el cucharón y el de volcar y enderezar el cucharón. Ambos se mandan con fuerza hidráulica mediante circuitos hidráulicos y válvulas de mando independiente.

- b) **Sistemas hidráulicos para bulldozer (tractores) .-** Casi todos los bulldozers pueden realizar tres movimientos de la hoja (cuchilla): subirla y bajarla, angularla hacia la derecha o hacia la izquierda e inclinarla en sentido lateral. En algunos bulldozers los tres movimientos se mandan con fuerza hidráulica. En otros solamente se mandan uno o dos de estos movimientos. El sistema suele estar compuesto de bombas de engranajes, válvulas de mando con émbolo de distribución apiladas y cilindros hidráulicos de doble acción.

- c) **Sistema hidráulico de las retroexcavadoras .-** Las retroexcavadoras se emplean para abrir zanjas. Por regla general se montan sobre la parte trasera de cargadoras frontales o de bulldozers. Los cilindros hidráulicos son de doble acción para poder trabajar a plena fuerza en ambos sentidos. El aguilón puede girar de un lado a otro por medio de un cilindro especial, con el objeto de vaciar el cucharón fuera de la zanja. Consta de tubos flexibles que permiten moverse libremente sin dañar los circuitos hidráulicos. El operador manda la retroexcavadora por -

medio de palancas que actúan sobre válvulas que mandan el aceite a presión sobre el correspondiente cilindro para mover el aguilón, el cucharón, el brazo excavador o los estabilizadores.

Principios con que se rigen los sistemas hidráulicos.

- 1.- La fuerza hidráulica se genera casi siempre por fuerzas mecánicas.
- 2.- La fuerza hidráulica se utiliza casi siempre volviéndola a transformar en fuerza mecánica.
- 3.- Hay tres tipos de energía hidráulica.
 - a) La energía potencial en forma de presión.
 - b) La energía cinética de los líquidos en movimiento.
 - c) La energía en forma de calor generado por la resistencia a la circulación del líquido o fricción.
- 4.- La energía hidráulica no se crea ni se destruye, solamente se transforma.
- 5.- Toda la energía que se mete al sistema tiene que salir otra vez; ya sea en forma de trabajo (ganancia) o de calor (pérdida).
- 6.- Cuando se estrangula el paso de un líquido se crea calor y se pierde energía potencial para realizar el trabajo. Los orificios y las válvulas de seguridad son estrangulaciones intencionalmente incorporadas al sistema hidráulico.
- 7.- El aceite tiene que estar encerrado dentro de un sistema hermético para

crear la presión necesaria y poder realizar el trabajo.

- 8.- El aceite sigue el camino de menor resistencia.
- 9.- Por regla general, el aceite no es aspirado por la bomba, sino empujado hacia ella por la presión atmosférica. Esta es la razón de que el depósito deba tener en la parte superior un orificio de respiración.
- 10.- La bomba no crea la presión, no hace más que poner el líquido en circulación. La presión aparece por la resistencia opuesta a la circulación del líquido.

- 11.- Dos formas de utilizar la potencia hidráulica en igualdad de potencias disponibles:

Bomba pequeña + cilindro de gran sección = más fuerza a menos velocidad.

Bomba grande + cilindro de pequeña sección = menos fuerza a mayor velocidad.

En otras palabras dos sistemas hidráulicos capaces de entregar la misma potencia, podrán trabajar a gran presión y circulando lentamente el aceite, o a baja presión y circulando el aceite a gran velocidad.

- 12.- Un sistema hidráulico básico debe tener los siguientes componentes: un depósito que suministre el aceite, una bomba que fuerce el aceite a través del sistema, válvulas que regulen la presión y distribución del aceite, un cilindro o motor que transforme el movimiento del líquido en trabajo.

- 13.- Comparación de los dos tipos principales de sistemas hidráulicos:

Sistema abierto = se varía la presión, pero el flujo es constante.

Sistema cerrado = se varía el flujo pero se mantiene constante la presión.

14.- Tipos básicos del aprovechamiento de la fuerza hidráulica:

- a) El hidrodinámico, que se sirve del líquido a gran velocidad, aprovechando su impacto. Ejemplo: un convertidor de par.
- b) El hidrostático, que aprovecha los líquidos en circulación a velocidad relativamente reducida pero a presiones más altas para obtener potencia.

Descripción de las diferentes partes del sistema hidráulico.

Bombas hidráulicas.

La bomba hidráulica es un dispositivo capaz de convertir fuerza mecánica en fuerza hidráulica. Caudal es el volumen que entrega la bomba por unidad de tiempo.

Todas las bombas producen flujo o corriente de líquido, entregan un caudal, es decir, desplazan el líquido de un punto a otro, pero este desplazamiento puede ser de dos clases: desplazamiento positivo y desplazamiento no positivo.

Para los sistemas hidráulicos de las máquinas, el tipo de bomba que se utiliza es de desplazamiento positivo, ya que no solamente producen un caudal de líquido, sino que también son capaces de sostenerlo contra la resistencia opuesta a su circulación, es decir, el líquido que sale de la descarga de la bomba es apoyado por ésta, ya que sin este apoyo el líquido movido por la bomba no podría vencer nunca ninguna de las resistencias que le opone el sistema hidráulico.

Caudal de las bombas hidráulicas .

Tipos básicos de bombas hidráulicas .

Bombas de engranes:

- a) Engranés internos
- b) Engranés externos
- c) Lóbulos (rotor)

Bombas de paletas:

- a) Paletas equilibradas
- b) Paletas sin equilibrar

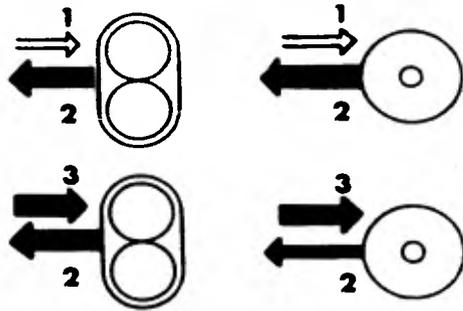
Bombas de pistones

- a) Pistones axiales
 - Caudal fijo y variable
- b) Pistones radiales
 - Caudal fijo
 - Caudal variable

En realidad se conocen y utilizan muchas variantes de estos tipos descritos , pero estos son los tres tipos de bombas más utilizados en los modernos sistemas hidráulicos .

El caudal es el volumen de aceite que entrega la bomba por unidad de tiempo . Por el caudal que entregan las bombas , se dividen en dos grandes categorías:

- Bombas de caudal fijo



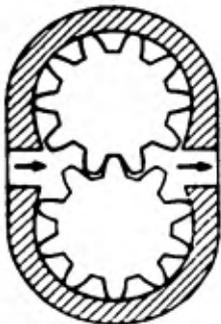
CAUDAL FIJO

CAUDAL VARIABLE

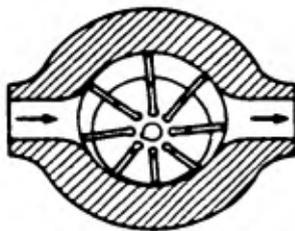
1 - Caída de presión 2 - Caudal 3 - Aumento de presión

Diferencia entre una bomba de caudal fijo y otra de caudal variable

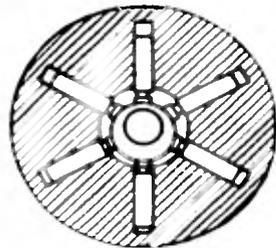
TIPOS DE BOMBAS HIDRAULICAS



Bomba de engranajes



Bomba de paletas



Bomba de pistones

Tres tipos de bombas hidráulicas

- Bombas de caudal variable

Las bombas de caudal fijo o constante entregan siempre el mismo volumen de aceite por unidad de tiempo. El volumen varía únicamente al variar la velocidad de giro de la bomba.

Es cierto que las fluctuaciones de la presión dentro del sistema hidráulico pueden hacer que varíe algo el caudal, pero ello es siempre debido a las fugas de aceite hacia la succión de la bomba. La presencia de esta fuga inevitable en las bombas de caudal constante es la razón de que éstas se suelen emplear más en sistemas de baja presión o como bombas auxiliares de otra bomba que trabaja en un sistema de presión más alta.

Las bombas de caudal variable son capaces de variar el volumen de aceite que entregan en la unidad de tiempo, aunque no varía su velocidad de giro.

Estas bombas llevan un mecanismo interior que hace variar el caudal que entregan de forma que se mantenga constante la presión dentro del sistema hidráulico. Cuando cae la presión aumenta el caudal y viceversa.

Bombas de engranes.

Las bombas de engranes se utilizan mucho porque son sencillas y económicas. Aunque con ellas no se pueda variar el caudal de aceite que entregan, su capacidad es suficiente para las necesidades de la mayoría de los sistemas que necesitan un caudal fijo. Muy a menudo se emplean también como bombas de carga de otras bombas más grandes.

Bombas de engranes externos.- Este tipo de bombas suele constar de dos engranes herméticamente acoplados dentro de una caja. El eje de accionamiento hace girar a uno de los engranes, que a su vez, obliga a girar al otro. La hermeticidad del conjunto se consigue por medio de casquillos, superficies mecanizadas con alta precisión y placas de fricción. Su principio de funcionamiento es muy simple, el aceite atrapado entre los dientes de los engranes y las paredes de la caja, es llevado hacia la descarga de la bomba. Los dientes opuestos que van engranando en el centro de la caja hacen un cierre hermético que impide que el aceite retroceda. El aceite es empujado hacia la descarga y obligado a circular por el sistema.

El aceite entra a la bomba por la acción de la gravedad, procedente del depósito.

En algunas bombas de engranes la placa de fricción se presiona para hacer más hermética la bomba y aumentar así su rendimiento. Una pequeña parte de aceite a presión se deriva por detrás de la placa de fricción para que la aplique con más fuerza contra los engranes.

Bombas de engranes internos.- Este tipo de bombas también consta de dos engranes, pero en ella uno gira dentro de otro más grande y de dientes internos. Los dientes del engrane recto entran en contacto con los del engrane mayor en uno de los lados, mientras que en el lado opuesto se interpone entre ambos un separador en forma de luna creciente. El eje acciona el engrane recto, que a su vez, hace que gire también el engrane de dientes internos.

El principio de funcionamiento es el mismo que el de la bomba de engranes externos, con la diferencia de que en ésta ambos engranes giran en la misma direc -

ción.

El aceite es atrapado entre los dientes y el separador y empujado hacia la descarga de la bomba. Al engranar de nuevo los dientes forman un cierre hermético que impide que el aceite retroceda hacia la succión de la bomba.

La bomba es alimentada por la acción de la gravedad, que llena de aceite el vacío parcial que se va haciendo a medida que los dientes empujan el aceite hacia delante.

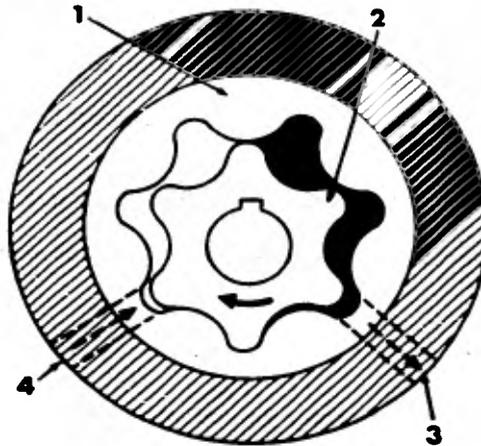
Bombas de rotor. - La bomba de rotor es una variante de la bomba de engranes internos. Un rotor gira dentro de un estator. El rotor es de lóbulos redondeados en lugar de dientes y no es necesario el separador de forma semilunar.

El rotor tiene un lóbulo menos que el estator, por lo que al girar dentro de aquél solo entra en contacto uno de sus lóbulos. El lóbulo que ha entrado en contacto es el que hace el cierre hermético que impide el retroceso del aceite.

A partir del punto de contacto los lóbulos se separan formando una cavidad en la que es aspirado el aceite, que vuelve a ser empujado hacia la salida al reducirse de nuevo esta cavidad a partir del punto de contacto del lóbulo opuesto.

Bombas de paletas.

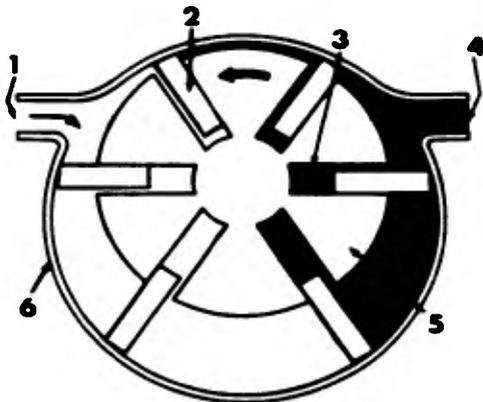
Las bombas de paletas tienen muchas aplicaciones y pueden ser simples, dobles y hasta triples. Todas las bombas de paletas mueven el aceite por medio de un rotor con ranuras en las que van alojadas las paletas.



- | | |
|-------------|---------------------|
| 1 - Estator | 3 - Boca de salida |
| 2 - Rotor | 4 - Boca de entrada |

Funcionamiento de una bomba de rotor

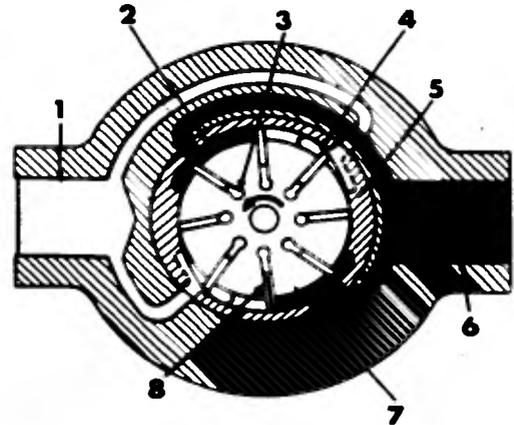
BOMBAS DE PALETAS SIN EQUILIBRAR



- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1 - Boca de entrada | 4 - Boca de salida |
| 2 - Paleta | 5 - Rotor |
| 3 - Ranura | 6 - Estator |

Funcionamiento de la bomba de paletas sin equilibrar

BOMBAS DE PALETAS EQUILIBRADAS



- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1 - Boca principal de entrada | 5 - Estator |
| 2 - Boca de salida | 6 - Boca principal de salida |
| 3 - Ranura | 7 - Rotor |
| 4 - Boca de entrada | 8 - Paleta |

Funcionamiento de la bomba de paletas equilibrada

Bombas de paletas equilibradas.- La bomba de paletas equilibradas consta de un rotor, accionado por un eje, que gira dentro de una cavidad de forma ovalada.

Las paletas van alojadas en las ranuras del rotor, pudiéndose desplazar en sentido radial, hacia dentro y hacia afuera.

La bomba equilibrada lleva dos bocas de succión en dos puntos diametralmente opuestos, y dos bocas de descarga, en dos puntos diametralmente opuestos también. Las succiones y las descargas se comunican por canalizaciones con las succiones y descargas principales de la bomba.

Al girar el rotor, la fuerza centrífuga hace salir a las paletas, aplicándolas contra la superficie interna del estator. Entre el estator y el rotor se forman dos cavidades de forma semilunar, subdivididas en cavidades más pequeñas por las paletas. Estas cavidades limitadas por las paletas aumentan y disminuyen de volumen dos veces por cada giro completo del rotor. Las bocas de succión están situadas en los puntos en que empiezan a aumentar de volumen estas cavidades limitadas por las paletas, y las bocas de descarga están donde empiezan a reducirse.

Al aumentar de volúmen las cámaras, aspiran aceite que las paletas van empujando, obligándolo a salir de la bomba al reducirse el volúmen de la cavidad que limitan.

En la segunda mitad del giro del rotor se repite el mismo proceso por las bocas situadas en los puntos opuestos.

Bombas de paletas sin equilibrar.- El principio de funcionamiento de la bomba de paletas sin equilibrar es el mismo de la bomba de paletas equilibrada. En esta, sin embargo, tiene lugar un solo ciclo de trabajo en cada revolución del motor. Por lo tanto, esta bomba solo tiene una boca de succión y otra de descarga y el rotor está descentrado en relación con el estator.

Las cámaras formadas por las paletas aumentan de volúmen a partir de la boca de succión del aceite y se vuelven a contraer al aproximarse a la descarga. El aceite es aspirado al aumentar el volúmen de las cámaras y expulsado al contraerse éstas, lo mismo que en la bomba de paletas equilibrada.

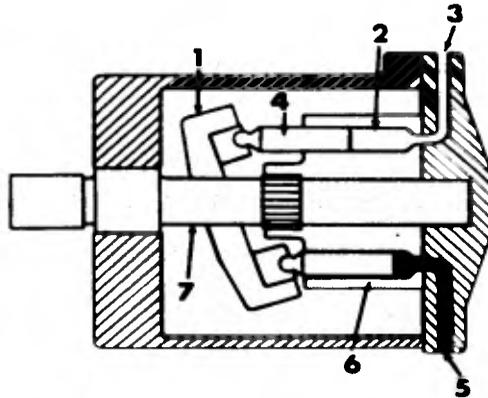
Bombas de pistones.

Las bombas de pistones se prefieren hoy para equipar los vehículos hidráulicos modernos que trabajan a altas velocidades y a altas presiones. Estas bombas tienen el inconveniente de ser más complicadas y más caras que las otras.

Bombas de pistones axiales.- Los pistones axiales son los que van montados con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de la bomba. Mueven el aceite por el movimiento de vaivén de los pistones dentro de su respectivo cilindro. Las bombas de pistones axiales se dividen en dos grandes grupos: de eje y pistones en línea y de eje angulado.

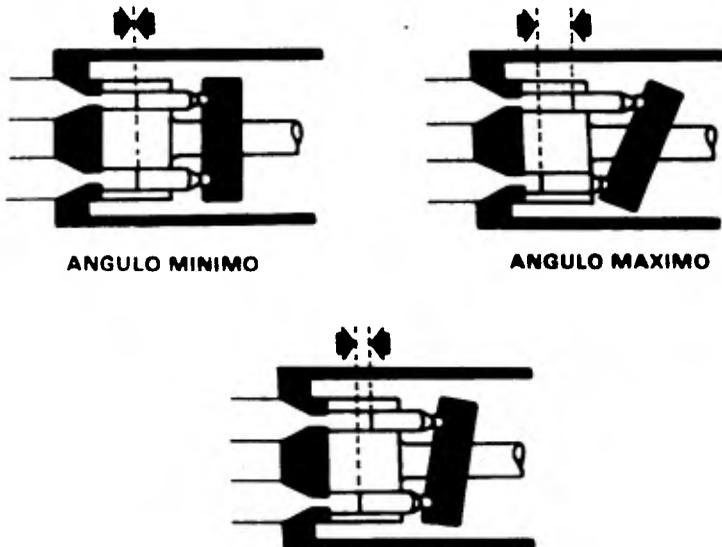
En la bomba de pistones axiales en línea, el bloque de cilindros va montado sobre el eje de accionamiento, con el que gira solidario.

Los pistones se mueven dentro de los correspondientes taladros del bloque de -



- 1 - Placa oscilante de inclinacion fija
- 2 - Cilindro
- 3 - Boca de entrada
- 4 - Pistón
- 5 - Boca de salida
- 6 - Bloque de cilindros giratorio
- 7 - Eje de accionamiento

Bomba de pistones axiales en linea, de caudal fijo



cilindros, paralelos al eje longitudinal del mismo. Las cabezas de los pistones se apoyan sobre una placa inclinada que se llama placa oscilante.

La placa oscilante no gira, pero se puede inclinar más o menos. Está montada sobre un pivote y su inclinación se manda por medio de un servomecanismo automático.

Como quiera que esta placa oscilante regule el caudal de la bomba. ésta será de caudal variable. Si el ángulo de la placa oscilante fuera fijo, también sería fijo el caudal de aceite movido por la bomba.

Cada cilindro lleva válvulas de retención de la bola para dirigir el aceite a presión hacia la salida. Cada pistón funciona como una bomba independiente, con dos válvulas de retención.

Otro tipo de bomba de pistones es la de eje en ángulo; la caja de esta bomba forma un ángulo con la cabeza en que se alojan las piezas de accionamiento de la misma. El eje de accionamiento va acoplado a una placa que manda el vaivén de los pistones por medio de unas bielas.

En esta bomba giran solidarios la placa de accionamiento y el bloque de cilindros, encerrados dentro de la misma caja.

El vaivén de los pistones se consigue por el ángulo que forman el eje de accionamiento de la placa con el eje longitudinal del bloque de cilindros.

Bombas de pistones radiales. - Las bombas de pistones radiales son las más ingeniosas de todas. Permiten obtener altas presiones, grandes caudales, gran -

des velocidades y variar el caudal.

Su principio de funcionamiento es muy simple, lo que no impide que la bomba se pueda adaptar a muchos tipos de sistemas hidráulicos y servicios mediante las válvulas y dispositivos necesarios.

Este tipo de bombas se mecanizan con alta precisión, por lo que el desgaste - causado por el empleo de aceites poco limpios las avería irremediablemente. - Por otra parte, el propio aceite tiene que ser de unas características especiales que garanticen la lubricación de las piezas en movimiento, ajustadas con gran precisión. Las bombas de pistones radiales pueden ser de dos tipos:

En el tipo de leva giratoria, los pistones se alojan en unos taladros practicados en el cuerpo de la bomba, que está fijo. El movimiento de vaivén de los pistones los produce la leva al girar el eje.

La entrada y salida del aceite se realiza por unas canalizaciones circulares que hay en cada lado de la bomba. Cada cilindro lleva taladros a uno y otro lado - que comunican con dichas canalizaciones circulares. Cada orificio del cilindro lleva una válvula con el objeto de que el aceite no pueda circular más que desde la canalización de entrada hacia la de salida.

La leva levanta los pistones sucesivamente, obligando a salir al aceite. Un muelle hace que el pistón baje de nuevo llenando el cilindro de aceite.

La bomba de pistones radiales se emplea únicamente cuando se necesita una - bomba de caudal variable. Para variar el caudal de aceite que entrega la bomba se agrega a esta un mecanismo que regula la carrera de los pistones.

En el tipo de pistones en rotación, éstos se alojan en un cilindro giratorio. Al girar el cilindro los pistones salen por la fuerza centrífuga y por estar descentrado el cilindro dentro de la caja, al girar aquel se produce el movimiento de vaivén de los pistones.

Al girar el cilindro, los pistones salen hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga, aspirando aceite por las bocas de entrada. Al continuar girando el cilindro los pistones son obligados a entrar en su taladro, empujando el aceite hasta las bocas de descarga.

El caudal que entrega se varía cambiando la posición de la caja con respecto al cilindro que lleva los pistones. De esta forma se varía la carrera de los pistones y con ella el caudal del aceite.

Válvulas hidráulicas.

Los sistemas hidráulicos se gobiernan mediante válvulas. Por medio de ellas se regula la presión, se distribuye el aceite y se regula su caudal a través de los circuitos hidráulicos. Las válvulas se pueden clasificar en tres grupos principales:

- a) Válvulas para regular la presión del aceite.
- b) Válvulas para distribuir el aceite.
- c) Válvulas para regular el caudal del aceite.

Válvulas reguladoras de presión.

Se emplean para limitar o reducir la presión dentro del sistema, para descargar

la bomba o para fijar la presión de entrada del aceite a un determinado circuito.

Son válvulas reguladoras de presión, las válvulas de descarga, las reductoras, las repartidoras secuenciales y las eliminadoras.

Válvulas de descarga.- Todo sistema hidráulico se calcula para trabajar dentro de determinado régimen de presiones. Si no se limitara la presión máxima se podrían averiar los componentes o la presión sería excesiva para el trabajo a realizar. Las válvulas de descarga evitan estos inconvenientes y funcionan como válvulas de seguridad cuando la presión del sistema pasa de un determinado límite; existen dos tipos de válvulas de descarga, de acción directa y con válvula piloto. Las válvulas de descarga de acción directa, constan de un muelle que presiona a una bola, cono, disco o botón contra un asiento; cuando la fuerza del muelle es mayor que la presión del aceite se mantiene la válvula cerrada, y cuando la presión del aceite vence la fuerza del muelle, la válvula se abre para que el aceite retorne al depósito, limitándose así la presión máxima del sistema. La presión de apertura es aquella en que empieza a abrir la válvula y la presión de régimen es aquella que mantiene a la válvula completamente abierta; y esta última es más alta que la presión de apertura ya que la fuerza del muelle aumenta al abrirse más la válvula. Esta circunstancia realiza la presión sobre el valor a que se ajustó la válvula, siendo éste el mayor inconveniente de esta válvula. Se emplean principalmente en circuitos de poco caudal donde se espera que la válvula no funcione con mucha frecuencia; responden con rapidez por lo que son ideales para evitar los incrementos bruscos de presión por lo que se emplean como válvulas de seguridad. Su avería se advierte fácilmente por la

falta de presión del sistema y se remedia cambiando el muelle roto, o una bola o un asiento.

Las válvulas de descarga piloteadas se utilizan para grandes caudales y diferencias de presión pequeñas; la válvula piloto controla la válvula de descarga principal y casi siempre se utiliza una válvula de descarga con muelle como válvula piloto. Responden con menos rapidez que las válvulas de acción directa, tienen la ventaja en cambio de mantener más constante la presión dentro del sistema mientras descargan aceite.

Válvulas reductoras de presión.- Se emplean para reducir la presión en un determinado circuito por debajo de la presión que hay en todo el sistema. Cuando la válvula reductora no trabaja está abierta y cuando trabaja tiende a cerrarse. Esta válvula es sensible a la presión del aceite por su lado de salida hacia el - - circuito secundario. Trabaja al revés que la válvula de descarga. Limita la presión máxima dentro del circuito secundario con independencia de los cambios de presión en el circuito principal, mientras no se invierte el sentido de flujo del aceite. La inversión del flujo de aceite provocaría el cierre total de la válvula. Pueden ser a presión reducida fija que mantienen ésta con independencia de la presión del circuito principal, es decir en el circuito secundario siempre tendremos la misma presión sin importar las variaciones del sistema hidráulico principal; y también pueden ser de reducción de presión fija, que causan una reducción de presión constante, lo que significa que la presión de salida de la válvula varía con la presión del circuito principal.

Válvulas repartidoras de caudal secuenciales.- Se emplean para repartir el aceite a presión consecutivamente por diferentes circuitos de un mismo sistema. Por regla general no dejan pasar aceite a un segundo circuito, mientras no se ha satisfecho la demanda de aceite en un primer circuito. Una de las aplicaciones de estas válvulas secuenciales consiste en obtener la extensión sucesiva de dos cilindros hidráulicos. El segundo cilindro empieza a extenderse cuando el primero ha terminado de extenderse. En este caso la válvula mantiene la presión dentro del primer cilindro extendido mientras se extiende el segundo.

Válvulas eliminadoras.- Tienen por objeto dejar pasar el aceite sobrante, desde la bomba hidráulica al depósito, una vez alcanzada la presión de régimen dentro del sistema. En los sistemas que llevan acumulador de presión también se suelen emplear válvulas eliminadoras para descargar el aceite de la bomba cuando el acumulador de presión ha terminado de cargarse. El circuito hidráulico principal necesita una válvula de retención que se cierre en los períodos en que la bomba se descarga a través de la válvula eliminadora.

Válvulas de distribución.

Este tipo de válvulas dirigen el flujo del aceite por el sistema hidráulico. A esta clase de válvulas pertenecen las de retención, las rotativas y las de émbolo de distribución.

Válvulas de retención.- Son válvulas simples que actúan en un sólo sentido, se abren para permitir el paso de aceite y se cierran para impedir que éste retroceda. La válvula se abre por la presión del aceite dentro del sistema, que

levanta a un cono de su asiento al vencer la fuerza del muelle que lo sostiene y así el aceite puede pasar libremente al circuito; la válvula se cierra cuando baja la presión de entrada a la misma y bloquea el aceite dentro del circuito e impide su retroceso.

Válvulas rotativas.- Se suelen emplear como válvulas piloto para dirigir el - - aceite a otras válvulas. El cuerpo de la válvula lleva unos orificios que quedan frente a las canalizaciones de un rotor, pueden ser manuales, actuadas hidráulica o eléctricamente. Pueden ser de dos, tres o cuatro direcciones. Ello de - - pende de las canalizaciones del rotor y la situación de los orificios en el cuer - po de la válvula. Se emplean en sistemas de baja presión y poco caudal.

Válvulas de émbolo de distribución.- El émbolo de estas válvulas distribuye el aceite por uno u otro circuito, al ser corrido hacia adelante o hacia atrás. Cuando se emplea como válvula de mando permite gobernar con ella las distintas un - dades de fuerza de los modernos sistemas hidráulicos. Existe una infinidad de variantes de este tipo de válvulas, las hay para dos, cuatro y seis circuitos y suelen construirse de forma que puedan "apilarse". El émbolo de distribución suele ser de superficie endurecida y esmerilada con precisión y en algunos ca - sos suele cromarse para evitar que se oxide. Las válvulas para sistemas abier - tos dejan pasar el aceite a través de ella, para que retorne al depósito, cuan - do el émbolo está en punto muerto; y las válvulas para sistemas cerrados cie - rran el paso de aceite de la bomba cuando el émbolo está en punto muerto. Por regla general, el émbolo de distribución cierra las bocas para el cilindro, cuan - do está en punto muerto. Sin embargo, en algunas válvulas de esta clase no se cierran las bocas para el cilindro con objeto de dejar a éste en posición flo

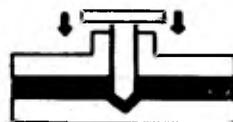
VALVULAS HIDRAULICAS



REGULACION DE LA PRESION

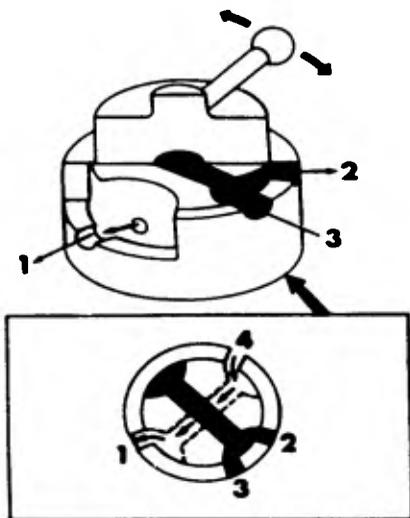


DISTRIBUCION DE CAUDAL



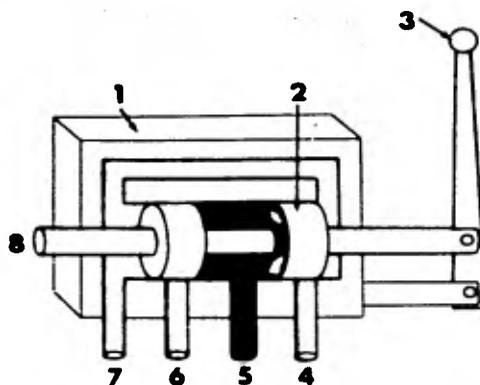
REGULACION DE CAUDAL

Tres tipos fundamentales de válvulas hidráulicas



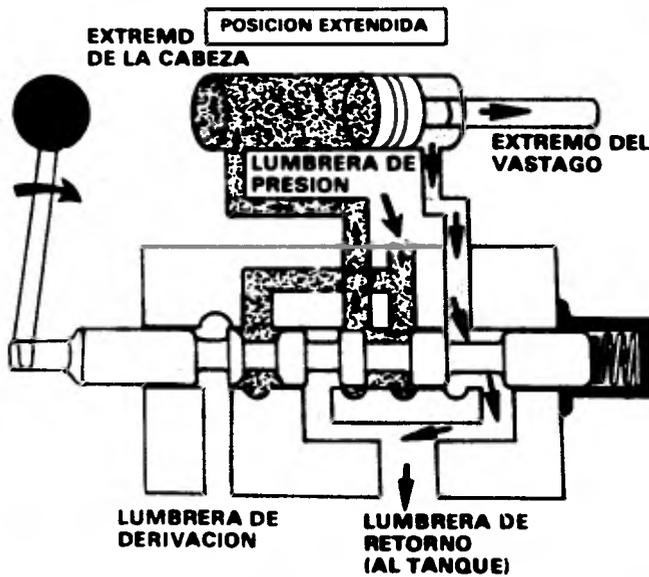
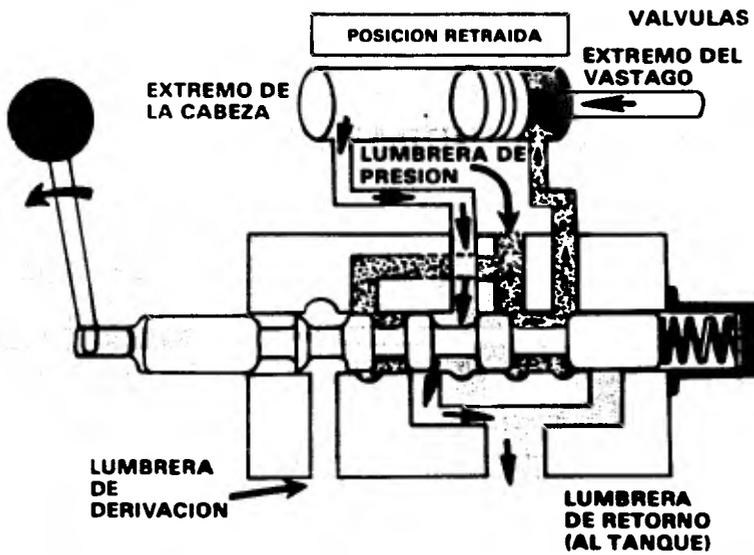
- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1 - Al depósito | 3 - De la bomba |
| 2 - Al circuito | 4 - Retorno del circuito |

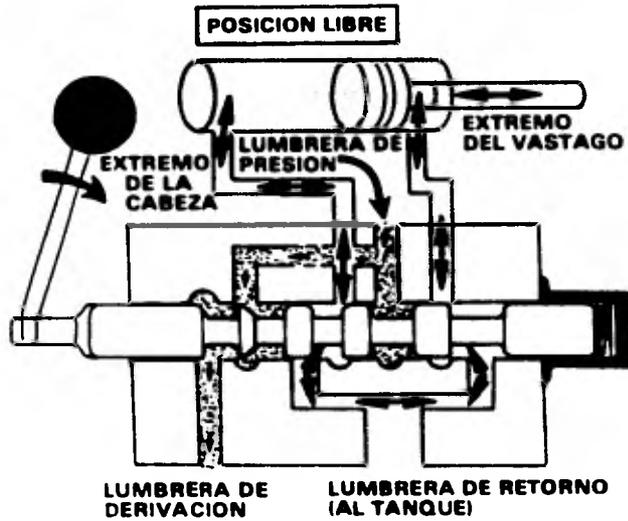
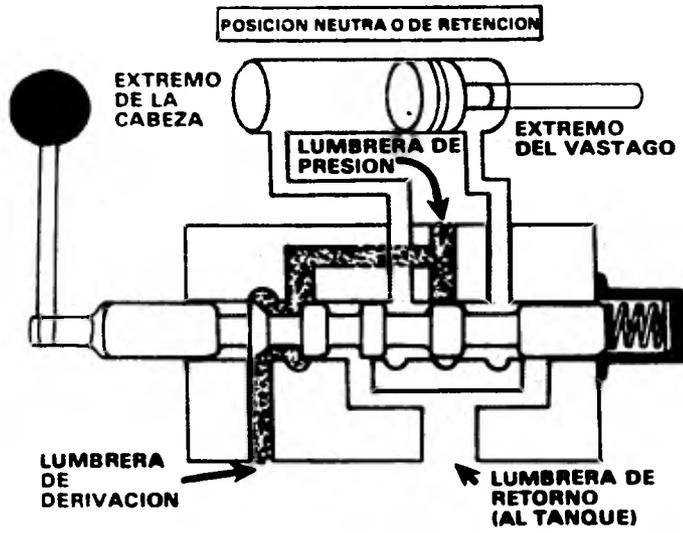
Válvula de distribución rotativa



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 - Cuerpo | 5 - De la bomba |
| 2 - Embolo | 6 - A la boca n° 1 del cilindro |
| 3 - Palanca de mando | 7 - Al depósito |
| 4 - A la boca n° 2 del cilindro | 8 - Embolo de distribución |

Válvula de embolo de distribución





tante.

Las válvulas de distribución se pueden actuar a mano, por medio de válvulas piloto, de electroimanes o aceite a presión sobre uno de los extremos del émbolo.

Las válvulas de émbolo de distribución pueden ser múltiples para realizar diversas funciones y pueden ser pilas de válvulas formadas por varios cuerpos de válvula unidos y válvulas múltiples monobloque, en la que todos los émbolos de distribución van en un solo bloque. Las pilas de válvula tienen la ventaja que se pueden añadir fácilmente más cuerpos de válvula al conjunto. Tienen el inconveniente de que requieren que el cierre entre las caras adosadas de los cuerpos de las válvulas, sea perfectamente hermético. Las válvulas múltiples monobloque son menos flexibles pero no tienen, en cambio, problemas de fugas de aceite. Su inconveniente principal es el de tener que cambiarse la válvula múltiple completa si se avería alguno de los cilindros en que van alojados sus émbolos de distribución. En ambas clases de válvulas se suele emplear una boca de entrada común para todas las válvulas y otra sola boca, también común, para el retorno y se pueden diseñar para sistemas hidráulicos cerrados o abiertos.

Este tipo de válvulas se ha popularizado mucho en los sistemas hidráulicos modernos por varias razones:

- 1) Porque responden con rapidez.- Las válvulas de émbolo de distribución se mecanizan con gran precisión y permiten una exacta dosificación del aceite.
- 2) Por su adaptabilidad. Añadiendo orificios se pueden controlar con una sola válvula el número de vías que se necesite.

3) Por su compacidad.- Apilando las válvulas se consigue reducir el espacio que ocupan, lo que tiene mucha importancia en los equipos móviles.

El inconveniente de estas válvulas estriba en que exigen un buen servicio de mantenimiento. El aceite sucio daña las superficies de los émbolos mecanizados con alta precisión, haciendo que dejen de trabajar con eficacia. La suciedad, por mínima que sea, también suele agarrotar estas válvulas, haciendo que trabajen con irregularidad.

Lo más importante de tener en cuenta, es que los émbolos de distribución de estas válvulas se mecanizan con alta precisión para que ajusten perfectamente en su correspondiente taladro del cuerpo de la válvula.

Válvulas reguladoras de caudal.

Las válvulas reguladoras de caudal actúan estrangulando el paso del aceite o derivando una parte de él. En muchos sistemas hidráulicos es preciso poder regular con máxima precisión la velocidad de extensión de un cilindro o la velocidad de giro de un motor hidráulico. Esto se puede conseguir regulando el volumen por minuto (gasto) de aceite que se manda al órgano que transforma la fuerza hidráulica en fuerza mecánica. Con bombas hidráulicas de caudal constante, la velocidad de trabajo de un cilindro o de un motor hidráulico se controla mediante válvulas reguladoras de caudal.

Las válvulas reguladoras de caudal se dividen en dos tipos: las que regulan el caudal a base de un orificio que dosifica el paso del aceite; y las repartidoras

de caudal, que además de regular el caudal, lo reparten entre dos o más circuitos.

Válvulas reguladoras de caudal.- Estas válvulas pueden regular el caudal de dos formas:

- a) Estrangulando el paso del aceite que entra o sale del órgano cuya velocidad de trabajo se está regulando. Estas válvulas no están compensadas.
- b) Derivando el aceite parcialmente fuera del órgano cuya velocidad se está regulando. Estas válvulas suelen estar compensadas.

Las válvulas no compensadas, no compensan los cambios de presión. La presión a la salida de la válvula depende de la presión que hay a la entrada de la misma. Estas válvulas no se suelen emplear en circuitos donde se requiere una regulación muy exacta de caudal de aceite. A este tipo pertenecen las válvulas de aguja y de bola, que tienen la ventaja de ser muy simples y poderse ajustar para dosificar el caudal de aceite con gran precisión.

Las válvulas reguladoras de caudal compensadas, mantienen constante el caudal de aceite a la salida de la válvula, aunque varíe la presión de entrada de la misma. Así, si aumenta la presión, la válvula se cierra parcialmente para mantener el mismo caudal de salida.

Otra forma de regular el caudal es derivando una parte de él. La válvula deriva una parte del aceite retornándolo al depósito. Para que la válvula funcione con precisión, la bomba tiene que entregar siempre un caudal mayor que el que deja pasar la válvula.

Válvulas repartidoras de caudal.- Este tipo de válvulas regula el caudal y lo reparte entre dos o más circuitos. El caudal lo pueden repartir de los siguientes modos:

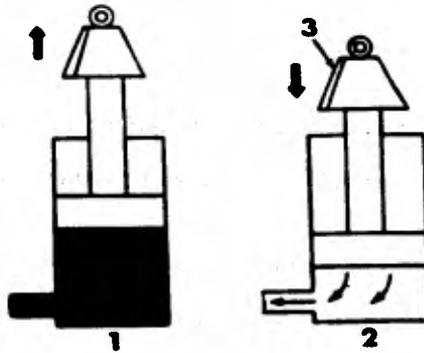
- a) Las válvulas prioritarias dejan pasar todo el caudal a un determinado circuito hasta que sobra aceite; en ese momento, el aceite sobrante queda a disposición de otros circuitos.
- b) Las válvulas de prioridad ajustable hacen lo mismo que la anterior, con la única diferencia de que el caudal del circuito prioritario se puede ajustar.
- c) Las válvulas proporcionales reparten el caudal simultáneamente entre varios circuitos, pudiéndose regular el de cada uno de ellos. En el caso de dos circuitos, por ejemplo la proporción entre el caudal de uno y otro puede hacerse que sea de 50% a 50% o de 90% a 10%, etc.

Cilindros hidráulicos.

El cilindro es el mecanismo que realiza el trabajo en el sistema hidráulico, transforma la fuerza hidráulica en fuerza mecánica. Los tipos principales de cilindros hidráulicos son:

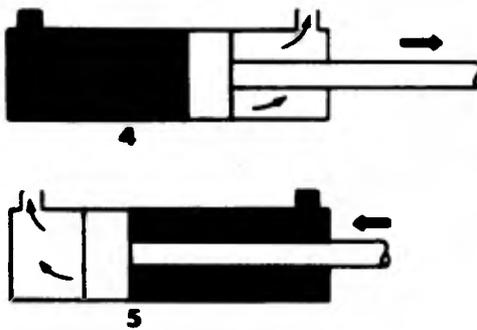
- a) Cilindros de pistón.- Producen movimiento rectilíneo.
 - Cilindros de acción simple.
 - Cilindros de doble acción.
- b) Cilindros de paletas.- Producen movimiento circular.

CILINDROS HIDRAULICOS



CILINDRO DE ACCION SIMPLE

1 - Elegar 2 - Bajar 3 - Bajar por gravitación



CILINDRO DE DOBLE ACCION

1 - Extendido 2 - Retraido

Diferencia entre el cilindro de acción simple y el de doble acción

Cilindros de acción simple.

En los cilindros de acción simple el aceite a presión actúa sobre una de las caras del pistón nada más. El pistón con su biela salen del cilindro por la presión del aceite; cuando deja de actuar la presión, el peso de la carga (o un resorte) hacen que la biela se retraiga de nuevo. Por la otra cara el pistón está seco, en este extremo hay un orificio de respiración para que pueda salir el aire que empuja el pistón o para que pueda entrar cuando se retrae, con lo que se evita el vacío dentro del cilindro; con el objeto de que no entre polvo o suciedad, el orificio de respiración suele taparse con un filtro poroso.

El pistón lleva una junta que evita que el aceite pase a la cara seca y sobre la misma biela se monta una junta especial que tiene por objeto limpiarle de impurezas y abrasivos cuando se retrae.

En algunos cilindros de acción simple la biela no lleva pistón, haciendo las veces de éste el extremo de la propia biela y se conocen como cilindros hidráulicos tipo ARIETE; la biela es de diámetro un poco más reducido que el diámetro interior del cilindro y sobre su extremo, que hace las veces de pistón hay un pequeño reborde que impide que la biela pueda salir del cilindro. Este tipo de diseño ofrece varias ventajas en comparación al tipo de pistón:

- a) La biela es de mayor diámetro y no se dobla por la acción de las cargas que actúan sobre ella en sentido lateral.
- b) Las juntas son exteriores y más fáciles de cambiar.
- c) Las rugosidades que puedan tener las paredes interiores del cilindro no

afectan a las juntas.

- d) No se necesita orificio de respiración, porque el aceite a presión llena toda la cámara interior del cilindro.

Los cilindros de acción simple se prefieren para algunos equipos móviles en los que lo único que se necesita es levantar la carga para volver a dejar que baje por su propio peso.

Cilindros de doble acción.

Los cilindros de doble acción actúan con fuerza en ambos sentidos. Cuando el aceite a presión entra por un extremo, el cilindro se extiende, y cuando lo hace por el otro el cilindro se retrae, con lo que se obliga al aceite del lado opuesto al que actúa, a retomar al depósito.

En los cilindros de doble acción tienen que llevar juntas herméticas el pistón y la biela.

El tipo SIN EQUILIBRAR, o diferencial, se caracteriza porque la fuerza aplicada por el lado del pistón del que va la biela, es menor que la que se aplica por el lado opuesto. Ello es debido a que la biela ocupa una parte de la superficie del pistón sometida a la presión del aceite. Estos cilindros se utilizan cuando se necesita un movimiento de extensión más lento pero con más fuerza y un movimiento de retracción más rápido pero con menos fuerza.

En el cilindro EQUILIBRADO la biela va por ambas caras del pistón, de esta forma ambas superficies de trabajo son idénticas y el cilindro se retrae y se ex -

tiende con la misma fuerza.

Como es natural, el equilibrio o desequilibrio de estos cilindros depende también de las cargas. Si la carga que tiene que mover en uno y otro sentido no es la misma, el cilindro se desequilibra.

Cilindros de paletas.

El cilindro de paletas produce un movimiento rotatorio en dos sentidos. Consta de dos paletas, una fija al cilindro y la otra solidaria con el eje; el inyectar el aceite a presión se forma una cámara de presión entre la paleta fija y la móvil, con lo que esta última tiende a desplazarse produciendo así el movimiento rotatorio; para accionar estos cilindros en sentido opuesto, lo único que hay que hacer es inyectar el aceite a presión por el lado contrario, con lo que se produce el movimiento inverso del eje.

Este tipo de cilindros es utilizado para girar sobre su eje el aguilón de las retroexcavadoras, con lo que el operador puede pasar rápidamente el cucharón desde la trinchera que esta excavando hasta el punto donde amontona la tierra, la amortiguación o frenado del movimiento rotatorio típica en este tipo de cilindros, evita la parada brusca del movimiento y los golpes al llegar a la posición externa.

SISTEMA ELECTRICO

Naturaleza de la electricidad.

La electricidad es el flujo de electrones de un átomo a otro en el seno de un conductor.

Todos los átomos tienen partículas llamadas electrones que giran en órbitas al rededor de un núcleo de protones.

Cada elemento tiene una estructura atómica propia, pero los átomos de cualquier elemento tienen el mismo número de protones que de electrones.

El elemento cobre se emplea mucho en los sistemas eléctricos porque es un buen conductor de la electricidad.

La razón de que sea un buen conductor es que el átomo de cobre contiene 29 protones y 29 electrones. Los electrones están distribuidos en cuatro capas o anillos separados.

Por regla general, todos los elementos que tienen menos de cuatro electrones en sus anillos exteriores, son buenos conductores. Los elementos que tienen más de cuatro electrones en sus anillos exteriores son malos conductores y se llaman aislantes.

La corriente, voltaje y resistencia.

En todo circuito eléctrico intervienen tres factores básicos:

- Corriente
- Voltaje
- Resistencia

La corriente.- El flujo de electrones a través de un conductor se llama corriente y se mide en amperios.

Un amperio es una corriente eléctrica de 6.28 billones de billones que atraviesan un punto determinado de un conductor en un segundo.

Por lo tanto la corriente es la intensidad del flujo de electrones y se mide en amperios o electrones por segundo.

Voltaje.- Es la fuerza que origina el flujo de la corriente a través de un conductor. Es la diferencia entre las cargas de signo contrario aplicadas a los extremos opuestos del conductor.

El voltaje se puede generar por un proceso electroquímico, como en el caso de una batería de acumulador, o por medio de una fuerza mecánica, como en el caso de un dinamo. El voltaje es una fuerza potencial que puede existir aunque no circule ninguna corriente por el circuito.

El voltaje aparece siempre que hay dos puntas de las que una tiene carga positiva, mientras el otro la tiene negativa.

Resistencia.- Todos los conductores ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente. Esta resistencia es debida a las siguientes causas:

- 1.- A que cada átomo opone resistencia a que le arranquen un electrón, por

ser este atraído por el núcleo.

- 2.- A que se producen incontables choques entre los electrones y los átomos al atravesar aquellos el conductor. Estos choques se traducen en resistencia y hacen que se caliente el conductor.

La unidad básica de resistencia es el ohmio. Un ohmio es la resistencia que - deja pasar un amperio cuando se aplica un potencial de un voltio.

Circuito eléctrico básico.

Un circuito eléctrico consta de tres partes:

- Una fuente de tensión, que puede ser una batería.
- Una resistencia de carga, que puede ser una lámpara.
- Unos conductores que conectan entre si estos elementos, que pueden ser hilos de cobre.

El flujo de la corriente a través de un circuito se puede describir de dos maneras distintas:

- En la teoría convencional se considera que la corriente va desde el polo positivo de la fuente a través del circuito, hasta el polo negativo de la fuente.
- En la teoría de los electrones se considera que el flujo va desde el polo negativo de la fuente, a través del circuito hasta el polo positivo de la fuente.

La ley de Ohm se puede expresar de tres formas diferentes en donde conociendo dos cantidades cualesquiera se halla la tercera .

$$\text{Amperio} = \frac{\text{Voltios}}{\text{Ohmios}}$$

$$\text{Ohmios} = \frac{\text{Voltios}}{\text{Amperios}}$$

$$\text{Voltios} = \text{Amperios} \times \text{Ohmios}$$

Existen tres tipos de circuitos:

- a) Circuitos en serie
- b) Circuitos en paralelo
- c) Circuitos en serie - paralelo

Conexión en serie. La corriente no puede seguir más que un solo camino.

- Todas las resistencias del circuito son atravesadas por la misma intensidad de corriente.
- La caída de tensión a través de cada resistencia varía de acuerdo con la resistencia.
- La suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión de la fuente de alimentación.

Conexión en paralelo. En los circuitos con resistencia en paralelo, la caída de tensión a través de cada una de ellas es igual al potencial de la fuente de alimentación. De ahí que:

- El voltaje a través de todas las resistencias es el mismo.

- La corriente que atraviesa cada resistencia depende de su valor.
- La suma de todas las corrientes es la corriente total del circuito.

Los conductores. Son los materiales con menos de cuatro electrones en el anillo exterior de sus átomos. La resistencia del cableado de cualquier circuito tiene que ser lo más baja posible, de acuerdo con la corriente que tenga que atravesarlo.

La resistencia del conductor depende:

- De la longitud del hilo
- De la sección del hilo
- De la temperatura del hilo.

Acumuladores. El acumulador almacena energía eléctrica para todo el equipo eléctrico de la máquina.

Cuando se cierra el circuito, el acumulador entrega corriente continua al componente conectado a sus terminales.

La corriente del acumulador se produce por una reacción química que tiene lugar entre el material activo de las placas y al ácido sulfúrico del líquido o electrolito.

El acumulador se necesita para que realice la tres funciones siguientes:

- Suministrar corriente para el arranque del motor
- Suministrar corriente cuando la demanda de ésta exceda a la que es capaz de entregar el sistema de carga.
- Estabilizar el voltaje del sistema durante el funcionamiento.

Su construcción: el acumulador consta de cierto número de elementos o células dentro de una caja de ebonita.

Cada célula contiene placas positivas y placas negativas. Estas placas contienen el material activo sobre una rejilla plana. Las placas negativas cargadas - contienen plomo esponjoso (pb) que es de color gris. Las placas positivas cargadas contienen peróxido de plomo (pb O₂) que es de color marrón oscuro.

Su funcionamiento: el acumulador produce corriente por una reacción química - que tiene lugar entre el material activo de las placas de distinta polaridad y el ácido sulfúrico del electrolito. Mientras está teniendo lugar la reacción química, el acumulador se está cargando.

Los principales tipos de acumulador son:

- Cargado en seco
- Cargado con electrolito

Uno y otro se distinguen por la forma en que salen de la fábrica.

Pruebas de un acumulador:

- 1) Se mide el voltaje de cada elemento con poca carga para conocer el estado de cada uno.
- 2) Prueba con descarga para ver como están las placas del acumulador.

Este tipo de pruebas se llevan a cabo con densímetros y con voltímetros.

Circuito de carga.- Este circuito cumple con dos funciones:

- a) Recarga la batería

b) Entrega corriente durante el trabajo.

Existen dos tipos de circuitos de carga:

- 1) Circuito de carga por dinamo
- 2) Circuito de carga por alternador

Los circuitos de carga por dinamo.- Transforman la corriente continúa por medio del colector del inducido y llevan un regulador.

La corriente la recojen las escobillas aplicadas sobre el colector y pasa a través del regulador.

Los circuitos de carga por alternador.- Transforma la corriente alternante en corriente continúa por medio de diodos rectificadores y llevan un regulador.

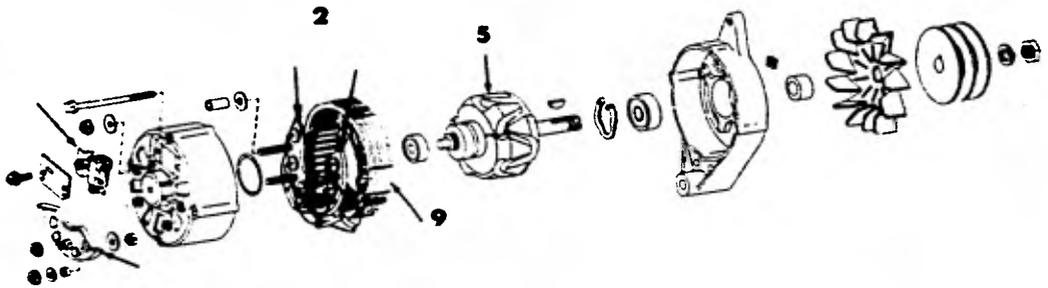
Los circuitos trabajan de tres modos distintos:

- Durante el arranque del motor la batería es la única que entrega corriente a la carga.
- Durante el momento de máximo consumo de corriente la batería suplementa la corriente entregada por el dinamo.
- En trabajo normal la dinamo suministra toda la corriente que se consume y recarga la batería.

Principales partes de la dinamo:

- Inducido.- Formado por multitud de espirales para obtener mayor voltaje.
- Colector.- Anillo formado por barras de cobre llamadas delgas.
- Escobillas.- Que van de acuerdo a la capacidad del dinamo.
- Zapata de los polos.- Son imanes permanentes que se fijan a la pared -

PIEZAS DE QUE CONSTA UN ALTERNADOR



1 - Escobillas
2 - Rectificador

3 - Diodos positivos
4 - Diodos negativos

5 - Rotor
6 - Media caja delantera

7 - Polea
8 - Ventilador

9 - Estator
10 - Diodo de aislamiento

Despiece de un alternador típico

Interior de la caja del dinamo.

- Arrollamiento de campo o bobina de campo.- Consta de varias espiras - sobre cada uno de los polos.
- Caja.- Todas las piezas van dentro de esta caja que suele ser cilíndrica con una tapa por cada extremo provista de ventajas para circulación de - aire.
- Unidades auxiliares.- Como el disyuntor, regulador de voltaje, regula - dor de corriente, etc.

Los principales tipos de dinamos son:

- a) Con excitación en derivación.-Para gran número de aplicaciones.
- b) Con tercer escobilla.- No necesita regulador.
- c) Con polo intermedio.- Conmuta la batería.
- d) Con bobina de oposición.- Para cargas y velocidades muy desiguales.
- e) De campo partido.- Para bajas velocidades.

Alternadores.

Tipos de alternadores:

- a) Abiertos
- b) Cerrados

Los abiertos llevan venas de aire.

Los cerrados no las llevan, se refrigeran por aire o aceite.

Funcionamiento del alternador:

- Produce corriente alterna
- Convierte corriente alterna en continúa

- Produce corriente mediante un campo magnético que gira dentro del estator.
- Trabaja a la inversa del dinamo .
- El rotor y el estator producen corriente alterna .
- Los diodos rectificadores la convierten en continua .
- Alternador abierto se enfría por aire .
- Alternador cerrado se enfría por aceite .

Pruebas de los alternadores.- Se prueban con amperímetros, voltímetros, ohmímetros, resistencias variables del carbón, etc.

Regulador de voltaje.- Las principales funciones del regulador es la de controlar la excitación de la dinamo con lo que se controla la tensión que ésta produce.

Su función se parece a la del disyuntor que es la de abrir y cerrar el circuito de carga entre la dinamo y la batería, al igual que éste consta de un núcleo de hierro, una lámina móvil y un punto de contacto fijo.

Existen dos principales tipos de reguladores de voltaje:

- 1) De una sola bobina
- 2) Con bobina de aceleración

El de una sola bobina lleva una bobina de hilo fino conectada en paralelo. Esta bobina va conectada a la dinamo y su función es reducir el voltaje y la corriente producidos por la dinamo.

El de aceleración consta de los mismos elementos del anterior pero lleva ade-

más una bobina de aceleración que se conecta en serie y es de hilo grueso y funciona a mayor rapidez.

La prueba de funcionamiento de estos es en la calibración de la separación entre la lámina móvil y el núcleo del electroimán y se mide el voltaje que regula.

El circuito de arranque.- Todos los circuitos de arranque constan de cuatro partes:

- a) Batería que suministra la energía
- b) La llave de contacto que activa el circuito
- c) El electroimán.- Contactor que acopla el piñón del motor de arranque con la corona del volante.
- d) El motor de arranque.- Que hace girar el cigueñal.

Su funcionamiento es: Al cerrar la llave de contacto se da paso a una pequeña intensidad de corriente que activa el electroimán contactor y retorna al polo opuesto de la batería a través de la masa. Al activarse el electroimán por la corriente de la batería, éste atrae a su núcleo y desplaza el piñón que se engrana con la corona del volante.

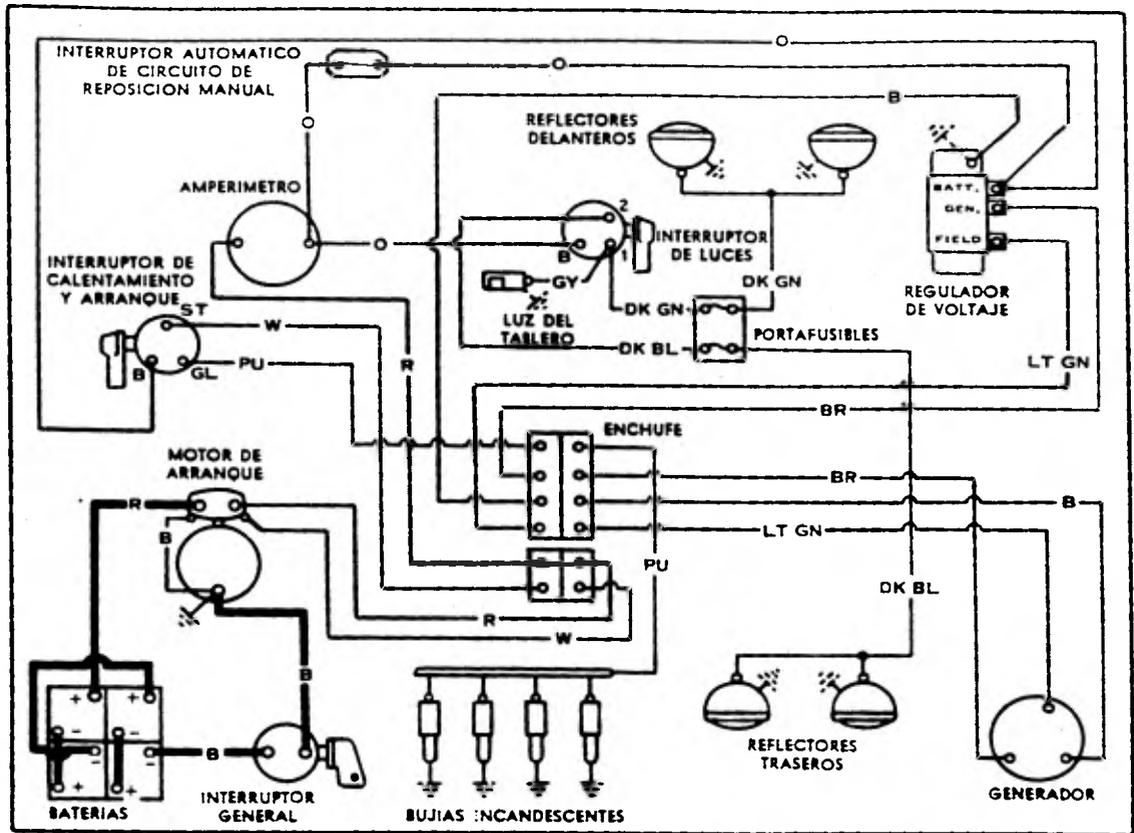
Para los extremos opuestos, el núcleo del electroimán cierra los contactos que dan paso directo a la corriente de la batería hasta el motor de arranque.

El motor de arranque transforma la energía eléctrica de la batería en energía mecánica giratoria que hace dar vueltas al cigueñal del motor.

El motor de arranque consta principalmente de: Electroimán-contactor, de un

DIAGRAMA DE CONEXIONES

-362-



COLOR	ABREVIACIONES
R	ROJO
B	NEGRO
W	BLANCO
O	ANARANJADO
GY	GRIS
BR	PARDO
PU	PURPURA
DK BL	AZUL OSCURO
LT GN	VERDE CLARO
DK GN	VERDE OSCURO

SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Terminal de Alambrado
●	Unión de Alambres
⋈	Alambres que se Cruzan sin Conectarse
⊥	Tierra Externa
⊥	Tierra Interna

campo, de un inducido y de un mecanismo de accionamiento.

Los principales tipos de motores de arranque son:

- Por el tipo de conexión
- Por el tipo de inducido
- Por el tipo de contactor
- Por el tipo de acoplamiento mecánico

HERRAMIENTAS DE ATAQUE

Objetivo.- Son herramientas que sirven como piezas de desgaste para proteger - las partes de trabajo de las máquinas que están expuestas a impactos y abrasión, como son: los dollzers en los tractores; los cucharones en los cargadores frontales; los rippers o escarificadores en los tractores y motoconformadoras; las cuchillas en motoconformadoras y escrepas.

Las herramientas de ataque que se fabrican actualmente son:

- 1) Cuchillas y esquineros (gavilanes) para tractores.
- 2) Cuchillas y esquineros para motoniveladoras.
- 3) Cuchillas y protectores para escrepas.
- 4) Cuchillas, protectores laterales y esquinero para cargadores frontales.
- 5) Zancos, puntas y cuñas para escarificadores (rippers) y cucharones.

Cuchillas y esquineros (gavilanes) para tractores.- Protegen las bases de la hoja topadora o dollzer contra el desgaste por impacto y abrasión del terreno, proporcionan una buena penetración de la cuchilla y le dan una mayor resistencia al impacto.

Se fabrican de biceles laminados en caliente con aceros especiales y tratamientos térmicos posteriores. Generalmente se fabrican en aceros SAE 1071 y 1072 - dependiendo del tipo de trabajo a realizar. Se montan en las hojas topadoras o dollzers con tornillos tipo arado SAE grado 8 con tratamiento térmico; este tipo de tornillos se identifican por tener seis marcas en la cabeza.

Cuchillas y esquineros para motoniveladoras.- Protegen y evitan la deformación en la base del vertedor o cuchilla. Se fabrican de aceros laminados en caliente con tratamientos térmicos para lograr la dureza requerida. Generalmente se fabrican en aceros SAE 1090. Tienen perforaciones para su fácil instalación, se aseguran con tornillos tipo arado SAE grado 8 con tratamiento térmico.

Cuchillas y protectores para escepas.- Protegen la cuchilla contra desgaste por abrasión y le dan mayor resistencia al impacto. La cuchilla central puede ser dentada para penetrar mejor en el terreno y cargar con más facilidad, con lo que se reduce el tiempo del ciclo de cargado. Las cuchillas se fabrican generalmente de tres secciones y con biceles laminados en caliente, con aceros especiales y tratamientos térmicos. Generalmente se fabrican en acero SAE 1090. Se aseguran por medio de tornillos tipo arado SAE grado 8 con tratamiento térmico.

Cuchillas, protectores laterales y esquineros para cargadoras frontales.- Protegen la base del cucharón contra desgaste abrasivo y mejoran la penetración del mismo, facilitan la distribución del material dentro del cucharón para llenarlo a su máxima capacidad y aumentan la resistencia del conjunto del cucharón reduciendo así los gastos de mantenimiento. Se fabrican de aceros especiales laminados en caliente y tratamientos térmicos posteriores para lograr la dureza requerida. Normalmente se fabrican en aceros SAE 1060 y 1064 dependiendo del tipo y capacidad del cucharón en que se instalan, así como sus diferentes aplicaciones. Las cuchillas se instalan en el cucharón por soldadura.

Zancos, puntas y cuñas para escarificadores (rippers) y cucharones.- Son los elementos que en su conjunto constituyen los escarificadores o rippers. Los zancos

son las piezas que forman el cuerpo de los rippers; las puntas son los elementos que sirven para proteger al zanco y son intercambiables; las cuñas son las herramientas que protegen a las puntas y que están en contacto con el terreno, soportan el desgaste por impacto y abrasión, y dada su construcción su reemplazamiento es fácil. La fabricación de zancos y puntas es por forja en caliente, de aceros especiales y con tratamientos térmicos posteriores de acuerdo a su uso y capacidad de los equipos en que se instalan. Las cuñas son fabricadas por fundición, con aceros especiales y tratamientos térmicos de acuerdo al grado de dureza que se requiera; su instalación sobre las puntas es por medio de seguros o pernos a presión.

Normalmente se fabrican de aleaciones de acero al cromo-níquel-molibdeno.

Composición de aceros al carbón (composición química de la olla límites %)

Número S.A.E.	C	Mn	P Max.	S Max.
1060	0.55-0.65	0.60-0.90	0.040	0.050
1064	0.60-0.70	0.50-0.80	0.040	0.050
1070	0.65-0.75	0.60-0.90	0.040	0.050
1074	0.70-0.80	0.50-0.80	0.040	0.050
1090	0.84-0.99	0.60-0.90	0.040	0.050

Elementos de la aleación de los aceros y sus efectos.

Por definición, acero es una composición de hierro y carbono. El acero puede ser aleado con otros elementos para mejorar sus características físicas y mecánicas, para producir propiedades específicas como resistencia a la corrosión, a la abra -

sión o al calor.

Carbono (C).- No se considera normalmente como aleación, sin embargo es el elemento de más importancia en el acero. Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y da resistencia contra abrasión y desgaste. Baja la tenacidad y baja la facilidad de maquinado.

Manganeso (Mn).- Elemento que se agrega en la fabricación para desoxidar y desgasificar acero. Se combina con azufre para dar mayor facilidad de maquinado. Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la resistencia contra abrasión y desgaste. Disminuye la tendencia de inestabilidad y aumenta la facilidad de cementado.

Fósforo (P).- Aumenta la dureza y aumenta la facilidad de maquinado. Sin embargo produce fragilidad y una tendencia a que sea quebradizo el acero.

Azufre (S).- Aumenta la facilidad de maquinado en los aceros y disminuye la facilidad de soldar y la tenacidad.

Silicio (Si).- Es desoxidante y desgasificante. Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la permeabilidad magnética.

Cromo (Cr).- Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la tenacidad y la resistencia a la abrasión y al desgaste. Produce resistencia a la corrosión y a la oxidación.

Níquel (ni).- Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza sin sacrificar tenacidad. También aumenta la resistencia a la corrosión cuando se intro -

duce suficiente (8% por lo menos)

Molibdeno (Mo).- Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la tenacidad y conserva la dureza a temperaturas elevadas.

Tungsteno (W).- Aumenta dureza y tenacidad, produce resistencia a temperaturas elevadas y mantenimiento de filo.

Vanadio (V).- Aumenta la dureza, produce resistencia a golpe y choque. Mantiene un grano fino. Intensifica el efecto de otras aleaciones.

Cobalto (Co).- Mantiene la dureza al rojo y aumenta la tenacidad e intensifica el efecto de otras aleaciones.

Procesos que intervienen en la fabricación de los aceros.

Precalear.- Antes de templar conviene siempre precalear el acero. En vista de que los aceros de herramienta son malos conductores del calor, el precalear ofrece las siguientes ventajas:

- 1) Elimina las tensiones del maquinado.
- 2) Acorta el tiempo necesario para templar y así reduce la descarbonización y oxidación al templar.
- 3) Disminuye la deformación que pudiera resultar.

Las temperaturas de precalear varían de 650° a 700 ° C para los aceros normales y suben hasta 900 °C para los aceros de trabajo en caliente y los aceros rápidos.

Temple.- Templar consiste en calentar el acero a una temperatura predeterminada; mantener esta temperatura hasta que el calor haya penetrado hasta el corazón de la pieza y enfriar bruscamente en el medio correspondiente según el tipo de acero (aire, aceite o agua). En la práctica se puede calentar el acero con el horno, o en caso que el horno ya esté a temperatura, introducir el acero precalentado al horno. El tiempo requerido para que el calor penetre es diferente en cada caso, pero se puede calcular de 5 a 10 minutos por cada 10 mm. de espesor y en caso que la pieza esté precalentada se puede reducir este tiempo.

En los aceros más aleados es necesario tener presente que la disolución de los carburos requiere más tiempo. La dureza deseada y su penetración se obtienen tomando todas estas consideraciones en cuenta.

Los agujeros deben llenarse con barro refractario o asbesto. Las herramientas débiles y de poca sección deben soportarse dentro del horno para evitar que se deformen por su propio peso. Como regla general las herramientas de menor sección se deben templar a temperaturas inferiores. Es primordial tener cuidado que la temperatura sea uniforme, que no sea sobrepasada y que no se prolongue su tiempo más de lo indicado, de lo contrario habría fuerte descarburización y crecimiento del grano.

Los mejores resultados se obtienen templando en baños de sal, los cuales tienen muchas ventajas, entre las que sobresalen las siguientes:

- 1) Transmitir la temperatura rápida y uniformemente.
- 2) Facilitar la medición de la temperatura.

- 3) Evitar la descarburización.
- 4) Evitar la oxidación.
- 5) Producir superficie limpia.

Si el acero temple al agua (o agua con sal) ésta debe tener una temperatura de 20 a 30 °C y si el acero temple al aceite, éste debe tener una temperatura de 50 °C. Es indispensable tener una cantidad suficiente de agua o aceite para que no suba mucho la temperatura al enfriar el acero.

Al enfriar bruscamente de la temperatura de temple al medio del temple (agua, aceite o aire) una herramienta, ésta sufre un cambio de volumen; este cambio de volumen brusco causa fuertes tensiones internas en el acero, las cuales pueden causar roturas. Por esta razón nunca debe de permitirse que el acero se enfríe completamente. La herramienta debe sacarse del medio de enfriamiento cuando todavía tenga algo de calor e inmediatamente después revenirla para librar estas tensiones y así evitar roturas.

Revenido.- El propósito del revenido es primeramente librar las tensiones del temple y por esto debe revenirse el acero inmediatamente después. Además, el revenido aumenta la tenacidad del acero y la dureza apropiada para cada uno. Deben consultarse las curvas del revenido para saber a que temperatura se obtiene la dureza deseada.

El proceso de revenir consiste en calentar la herramienta a la temperatura apropiada por un tiempo definido seguido por enfriamiento en el ambiente.

El tiempo requerido para revenir varía según la temperatura del revenido. Si el revenido se hace de 200 a 300 °C, se recomienda calcular como mínimo una hora

por cada 10 mm. de espesor; si el revenido se hace a 150 °C es necesario revenir unas dos horas por cada 10 mm. de espesor y si el revenido se hace de 450 a 650 °C, basta con calcular 30 minutos por cada 10 mm. de espesor. El revenido se realiza con frecuencia a ojo, observando el color que aparece. La superficie de la herramienta debe pulirse para facilitar la observación del color. Conviene - agregar que en los aceros de alta aleación, los colores de revenido aparecerán a una temperatura más alta que en los aceros normales.

Forja.- En caso de ser necesario el acero se puede forjar, sin embargo hay algunas calidades en las cuales el forjado no es recomendable en vista de ser sumamente difícil y peligroso.

Las precauciones que se deben tomar son las siguientes:

Calentar la pieza lenta y uniformemente a la temperatura indicada (si es posible en un horno de control de atmósfera y temperatura). Cuando la pieza haya alcanzado la temperatura indicada, no debe permanecer en el horno más tiempo que el indicado, según la aleación y el volumen de acero a forjar. Para piezas que requieren poco cambio en dimensión, debe procurarse que se termine de forjar - - cuando es alcanzada la temperatura inferior.

En caso de requerir más forja, es necesario volver a calentar. Después de terminada la forja las piezas deben enfriarse lentamente y subsecuentemente conviene dar un recocido adicional.

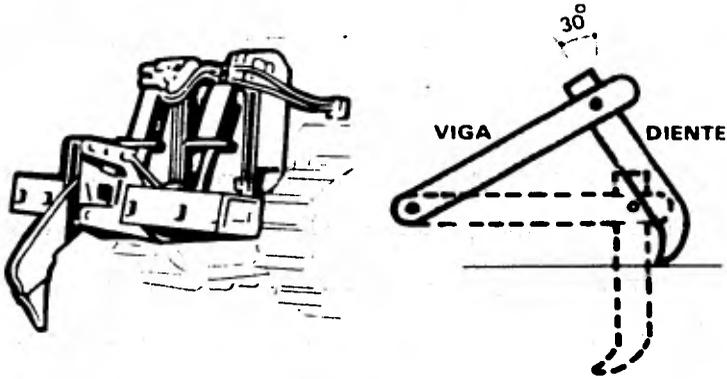
Recocido.- El propósito de recocer acero es para acondicionarlo al estado blando, o sea el estado en el cual el acero es más maquinable y más propio para el -

temple. El acero a recocer debe calentarse lenta y uniformemente a la temperatura indicada y mantenerse a esa temperatura por varias horas (dependiendo del volumen y la aleación del mismo) y luego dejar que se enfríe lentamente dentro del mismo horno. Conviene proteger la superficie contra formación de cáscara, empacando el acero en caja.

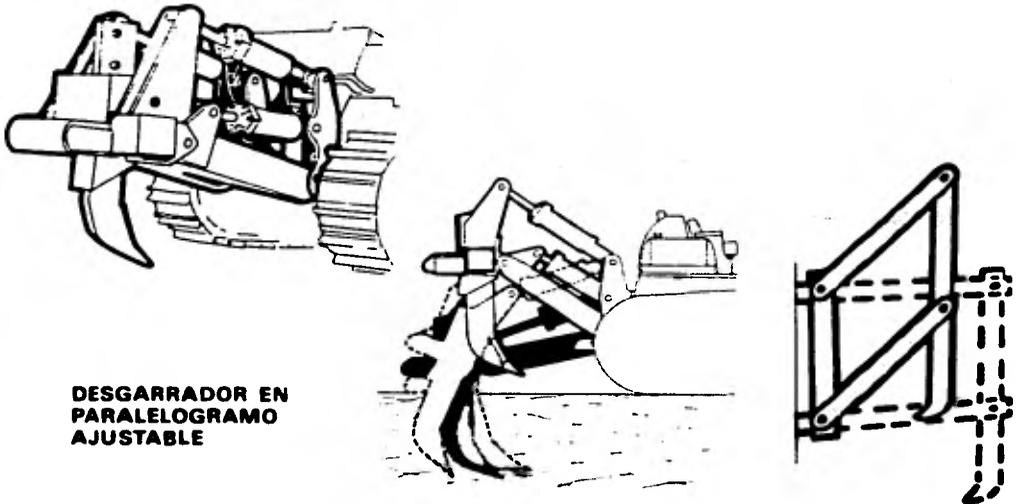
Rectificado.- Generalmente toda herramienta es maquinada antes del temple para evitar un rectificado excesivo posterior. Sin embargo en la mayoría de los casos es ineludible el rectificado. Al seleccionar la piedra de esmeril hay que tener en cuenta que entre más duro esté el acero, más blanda debe estar la piedra y más ligera la presión. Piedras duras o presiones fuertes causan calentamientos locales en el acero. Estos calentamientos pueden revenir y ablandar el acero en la superficie e inclusive causargrietas.

Debe procurarse no calentar la superficie excesivamente al rectificar, usando suficiente soluble y cortes ligeros.

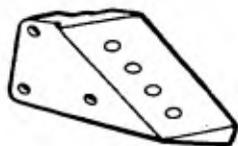
Muchas fallas en herramientas que se deben al rectificado incorrecto, se le atribuyen injustamente a la calidad del acero o a un temple defectuoso.



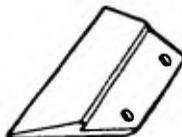
DESARRADOR DE TIPO DE BISAGRA



**DESARRADOR EN
PARALELOGRAMO
AJUSTABLE**



OREJETA DE TIPO DE HOJA



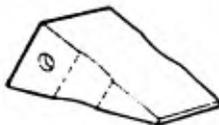
OREJETA DE TIPO DE IMPACTO



OREJETA DE TIPO DE DIENTE



LARGO

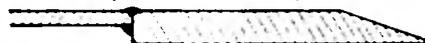


CORTO



ANCHO

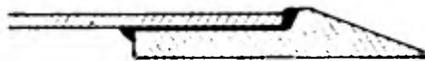
Cuchillas para diferentes aplicaciones



FSB (Plano, un bisel) soldada a tope



FSB (Plano, un bisel) soldada, ensambladura traslapada



FDD (Flat Double Duty) soldada para dar más fuerza y rigidez a la parte inferior del cucharón... protege el cucharón contra desgaste por abrasión... suministra más acero en el punto de contacto para resistir mejor la abrasión.



Double Duty soldada sobre una cuchilla desgastada después de cortar a escuadra.



2 piezas soldadas según dibujo... cuando el piso del cucharón se desgasta, éste es desechado y reemplazado.

CAPITULO 4



**mantenimiento
de maquinaria
para la construcción**

Se denomina mantenimiento, a la serie de actividades que tienen como finalidad lograr y asegurar la máxima disponibilidad de las máquinas y equipo, que otros elementos de una organización necesitan para el desempeño de sus funciones y así obtener la óptima recuperación de la inversión.

Dentro de la función mantenimiento podemos distinguir los siguientes tipos:

- a) Mantenimiento preventivo
- b) Mantenimiento predictivo
- c) Mantenimiento correctivo
- d) Mantenimiento por conjuntos o componentes

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Entendemos por "Mantenimiento Preventivo" todas las operaciones programadas - de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjun - tos; si económicamente es conveniente, que son necesarios para asegurar al - - usuario que la máquina y equipo que necesita están en condiciones apropiadas pa - ra su uso inmediato.

También se dice que "Mantenimiento Preventivo" es la serie de actividades pro - gramadas cuyo fin es evitar el desgaste excesivo o prematuro que hacen necesa - rias las reparaciones costosas y originan los tiempos muertos.

Para evaluar hasta que punto es conveniente el mantenimiento preventivo desde el punto de vista económico, es necesario tomar en cuenta además de los gastos inherentes del mantenimiento preventivo, los costos totales (depreciación, ope -

ración, oportunidad, reemplazo, etc.), así como los costos ocasionados por pérdida en avances de obra; ya que en un sinnúmero de ocasiones el dar mantenimiento preventivo nos va a implicar parar además del equipo que se mantiene, equipo auxiliar o equipo que depende de éste, como puede ser el caso de un cargador frontal que alimenta a una serie de camiones fuera de carretera, como sería en el caso del mantenimiento preventivo de uno de estos camiones; otro ejemplo muy claro sería el caso del mantenimiento preventivo a un tractor empujador trabajando con un grupo de escrepas.

Para poder diseñar un programa de mantenimiento preventivo es necesario además de tomar en cuenta lo anterior, el costo horario de las máquinas y las condiciones ambientales en que trabajará; así como coordinar el mantenimiento preventivo con los períodos en que debe parar cada máquina, basándose en el programa de la obra a ejecutar.

El mantenimiento preventivo tiene su mejor representación en las camionetas de mantenimiento de campo. Estas camionetas están equipadas para poder realizar un ajuste en el campo. Cuentan generalmente con un compresor de aire, una planta generadora de energía eléctrica, equipo para lubricación, herramienta necesaria, banco de trabajo. El herramental de estas camionetas está en función del número y tipo de equipos que atiende, así como de las operaciones programadas en el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se programa de acuerdo al número de horas de utilización del equipo y basándose en las recomendaciones y especificaciones de los proveedores de maquinaria, así como en la propia experiencia de los encargados

de esta programación; en base a lo anterior se establecen los programas de mantenimiento preventivo diario; de 100 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas para cada máquina. Algunos de los puntos más importantes que cubren estos programas son los siguientes: (Cabe hacer notar que a estos programas habrá que agregar o quitar algunos sistemas dependiendo del tipo de máquina de que se trate).

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

A.- Revisar el reporte del operador

B.- Motor

- 1) Revisar el nivel de aceite del motor
- 2) Localizar fugas de aceite y corregir
- 3) Revisar temperatura de operación
- 4) Revisar tensión de las bandas

C.- Convertidor de par y transmisión

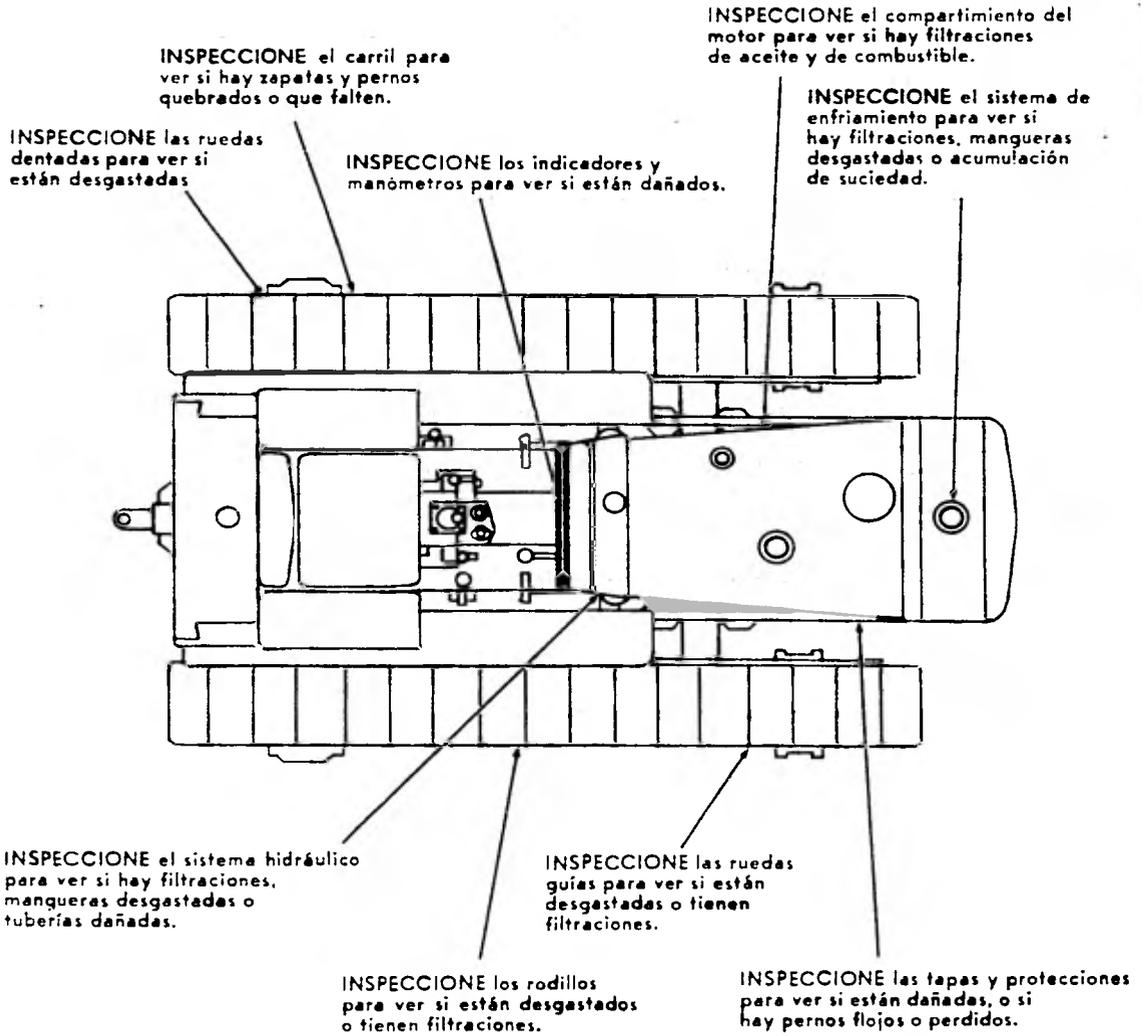
- 1) Revisar el nivel del aceite
- 2) Localizar fugas y corregirlas
- 3) Revisar temperatura y presión de operación

D.- Sistema de enfriamiento

- 1) Revisar mangueras y accesorios
- 2) Revisar nivel de agua
- 3) Revisar radiador y ventilador

INSPECCION VISUAL ALREDEDOR DE LA MAQUINA

Camine con frecuencia alrededor del tractor. Vea si hay pernos sueltos o perdidos, acumulación de suciedad o filtraciones de aceite o lubricante.



E. - Sistema de combustible

- 1) Drenar tanque de combustible
- 2) Drenar filtros
- 3) Revisar y corregir fugas en el sistema

F. - Sistema de aire

- 1) Limpiar filtro de aire
- 2) Checar abrazaderas y apretar si se requiere
- 3) Revisar fugas de aire en el sistema
- 4) Checar indicador (vacuómetro)

G. - Sistema eléctrico

- 1) Revisar nivel de agua en las baterías
- 2) Revisar el funcionamiento del generador, indicadores, luces, alumbrado, motor de arranque, etc.

H. - Sistema hidráulico

- 1) Revisar el nivel del aceite
- 2) Revisar fugas en el sistema
- 3) Checar su funcionamiento

I. - Motor auxiliar (los que traigan)

- 1) Revisar el nivel del aceite
- 2) Limpiar el purificador de aire
- 3) Checar funcionamiento

J.- Mandos finales y carriles

- 1) **Revisar el nivel del aceite**
- 2) **Revisar fugas de aceite**
- 3) **Revisar templado de las cadenas**
- 4) **Revisar muelle estabilizadora**

Además de todos los puntos anteriores se deberán lubricar y engrasar todos aquellos mecanismos que se indiquen en el manual de operación y mantenimiento de cada equipo.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 100 HORAS

A.- Revisar el reporte del operador

B.- Limpieza general de la máquina

C.- Motor

- 1) **Revisar ajuste y deflexión de bandas**
- 2) **Revisar el estado de los instrumentos de medición**
- 3) **Revisar el estado físico del enfriador del aceite**
- 4) **Revisar y apretar tornillería exterior del motor**
- 5) **Revisar el indicador del filtro de aire**
- 6) **Revisar y hacer limpieza del antefiltro de aire**
- 7) **Lavar malla y cambiar aceite en el filtro de admisión de aire de tipo húmedo**
- 8) **Sopletear filtro de aire seco**
- 9) **Limpiar colector de polvo**

- 10) Revisar y eliminar restricciones en el sistema de admisión
- 11) Limpiar el respiradero del cárter
- 12) Revisar el nivel de aceite del cárter, inspeccionar fugas de aceite y corregir
- 13) Engrasar cubo de bomba de agua
- 14) Engrasar cubo de poleas de banda
- 15) Lubricar articulaciones de aceleración y paro
- 16) Verificar trampa de agua

D.- Sistema de combustible

- 1) Revisar fugas de combustible
- 2) Revisar varillaje de aceleración
- 3) Revisar articulaciones de aceleración y palanca de paro
- 4) Revisar el funcionamiento de los inyectores
- 5) Revisar el nivel en la bomba de inyección
- 6) Drenar el tanque de combustible
- 7) Lavar cedazo de la boca del tanque de combustible
- 8) Lavar los vasos de sedimento del combustible y cambiar los filtros
- 9) Cambiar los filtros primarios y secundarios
- 10) Limpiar el vaso de sedimento y malla de la bomba de transferencia

E.- Sistema de enfriamiento

- 1) Revisar fugas de agua
- 2) Revisar mangueras del radiador
- 3) Revisar mangueras del enfriador del aceite

- 4) Revisar el termostato
- 5) Revisar el inhibidor de corrosión y anticongelante en lugares fríos
- 6) Revisar el indicador de temperatura
- 7) Revisar el funcionamiento del tapón del radiador
- 8) Engrasar la flecha de la bomba de agua
- 9) Sopletear el panel del radiador
- 10) Poner agua a nivel
- 11) Sopletear el panel del enfriador de aceite
- 12) Revisar tensión de banda del ventilador

F.- Sistema de embrague

- 1) Revisar el ajuste de embragues direccionales
- 2) Ajustar las articulaciones del embrague central
- 3) Revisar juego libre en palancas de embrague
- 4) Revisar fugas y presión de aceite en turbinas
- 5) Revisar el funcionamiento del collarín
- 6) Engrasar el balero del collarín
- 7) Engrasar articulaciones de palancas
- 8) Revisar aceite del convertidor

G.- Sistema hidráulico

- 1) Revisar succión de aire en el sistema
- 2) Revisar mangueras y conexiones
- 3) Revisar el vástago de las válvulas de control
- 4) Revisar fugas en conexiones y mangueras

- 5) Purgar el sistema
- 6) Ajustar eslabones de palancas
- 7) Revisar la presión de aceite
- 8) Revisar vástagos de cilindros y comprobar su funcionamiento
- 9) Revisar el nivel del depósito
- 10) Limpiar vástagos de cilindros
- 11) Limpiar filtro de aceite
- 12) Lubricar rótulas de cilindros

H.- Sistema de frenos

- 1) Ajustar el freno de estacionamiento
- 2) Ajustar el recorrido libre del pedal
- 3) Revisar el nivel del líquido de frenos
- 4) Revisar traba de frenos
- 5) Revisar y corregir fugas en el sistema
- 6) Lubricar articulaciones de pedales y palancas
- 7) Revisar y drenar compartimientos de cajas de mando
- 8) Revisar y tener a nivel el líquido de frenos en el depósito
- 9) Revisar y limpiar el tapón de respiradero de la bomba principal

I.- Sistema de carriles

- 1) Ajustar tensión de carriles de acuerdo a las condiciones del terreno
- 2) Revisar desgaste de roles superiores e inferiores
- 3) Revisar desgaste de carriles
- 4) Revisar desgaste de catarinas

- 5) Revisar desgaste y alineación de ruedas guías
- 6) Apretar tornillos de zapatas de carriles
- 7) Engrasar guías y catarinas, pivotes del bastidor y barras diagonales
- 8) Lubricar piñón y corona motrices
- 9) Lubricar perno maestro
- 10) Lubricar pivotes y articulaciones del cilindro
- 11) Lubricar cojinetes de frenos
- 12) Revisar el nivel de aceite en roles superiores e inferiores

J.- Sistema de transmisión

- 1) Revisar y corregir fugas de aceite
- 2) Revisar soporte y apretar tornillos
- 3) Engrasar flecha de toma de fuerza frontal
- 4) Limpiar el respiradero de transmisión
- 5) Revisar y poner a nivel de aceite la transmisión y convertidor
- 6) Lubricar baleros y crucetas de la flecha de mando
- 7) Lavar malla del filtro de enfriamiento del convertidor
- 8) Revisar el nivel de aceite de diferenciales y cubos planetarios de ejes
- 9) Lubricar juntas universales

K.- Sistema de tracción

- 1) Revisar y apretar tuercas de ruedas
- 2) Verificar presión de llantas neumáticas
- 3) Revisar desgaste de rodamientos de ruedas de compactadores

L.- Sistema de ataque

- 1) Revisar y apretar tornillos del montaje del empujador del cucharón
- 2) Revisar desgaste del faldón
- 3) Revisar desgaste de cuchillas y gavilanes
- 4) Ajustar y nivelar el escantillón del cucharón
- 5) Revisar desgaste del cucharón y escarificador
- 6) Revisar desgaste de pernos y bujes de articulación
- 7) Engrasar tensores, pernos, bujes y pivotes de cilindros hidráulicos del empujador
- 8) Engrasar pernos, bujes y cilindros hidráulicos del cucharón

M.- Sistema de dirección

- 1) Lubricar los puntos con graseras en el tren delantero y ruedas
- 2) Revisar y poner a nivel la caja de dirección
- 3) Lubricar flecha de mando del volante
- 4) Lubricar los puntos con graseras y rodamientos de ejes traseros
- 5) Lavar respiraderos

N.- Sistema eléctrico

- 1) Revisar luces y fusibles
- 2) Revisar luz de paro
- 3) Revisar terminales y limpiar bornes de batería
- 4) Revisar el electrolito de las baterías y ponerlo a nivel
- 5) Lubricar bujes de motor de arranque, alternador o generador

Ñ.- Sistema de círculo de giro y vertedor

- 1) Verificar el apriete de los tornillos de sujeción para las guías del círculo
- 2) Lubricar con diesel la parte superior de la mesa
- 3) Engrasar el borde inferior de la mesa (dientes del círculo y piñón no - deben engrasarse)

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 500 HORAS

A.- Servicio completo de 100 horas

B.- Motor

- 1) Revisar soportes
- 2) Verificar velocidad máxima y mínima
- 3) Calibrar punterías
- 4) Calibrar válvulas de admisión y de escape
- 5) Revisar la presión del aceite
- 6) Apretar los tornillos de la cabeza del motor
- 7) Revisar la compresión de los cilindros
- 8) Revisar los mecanismos de aceleración
- 9) Revisar y desmontar bandas
- 10) Ajustar las varillas del gobernador de cola
- 11) Cambiar el aceite del carter y los filtros
- 12) Cambiar el filtro de aire si es necesario

C.- Sistema de combustible

- 1) Revisar la presión de la bomba y los inyectores
- 2) Revisar la línea del combustible
- 3) Revisar el indicador
- 4) Revisar mangueras y conexiones
- 5) Limpiar la malla de la bomba de inyección
- 6) Revisar el orificio de respiración del tapón del tanque de combustible

D.- Sistema de enfriamiento

- 1) Cambiar agua al radiador
- 2) Ajustar las bandas del ventilador y verificar el estado de las mismas
- 3) Revisar el juego de la flecha de la bomba de agua (sin bandas)

E.- Sistema de encendido

- 1) Revisar y limpiar el motor de arranque
- 2) Revisar y limpiar el generador o alternador
- 3) Revisar la instalación eléctrica y corregir las fallas
- 4) Revisar el switch general de corriente
- 5) Revisar el rango de carga
- 6) Revisión de distribuidor o magneto
- 7) Revisar la sincronización de encendido

F.- Sistema de embrague

- 1) Verificar la vida útil de los discos de fricción
- 2) Verificar el balanceo del disco opresor por medio del pedal

G. - Sistema hidráulico

- 1) Revisar aparatos eléctricos indicadores
- 2) Ajustar empaques de cilindros hidráulicos
- 3) Revisar los bujes de articulación del cucharón
- 4) Revisar la presión del aceite hidráulico
- 5) Ajustar varillas y controles hidráulicos

H. - Sistema de frenos

- 1) Ajustar la válvula de seguridad del cilindro maestro
- 2) Revisar nivel del líquido, gomas, cubre-polvos, resortes, tambores y ajustar balatas

I. - Sistema de carriles

- 1) Verificar y alinear los tránsitos
- 2) Apretar la tornillería en general
- 3) Revisar el ajuste de las masas de la catarina y ruedas guías

J. - Sistema de transmisión

- 1) Revisar el juego de la palanca de cambios
- 2) Revisar tensión de la cadena motriz
- 3) Revisar válvula de desembrague
- 4) Revisar ajuste de rótulas
- 5) Revisar la presión de salida del aceite del convertidor
- 6) Limpiar respiradero de ejes de transmisión y planetarios
- 7) Revisar la presión del aceite
- 8) Ajustar el perno del tren de engranes

- 9) Revisar soportes y apretar tornillos
- 10) Revisar tolerancia entre piñón y corona motriz
- 11) Cambiar el aceite y el elemento filtrante del convertidor y transmisión
- 12) Limpiar o cambiar el filtro de succión
- 13) Reponer las graseras faltantes

K.- Sistema de ataque

- 1) Revisar las varillas y controles hidráulicos
- 2) Revisar vástagos y válvulas de control del cucharón

L.- Sistema de dirección

- 1) Ajustar mecanismos y barras de dirección traseras y delanteras
- 2) Revisar estado de los vástagos de cilindros direccionales

M.- Sistema de círculo de giro y vertedor

- 1) Verificar ajuste
- 2) Revisar desgaste de gufas y ajustar
- 3) Revisar desgaste del vertedor

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 1000 HORAS

A.- Servicio completo de 100 horas

B.- Servicio completo de 500 horas

C.- Motor

- 1) Afinar, limpiar y calibrar válvulas e inyectores

- 2) Cambiar filtros de admisión de aire
- 3) Comprobar lubricación a balancines
- 4) Lubricar flecha de tacómetro

D. - Sistema de combustible

- 1) Desmontar bomba e inyectores y mandarlos a verificar y dosificar
- 2) Lavar el tanque de combustible
- 3) Revisar el carburador
- 4) Revisar la bomba de gasolina

E. - Sistema de enfriamiento

- 1) Revisar bomba de agua y cubo del ventilador
- 2) Revisar la presencia de burbujas o manchas de aceite en el radiador
- 3) Comprobar la fluidez del agua en el radiador y sondear de ser necesario
- 4) Revisar mangueras y termostato
- 5) Cambiar anticorrosivo
- 6) Engrasar el cubo del ventilador

F. - Sistema de embrague

- 1) Revisar embrague, collarín y porta collarín
- 2) Verificar la presión de trabajo del convertidor
- 3) Verificar el indicador de temperatura del convertidor

G. - Sistema hidráulico

- 1) Revisar y apretar los sellos de los cilindros
- 2) Comprobar la presión de la bomba y del sistema
- 3) Revisar el desgaste de los vástagos

H.- Sistema de carriles

- 1) Revisar bujes y pernos de eslabones y cadena

I.- Sistema de transmisión

- 1) Revisar crucetas y apretar tornillos de bridas
- 2) Revisar baleros y sellos
- 3) Revisar presión de aceite
- 4) Revisar presiones de convertidor transmisión o reductor de par
- 5) Revisar las juntas universales
- 6) Drenar y lavar depósitos de transmisión y convertidor. Poner aceite a nivel
- 7) Lavar malla del filtro y cambiar elementos filtrantes
- 8) Cambiar aceite de cubos planetarios de ejes traseros y delanteros
- 9) Cambiar aceite de los diferenciales de ejes traseros y delanteros

J.- Sistema de tracción

- 1) Revisar los sistemas planetarios de las ruedas
- 2) Revisar desgaste anormal de llantas

K.- Sistema de ataque

- 1) Revisar y ajustar el movimiento lateral del cucharón

L.- Sistema de dirección y eje delantero

- 1) Ajustar la rótula del cilindro de dirección
- 2) Apretar tornillos y verificar desgaste de bujes y pernos

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 2000 HORAS

A.- Servicio completo de 100 horas

B.- Servicio completo de 500 horas

C.- Servicio completo de 1000 horas

D.- Motor

- 1) Apretar tomillería en general
- 2) Apretar cabezas del motor
- 3) Verificar el juego longitudinal del cigueñal

E.- Sistema eléctrico

- 1) Revisar todo el sistema y cambiar partes malas

F.- Sistema de enfriamiento

- 1) Sondear y limpiar el radiador
- 2) Sondear y limpiar el enfriador de aceite del motor
- 3) Cambiar el repuesto de la bomba de agua

G.- Sistema de embrague

- 1) Desamar y revisar el convertidor para ajustar y cambiar las partes necesarias.

H.- Sistema hidráulico

- 1) Desamar y revisar la bomba hidráulica, ajustar y cambiar las partes necesarias

- 2) Desarmar y revisar los cilindros y cambiar las partes defectuosas
- 3) Desarmar y revisar el motor hidráulico y cambiar las partes necesarias
- 4) Revisar las válvulas de retención y cambiar las partes dañadas
- 5) Cambiar el aceite y los elementos filtrantes

I.- Sistema de transmisión

- 1) Desarmar y revisar la caja de velocidades, reductor y mando final
- 2) Desarmar juntas universales para revisión y cambiar partes necesarias

J.- Sistema de dirección y eje delantero

- 1) Reparación general del tren delantero de ser necesario
- 2) Desarmar y revisar la caja de la dirección y cambiar las partes necesarias

K.- Sistema de círculo de giro y vertedor

- 1) Cambiar bujes de los yugos y soportes del círculo
- 2) Verificar el ajuste de las chumaceras y perno balancín o silleta
- 3) Desarmar y verificar la caja del mecanismo de giro del círculo

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo resulta tan interesante o más que el preventivo, ya que se lleva a cabo con una tecnología más desarrollada. La característica principal de este tipo de mantenimiento es que es teórico, es decir, que la planeación del mantenimiento es más una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda.

Este tipo de mantenimiento se basa en el análisis estadístico de vidas útiles, - de piezas y conjuntos; en el análisis físico de piezas de desgaste y en el análisis de laboratorio y diagnóstico de campo.

Con este tipo de mantenimiento es posible programar el mantenimiento preventivo, el pronóstico de cambios y reposiciones, y obtener datos para el reemplazo económico de las unidades. Lo que significa que de aplicarse adecuadamente - el mantenimiento predictivo, se eliminan los siguientes problemas:

- a) Sustituir en forma rutinaria partes costosas, sólo para asegurar el funcionamiento del equipo; sin que se tome en cuenta si amerita o no el cambio.
- b) Adivinar el tiempo que les queda de vida ⁴ rodamientos, aislamientos, engranes, motores, transmisiones, etc.
- c) Suspender el servicio fuera de programa por fallas imprevistas

MÉTODOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Análisis estadístico.- Consiste en recopilar toda la información posible sobre - el equipo y las instalaciones que vamos a proteger; posteriormente con el dato - proporcionado por los fabricantes de las horas promedio de vida de los diferentes sistemas y subsistemas de la máquina, se elabora un programa de reparación o - cambio de conjunto como parte del mantenimiento preventivo. Pero no existe la seguridad de que esta reparación o reemplazo sea necesaria en ese tiempo para - cada máquina; es decir no sabemos el desgaste interno de sus piezas; posterior - mente veremos que ya existe un sistema de análisis de laboratorio el cual nos - ayuda a formar la estadística y probabilidades de desgaste, y así establecer las

vidas útiles promedio reales de piezas y conjuntos, lo que nos ayudará a predecir el tiempo exacto de reemplazo o reparación.

Análisis físico.- Este análisis nos ayuda a controlar la velocidad de desgaste de piezas y conjuntos mediante la medición directa de los mismos, y así poder pronosticar su durabilidad.

Análisis de laboratorio y diagnóstico de campo.- Este tipo de análisis nos ayuda a conocer el estado real del equipo y sus componentes en la misma obra. El equipo para este análisis está compuesto por una serie de aparatos montados sobre una camioneta con la que se va al lugar donde se encuentra trabajando la maquinaria y ahí se le analizan sus presiones, temperaturas y otros factores que indican el estado general de la máquina. También se analiza una muestra del lubricante de las máquinas, con el fin de prever y minimizar las fallas de motores, transmisiones y mandos finales. Las ventajas que se obtienen con el muestreo periódico del lubricante son las siguientes:

- a) Al obtener datos más exactos sobre la condición del equipo se podrá decir si deben comenzar una nueva obra con las máquinas en el estado en que se encuentran.
- b) Advierte cualquier deficiencia en el mantenimiento. Es decir se puede estar cometiendo algún error en lo que se refiere a la periodicidad de los cambios y el tipo de lubricante a usar.
- c) Eleva la vida útil de los componentes, ya que se pueden percibir los primeros indicios de desgaste excesivo. De manera que se pueda programar un cambio inmediatamente y evitar paros en el servicio de la máquina; en caso

contrario, aunque el análisis estadístico nos indique que ya es tiempo de -
reparación y el análisis de muestreo no detecta desgastes de consideración,
entonces el componente puede seguir funcionando.

d) Se pueden planear los períodos de inactividad basados en los datos de la ta
sa de desgaste, con las siguientes ventajas:

- Mayor disponibilidad de las máquinas
- Los costos de operación se mantienen bajos debido a que se pueden ha-
cer las reparaciones antes de que existan serios desperfectos.

Cada pieza móvil de una máquina tiene un índice normal de desgaste, a medida -
que se desgastan sus componentes, las partículas microscópicas de metal que no
retienen los filtros se mezclan con el lubricante. La medición de la cantidad re-
lativa de estas partículas microscópicas revela el índice de desgaste de la má -
quina. La cantidad relativa de estas partículas provenientes del desgaste es po-
sible medirlas mediante un espectrofotómetro de absorción atómica, el cual se ba
sa en el principio de que los átomos de cada elemento absorben luz tan solo de -
una longitud de onda específica. El instrumento se regula para que emita y detec-
te luz de la longitud de onda de cada uno de los cinco elementos que se estudian;
aluminio, cobre, cromo, hierro y silicio.

El funcionamiento del espectrofotómetro de absorción atómica es muy simple, cons-
ta de un quemador entre la fuente de luz y el dispositivo detector; mediante un tu-
bo de vidrio se somete a la muestra a la acción de la llama y se produce la sepa-
ración de los átomos. Los átomos libres pasan al rayo de luz, y entonces se mi-
de la luz que absorben. La cantidad de luz que absorben es proporcional al núme

ro de átomos en la llama, y esto depende a su vez de la cantidad de cada uno -
de los elementos en la muestra del lubricante.

El hierro generalmente revela desgaste en la bomba del lubricante, en el cigue -
ñal y en las camisas de los cilindros.

El cromo muestra desgaste de los anillos, de los pistones, de los cojinetes y en
algunos motores de los vástagos de las válvulas.

El aluminio indica desgaste de los pistones o de los cojinetes.

El cobre indica el desgaste de los cojinetes de empuje, la entrada del agua de -
los enfriadores, el desgaste de la transmisión y de los discos de la dirección.

El silicio evalúa la entrada de tierra.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este es el mantenimiento realizado después de que ocurre la falla, ya sea por -
síntomas claros y avanzados o por falla total. Es el mantenimiento fuera de pro_
grama y origina cargas de trabajo incontrolables que causan actividad intensa y
lapsos sin trabajo; su ejecución inmediata es imperativa, es decir nos obliga al
pago de horas extras, se interrumpe el servicio y la producción, hay necesidad
de comprar todos los materiales en un momento dado. En resumen son las conse_
cuencias lógicas cuando se sufre un accidente inesperado.

Esta forma de aplicar el mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las cau -

sas que provocaron la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural, etc. Como con secuencia son muchos los aspectos negativos que trae consigo este sistema y solo debe aplicarse como emergencia.

No obstante la impredecibilidad de este mantenimiento, es posible elaborar programas tentativos de reparaciones mayores, apoyándose en los análisis estadísticos, físicos y de laboratorio, con lo que se elaborarán programas de reparaciones por cada máquina que cubran cuando menos períodos de un año de trabajo, o a la duración de la obra cuando fuera por menos tiempo.

Dentro del programa de mantenimiento correctivo podemos diferenciar el mantenimiento correctivo menor que se efectúa en la misma obra y el mantenimiento correctivo mayor que se efectúa en un taller central.

La diferencia entre mantenimiento correctivo mayor y menor, es un problema de unificación de criterios, ya que se necesita definir claramente los conceptos que abarca uno y otro mantenimiento en función del número y tipo de vehículos que integren la plantilla, así como las políticas de la empresa y la localización de la obra con respecto al taller central.

Para el mantenimiento correctivo menor se cuenta con apoyos como el taller móvil, que es un camión de plataforma equipado y con espacio suficiente para poder efectuar reparaciones sobre el mismo camión y en el sitio en que se encuentre la máquina. El equipo necesario para este tipo de vehículos es el siguiente:

- a) Planta generadora de energía eléctrica
- b) Planta soldadora
- c) Equipo de soldadura autógena
- d) Compresor de aire y tanque cilíndrico de almacenamiento
- e) Extensión para corriente eléctrica de 15 metros
- f) Manguera para aire a presión
- g) Esmeril portátil
- h) Taladro portátil
- i) Tomillo de banco
- j) Banco de trabajo
- k) Prensa hidráulica portátil
- l) Cautín eléctrico
- m) Garrucha
- n) Tripié para garrucha
- ñ) Cadena de uso general
- o) Soportes para ruedas
- p) Probador de armaduras de marchas y alternadores
- q) Voltamperímetro
- r) Probador de sistemas hidráulicos
- s) Probador de inyectores
- t) Probador de limpiador de bujías
- u) Gato hidráulico
- v) Herramienta varia
- w) Escantillón para alineación de ruedas

HERRAMIENTAS PARA MECANICO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE CAMPO

Desarmadores planos: 1/4" x 3"; 1/4" x 4"; 1/4" x 6"; 5/16" x 5"; 5/16" x 6";
3/8" x 8"; 3/8" x 10"; 3/8" x 12"; 1/4" x 9"; 5/16" x 10"

Desarmadores Phillips: 1/4" x 4"; 3/16" x 4"; 1/4" x 5"; 5/16" x 6"; 3/8" x 8";
5/16" x 10"

Pinzas de caimán o chofer: 8" y 10"

Pinzas para electricista de 6" y 8"

Pinzas de corte diagonal de 7"

Pinzas de punta de 6"

Pinzas de presión de quijetas rectas de 10"

Pinzas para seguros de expansión de 8"

Pinzas para seguros de presión de 12"

Llaves españolas desde 3/16" hasta 1 1/4"

Llaves milimétricas españolas 9 a 27 mm.

Llaves de estrías desde 3/8" hasta 1 1/2"

Llaves combinadas o mixtas (española - estrías) de 1/4" a 1 3/8"

Llaves milimétricas mixtas de 9 a 27 mm.

Dados de estrías con entrada cuadrada de 1/2" desde 1/4" hasta 1"

Dados especiales con junta universal y entrada cuadrada de 1/2" desde 1/2 a -
3/4"

Dados para bujías con entrada cuadrada de 1/2" de 5/8" y 13/16"

Dados de estrías milimétricos con entrada de 1/2" de 10 mm. hasta 27 mm.

Maneral matraca con acoplamiento cuadrado de 1/2"

Maneral de fuerza con acoplamiento cuadrado de 1/2" y 18 1/2" de largo

Berbiquí con acoplamiento cuadrado de 1/2" y 15" de largo

Extensión con acoplamiento cuadrado de 1/2" y 5" de largo

Extensión con acoplamiento cuadrado de 1/2" y 10" de largo

Junta universal con acoplamiento de 1/2"

Adaptador de 3/8" a 1/2"

Dados de estrías con entrada cuadrada de 3/8" desde 7/16" hasta 3/4"

Extensión con acoplamiento cuadrado de 3/8" y 3 1/2" de largo

Extensión con acoplamiento cuadrado de 3/8" y 7 1/2" de largo

Berbiquí con acoplamiento cuadrado de 3/8" y 15" de largo

Junta universal con acoplamiento de 3/8"

Dados de estrías con entrada cuadrada de 3/4" desde 3/4" hasta 2 1/4"

Maneral matraca con acoplamiento cuadrado de 3/4"

Maneral de fuerza con acoplamiento cuadrado de 3/4" y 20" de largo

Berbiquí con acoplamiento cuadrado de 3/4" y 15" de largo

Extensión con acoplamiento cuadrado de 3/4" y 8" de largo

Extensión con acoplamiento cuadrado de 3/4" y 16" de largo

Junta universal de 3/4"

Adaptador de 1/2" a 3/4"

Llave de torsión (torquímetro) de 10 a 150 lb/pie

Llaves perico de 6", 12", 24"

Llaves Stillson de 8", 10", 14", 18" y 24"

Llaves Allen de 1/16" a 1"

Llave universal para filtros de aceite

Llaves para tapón de cartes cuadradas de 5/16", 3/8" y 9/16"

Extractores para tornillos rotos de 3/16" a 1"

Extractor para engranes y poleas de 3 patas y diámetro máximo de 6"

Extractor excéntrico para birlos de 1/4" a 3/4"

Extractor universal para tambores de frenos de diámetro máximo de 7 1/2"

Machuelos de rosca fina de 3/16" a 1"

Machuelos de rosca estandar de 3/16" a 1"

Maneral para machuelos de 3/16" a 1"

Limas planas (bastarda, media musa y musa) de 6", 8", 10" y 12"

Limatones (bastarda, media musa y musa) de 6", 8", 10" y 12"

Limas triangulares (bastarda, media musa y musa) de 6" y 8"

Limatón bastardo redondo de 3/8" de diámetro y 6"

Cinceles o corta frio de 5/16", 3/8", 1/2", 3/4", por 6" de largo

Punzón de centro de 7/16" ϕ

Punzón de gufa de 3/8" ϕ

Martillo de bocas de plástico de 3/4 lb.

Martillo de bola de 1 lb.

Martillo de bola de 2 lb.

Marro de 8 Lb.

Sacabocados de 1/4" a 5/8"

Tijeras de corte para lámina de 12"

Cepillo de alambre reforzado con mango

Opresor de anillos de 3 1/2" a 7"

Arco para segueta de 8" a 12"

Avellanador para tubos de cobre de 3/16" a 1"

Aceitera flexible de 0.750 lts.

Conexión para pasar corriente a baterías de 15 mts.

Goma (chupón) para asentar válvulas de 13/16"

Calibrador de 25 hojas para platinos de 0.001" a 0.045"

Pinzas para calibrar bujías

Compresómetro con adaptador para 14 mm. y 18 mm.

Manómetro para el sistema hidráulico de 10 a 10,000 PSIA

Vacuómetro probador de bombas de gasolina

Densímetro con termómetro

Probador de generadores, alternadores y reguladores

Médir de presión para llantas de 10 a 150 lb/pulg²

Multiprobador con tacómetro, probador de platinos (ángulo de reposo), voltímetro y amperímetro

Calibrador pie de rey

Flexómetro de 3 mts.

Lámpara estroboscópica (de tiempo) de 6, 12 y 24 volts.

Compás de puntas de 3" a 12"

Compás de interiores de 3" a 12"

Compás de exteriores de 3" a 12"

Cama para mecánico

Gato hidráulico vertical de 8 ton.

Gato de escalera de 15 ton.

MANTENIMIENTO POR CONJUNTOS O COMPONENTES

Es una variante del mantenimiento correctivo en cuanto a que sustituye a una parte o a un todo de un conjunto en mal estado, o bien una variante del mantenimiento preventivo en lo que se refiere a evitar mediante la sustitución de un componente reparado o nuevo a tiempos predeterminados o planeados, para evitar que el componente original sea severamente dañado o inutilizado por el uso excesivo.

Este tipo de mantenimiento es el verdadero mantenimiento planeado o programado, cuando se cuenta con flotillas de maquinaria del mismo tipo y marca; debe coordinarse con un buen manejo de partes y reparaciones en taller.

Tiene además la ventaja de que pueden hacerse las reparaciones fuera de la obra y con mucha mayor anticipación. Igualmente permite hacer pedidos de partes anticipadamente y a máquina abierta, lo cual se traduce en economía y eficiencia.

Dentro de este tipo de mantenimiento los componentes que tienen mayor movimiento son:

Motores diesel

Transmisiones hidráulicas (automáticas y semi-automáticas)

Embragues de dirección

Motores de arranque

Alternadores y generadores, etc.

RECURSOS COMPLEMENTARIOS

La correcta aplicación del mantenimiento depende entre otras cosas del conocimiento e interpretación de manuales, cuadros de lubricación y cartas de servicio; lo cual hace necesario que el personal dedicado a esas actividades tenga la preparación adecuada para poder comprenderlos y efectuarlos.

Los recursos externos que se encuentran a disposición de usuarios de equipo, son proporcionados generalmente por los distribuidores de maquinaria como los siguientes:

- a) Catálogos de partes.- Este es un cuaderno o folleto en el que se nos indica el desglose de las diferentes piezas de la máquina; identificadas por el número de referencia correspondiente con un nombre de las piezas y el número de parte con que deberá ser pedida al fabricante.
- b) Manual de operación y mantenimiento.- Esta literatura tiene como objetivo primordial indicarnos por parte del fabricante la forma ideal en que el equipo debe ser operado; aquí se encuentran las recomendaciones prácticas para el operador y además la recomendación tanto del tipo y la periodicidad del cambio de aceite y filtro de los sistemas.
- c) Manual de Taller.- Esta información importantísima debe ser adquirida siempre que sea posible, dando que se nos indican las secuencias o bases en que deben realizarse ajustes de mecanismos y hasta ajustes mayores de motor y los demás conjuntos de la máquina; no sólo la manera práctica en la herramienta adecuada es lo importante, sino también se nos indican las ca -

libraciones o tolerancias necesarias para realizar tales mantenimientos.

- d) Instrucción a los operadores.- Los operadores son elementos básicos para el usuario y debe aprovechar los recursos de los distribuidores, ya que estos ofrecen cursos intensivos periódicamente para los operadores, o bien en el momento de adquisición de un equipo se pueden solicitar cursos especiales para operadores y mecánicos en la misma obra del comprador.
- e) Instrucción de mecánicos.- Paralelamente a los programas de entrenamiento de operadores, pero en un plan superior deberá programarse la instrucción y preparación de personal mecánico en todos los niveles, ya que la maquinaria de construcción está sufriendo constantes modificaciones e innovaciones tecnológicas.

CONTROL DEL MANTENIMIENTO

El control del mantenimiento que se efectúa a la maquinaria y equipo de construcción, tiene tanta o más importancia que el mismo mantenimiento, ya que tiene como objetivo, optimizar los recursos utilizados para llevar a cabo la función propia de mantenimiento; es decir, que dichos recursos no sean malgastados, teniendo en cuenta que se puede estar gastando por arriba o por debajo del nivel óptimo.

Las formas más comúnmente usadas para controlar el mantenimiento son:

- a) Reporte del operador.- Este reporte realizado diariamente debe incluir las horas trabajadas, los tiempos perdidos, indicando sus causas; fallas presentadas, trabajo realizado, y el frente de trabajo en que está operando el

equipo, indicándose el comportamiento de la máquina ante la diversidad de materiales que puedan hallarse. Este reporte del operador a menudo se pasa por alto no tanto en el hecho de que éste sea llenado, sino en que alguna observación que se esté haciendo no se le dé la atención que merezca y entonces pierde su valor como detector de los problemas del equipo; ya que el operador es quien está en contacto directo con la máquina y puede escuchar ruidos anormales que deben ser analizados cuidadosamente por el departamento de mantenimiento y en caso necesario, corregir el mal; sin embargo se debe tomar con reservas el diagnóstico de los operadores, porque no siempre conocen lo suficiente sobre la construcción y el funcionamiento del equipo que manejan.

- b) **Reporte de personal de mantenimiento.-** Este reporte incluye el programa de servicio semanal, es decir, el programa en el que van fijadas las fechas o tiempos previstos de iniciación y terminación de actividades de trabajo.
- c) **Reporte diario de trabajo del personal mecánico.-** Indica los tiempos normales o tiempos extras dedicados a una o varias máquinas durante el día.
- d) **Reporte de consumo del personal de mantenimiento.-** Es la información que controla el personal de mantenimiento y que tiene que ver con lubricantes, combustibles, filtros, partes de desgaste, refacciones, etc. indicando la máquina que haya consumido éstos.
- e) **Bitácoras.-** Es un libro de registro que se lleva por cada máquina, en el cual se especifican las características de la máquina, como: número económico, la marca, el modelo, el tipo, la serie, la capacidad, la velocidad del motor en RPM, el peso de la unidad, los aditamentos y las dimensiones; - -

además se lleva el control de los servicios realizados, así como la lectura diaria del horómetro, indicando las horas totales trabajadas por turno y los tiempos perdidos, ya sean ociosos o por reparación. El objetivo de las bitácoras, es que al llevar un registro de todos los trabajos de mantenimiento se facilita la localización de los puntos débiles del equipo, o sea aquellos que mayor número de fallas presenten y que posiblemente ameriten un estudio de ingeniería para modificar su diseño; también nos da la eficiencia de la mano de obra y calidad, así como los materiales empleados.

MÉTODOS DE EVALUACION DEL MANTENIMIENTO

Un sistema de mantenimiento no está completo si no comprende un método para su evaluación; existen métodos empíricos y métodos racionales para la evaluación de un sistema; los primeros se basan en la observación del objetivo inmediato y los segundos en el objetivo básico.

Los métodos empíricos son recomendables, pues en estos lo más importante es revisar periódicamente el trabajo de mantenimiento para determinar el tiempo muerto del equipo, comparándolo con el tiempo de utilización en ese período. Se puede agregar el costo de la mano de obra, el costo de materiales, el costo del tiempo muerto del personal de mantenimiento, los costos de trabajos de emergencias (tiempo extra). La técnica más eficaz para aplicar los métodos empíricos consiste en llevar el registro de lo indicado anteriormente en forma gráfica, las cuales permiten observar las tendencias y proporcionan información valiosa para la toma de decisiones. La evaluación del sistema se hace por comparación tomando como patrón determinado período pasado y compararlo con los períodos sucesivos.

El método racional, más comúnmente llamado de índices nos permite hacer evaluaciones en función de parámetros conocidos.

- a) Eficiencia administrativa de mantenimiento.- Este índice nos detecta la cantidad de tiempo extra que estamos empleando en el mantenimiento.

$$EAM = \frac{\text{Horas hombre extra}}{\text{Horas hombre total}} \times 100$$

- b) Cobertura de mantenimiento preventivo.- Nos informa el tiempo llevado en realizar el mantenimiento preventivo con las horas de producción del equipo.

$$CMP = \frac{\text{Horas empleadas en mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de trabajo de la máquina}} \times 100$$

- c) Efectividad de Mantenimiento.- Refleja la cantidad de tiempo invertido en emergencias, en relación con el total de mantenimiento programado.

$$EM = \frac{\text{Horas hombre en mantenimiento correctivo}}{\text{Horas hombre en mantenimiento preventivo}} \times 100$$

- d) Costo de mantenimiento correctivo.- Aquí se observa lo que cuestan las emergencias en relación con el costo de mantenimiento.

$$CMC = \frac{\text{Costo de mantenimiento correctivo}}{\text{Costo total de mantenimiento (Predictivo + Preventivo + Correctivo)}} \times 100$$

- e) Costo total de mantenimiento.- Este índice es indispensable para efectos de determinar el tiempo de reposición del equipo.

$$CTM = \frac{\text{Costo de mantenimiento del equipo}}{\text{Costo de reposición del equipo}} \times 100$$

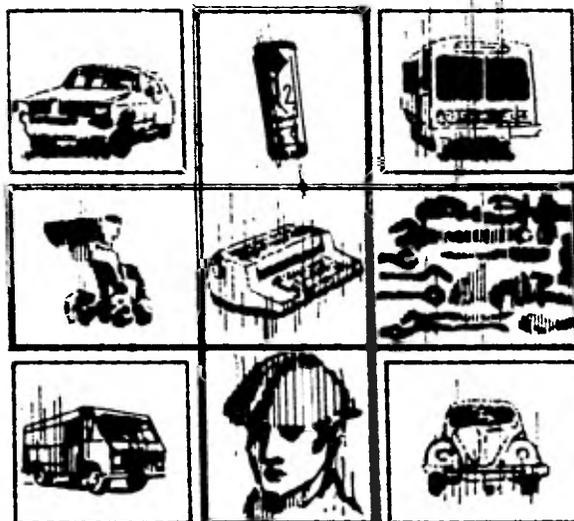
- f) Coeficiente de disponibilidad.- Nos indica la efectividad del mantenimiento

en general.

$$CD = \frac{\text{Tiempo total disponible real (horas)}}{\text{Tiempo máximo que es posible utilizar el equipo}} \times 100$$

CAPITULO _____ 5

distribución
de planta
y equipamiento
de taller.



Las unidades representan para el Taller de Maquinaria una demanda de servicios además de continúa, creciente debido a las diferentes operaciones de mantenimiento que requieren para su buen servicio.

Lo anterior nos lleva al desarrollo de un proyecto de taller con la capacidad para satisfacer dichas demandas y que pueda servir como prototipo para la construcción de estos talleres.

Para esto se consideran los siguientes puntos:

- a) Superficie
- b) Potencial de servicio
- c) Tipo de construcción
- d) Distribución de planta
- e) Proyección de las necesidades a futuro.

La superficie necesaria para el Parque de Maquinaria, será dada por la cantidad de maquinaria adscrita.

Partiendo de una área capaz de contener la maquinaria más grande, así como los implementos y herramientas requeridas para el montaje o desmontaje de sus diferentes partes y mecanismos, podemos obtener la flexibilidad necesaria para atender tanto a vehículos como a maquinaria. Esta área se fija en un espacio de 10x5 metros, 50 M² como mínimo y nos ofrece la base del cálculo del área total para el parque de maquinaria.

Obteniendo el tiempo promedio anual de permanencia de una máquina en el taller,

podemos determinar, de acuerdo a las máquinas adscritas, la cantidad de unidades de área necesarios para la plantilla.

Además de los lugares requeridos para la atención de máquina se consideran - - aquellos destinados a circulación, maniobras, estacionamientos y servicios.

Las consideraciones anteriores nos llevan a determinar tres tipos de talleres de acuerdo al tamaño de la plantilla.

"A" Con un mínimo de 7500 mts. cuadrados y 28 unidades de área

"B" Con un mínimo de 5650 mts. cuadrados y 22 unidades de área

"C" Con un mínimo de 4200 mts. cuadrados y 16 unidades de área

Para la obtención de los tipos "A", "B" y "C", fueron tomados en cuenta los siguientes aspectos:

- 1.- Area de reparación de vehículos y maquinaria
- 2.- Area de circulación y maniobras
- 3.- Area de estacionamientos
- 4.- Area de oficina y servicios
- 5.- Areas verdes

Lo anterior expuesto, cubre los aspectos de superficie y potencial de servicio que han sido evaluados.

La proyección de las necesidades a futuro, el crecimiento anual promedio nos permite saber los incrementos de demanda de servicios.

Los datos anteriores, también nos permiten saber que si no se prevee un creci -

miento armónico planeado, la inversión hecha en un taller, puede resultar improductiva por falta de capacidad. Por ésto, se propone el "Diseño de Molino" que prevee el crecimiento de la planilla y el crecimiento del taller conforme se requiere ampliar la capacidad.

Es de vital importancia considerar desde un principio una superficie capaz de alojar un taller con la suficiente capacidad para atender las necesidades actuales y que a la vez puede ampliar su capacidad.

La inversión adicional inicial, solo estará dada en el tamaño del terreno, pero amortizará al paso del tiempo conforme se requiere prestar mayor cantidad de servicios.

Estos terrenos deberán apegarse lo más posible a las siguientes dimensiones:

Taller tipo "A" 179 m. x 179 m.	31 000 m ²
Taller tipo "B" 159 m. x 159 m.	25 000 m ²
Taller tipo "C" 129 m. x 129 m.	16,600 m ²

Las ventajas del taller de molino serían:

- Flexibilidad de las instalaciones
- Areas mínimas de recorrido
- Centralización de las áreas de servicio
- Areas mínimas de superficie considerando tamaño de nave y tipo de servicio a prestar
- Posibilidad de ampliación de naves aún estando al máximo de capacidad calculada.

Como se observa, la planeación, no es a largo plazo, si consideramos la inversión y la rentabilidad que podemos obtener, al plantear la construcción de los talleres, apegándose al "Diseño de Molino".

ASPECTOS TOMADOS PARA LA OBTENCION DE LOS TALLERES

- 1.- El área de reparación de vehículos y maquinaria.- Comprende el número de lugares mínimos del taller más una área constante, que se integra de la siguiente forma:

Lugar para la sección de pintura

Lugar para la sección de lavado y engrase

Lugar para la sección de soldadura

Lugar para la sección de herrería

Considerando que la demanda del centro o taller está integrada por operaciones a vehículos y a maquinaria, en promedio de 70% y 30% aproximadamente, se destina un porcentaje semejante de los lugares requeridos por cada taller tipo.

- 2.- Areas de circulación y maniobras.- Como lo indica su nombre, esta área está destinada para el libre acceso al área de reparación de vehículos y maquinaria, así como facilitar maniobras de las unidades dentro del taller. Se considera, que tomando una área similar a la de reparación de vehículos y maquinaria, se satisfacen ampliamente los requisitos mencionados.

- 3.- Area de estacionamiento.- Para el cálculo de esta área, se toma el 50% del

área de reparación de vehículos y maquinaria; siendo esta área suficiente - para vehículos terminados y posibles unidades en espera de atención.

4.- Area de oficinas y servicios.- Esta área fue determinada tomando los si - guientes lineamientos:

Oficinas Generales: $9M^2$ por la primera persona y $4.5M^2$ por cada persona adicional.

Servicios sanitarios: depende de la cantidad de personal por taller tipo, de be contener:

Regaderas

Lavabos

Mingitorios

Tazas

Lockers

Vestidores

5.- Areas verdes.- Esta área incluye zonas verdes, así como espacios para ing - talaciones deportivas; que podría ser una área similar a la de vehículos o - de taller.

CALCULO DE UN TALLER TIPO

Para realizar el cálculo del área total, partimos del espacio necesario para la re - paración de vehículos y maquinaria, ya que esta área está en relación directa - con el número de unidades.

La superficie necesaria para atender un vehículo es de $50M^2$ (5 x 10), incluyen -

do área de trabajo, pasillos y espacio para equipo y herramientas de trabajo. El espacio necesario para una máquina, se satisface con $69M^2$ (6 x 11.5), incluyendo áreas de trabajo, pasillos y espacio para equipo y herramienta de trabajo.

Esta superficie se considera en base a las dimensiones de las máquinas grandes de nuestra flotilla.

Área de reparación de vehículos y maquinaria.

- 1.- Mantenimiento preventivo
- 2.- Afinación
- 3.- Electricidad
- 4.- Frenos
- 5.- Ajustes y rectificaciones
- 6.- Llantas
- 7.- Transmisión
- 8.- Dirección y suspensión
- 9.- Balanceo y alineación.

TALLER TIPO "A"

Área de trabajo para vehículos $50M^2$

Área de trabajo para maquinaria $69M^2$

Lugares para vehículos 14

Lugares para maquinaria 6

Área de Reparación de vehículos y maquinaria

Vehículos $14 \times 50 = 700M^2$

Maquinaria $6 \times 69 = 414M^2$

Total: $1,114M^2$

Area constante del taller:

Pintura $1 \times 50 = 50M^2$ $1 \times 69M^2$

Lavado y engrasado $1 \times 69M^2$

Hojalatería $1 \times 50 = 50M^2$

Herrería $1 \times 50 = 50M^2$

Soldadura $1 \times 50 = 50M^2$

Total: $338M^2$

Area mínima para satisfacer su demanda.

1.- Area de reparación de vehículos y maquinaria	$1,114M^2$
2.- Area constante	$338M^2$
3.- Area de recepción	$50M^2$
4.- Area de bodega de refacciones	$144M^2$
5.- Area de bodega de herramientas	$100M^2$
6.- Area de bodega de lubricantes	$12M^2$
7.- Area de máquinas y herramientas	$50M^2$
8.- Area de lavado de piezas	$8M^2$
9.- Area de cuarto de máquinas	$12M^2$
10.- Area de oficina y juntas	$201M^2$
11.- Area de maniobras y circulación	$1,114M^2$
12.- Area de servicio (baños)	$50M^2$
13.- Area de estacionamiento	$557M^2$
Area total:	$7,500M^2$

TALLER TIPO "B"

Lugares para vehículos 10

Lugares para maquinaria 4

Area mínima para satisfacer su demanda:

1.- Area de reparación de vehículos y maquinaria	776M ²
2.- Area constante	338M ²
3.- Area de recepción	50M ²
4.- Area de bodega de refacciones	100M ²
5.- Area de bodega de herramientas	100M ²
6.- Area de bodega de lubricación	12M ²
7.- Area de maquinaria y herramientas	50M ²
8.- Area lavado de piezas	8M ²
9.- Area cuarto de máquinas	12M ²
10.- Area de Oficinas y juntas	144M ²
11.- Area de servicio (baños)	50M ²
12.- Area maniobras y circulación	776M ²
13.- Area de estacionamiento	338M ²
14.- Areas verdes y futuras ampliaciones	2896M ²
Area total:	5650M ²

TALLER TIPO "C"

Lugares de vehículos 6

Lugares de maquinaria 3

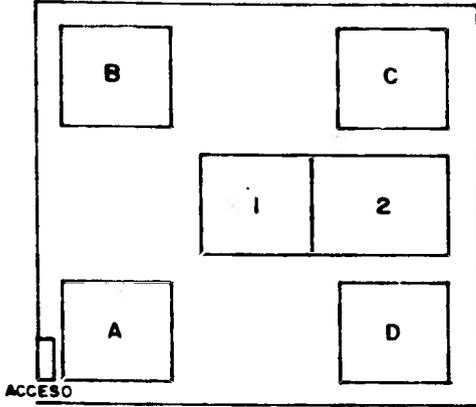
Area mínima para satisfacer su demanda:

1.- Area de reparación	507M ²
2.- Area de constante	338M ²
3.- Area de recepción	50M ²
4.- Area bodega de refacciones	70M ²
5.- Area bodega de herramientas	100M ²
6.- Area bodega de lubricantes	12M ²
7.- Area de máquinas y herramientas	50M ²
8.- Area de lavado de piezas	8M ²
9.- Area de cuerto de máquinas	12M ²
10.- Area de oficinas y juntas	147M ²
11.- Area de servicio (baños)	50M ²
12.- Area de maniobras y circulación	507M ²
13.- Area de estacionamiento	254M ²
14.- Areas verdes y futuras ampliaciones	2,105M ²
Area total:	4,200M ²

En las siguientes figuras se ejemplifica la distribución de planta de un taller - tipo "Molino" con la integración de nuevos módulos a futuro.

AMPLIACIONES DE UN TALLER TIPO "MOLINO"

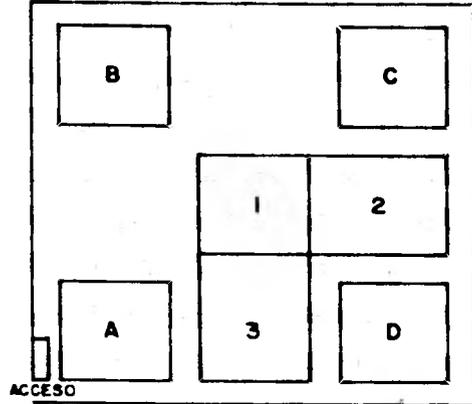
ESQUEMA I



A,B,C,D
ESTACIONAMIENTO

1=OFICINAS
2=MODULO DE TALLER

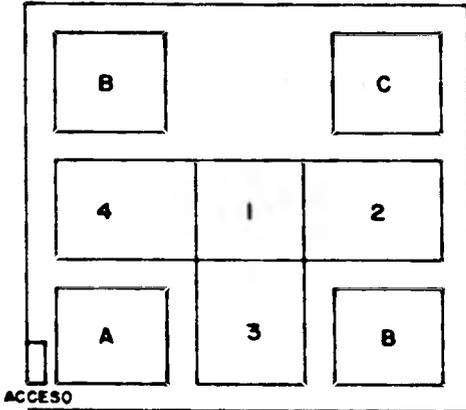
ESQUEMA II



A,B,C,D
ESTACIONAMIENTO

1=OFICINAS
2=MODULO DE TALLER
3=MODULO DE TALLER

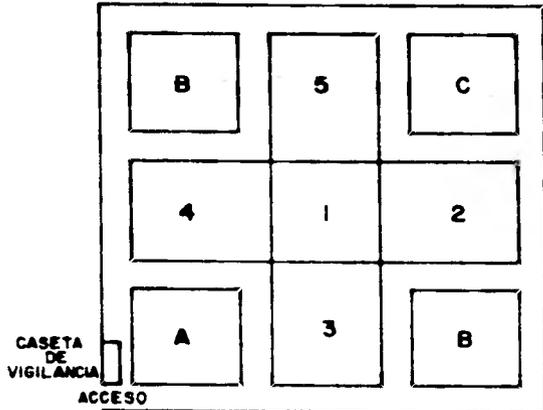
ESQUEMA III



A,B,C,D
ESTACIONAMIENTO

1=OFICINAS
2=MODULO DE TALLER
3=MODULO DE TALLER
4=MODULO DE TALLER

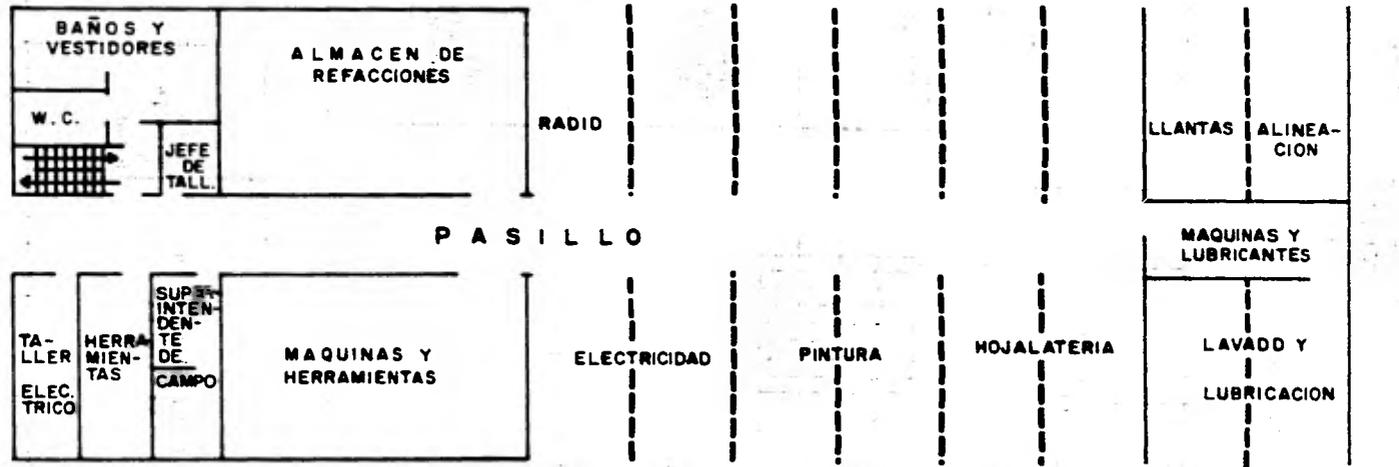
ESQUEMA IV



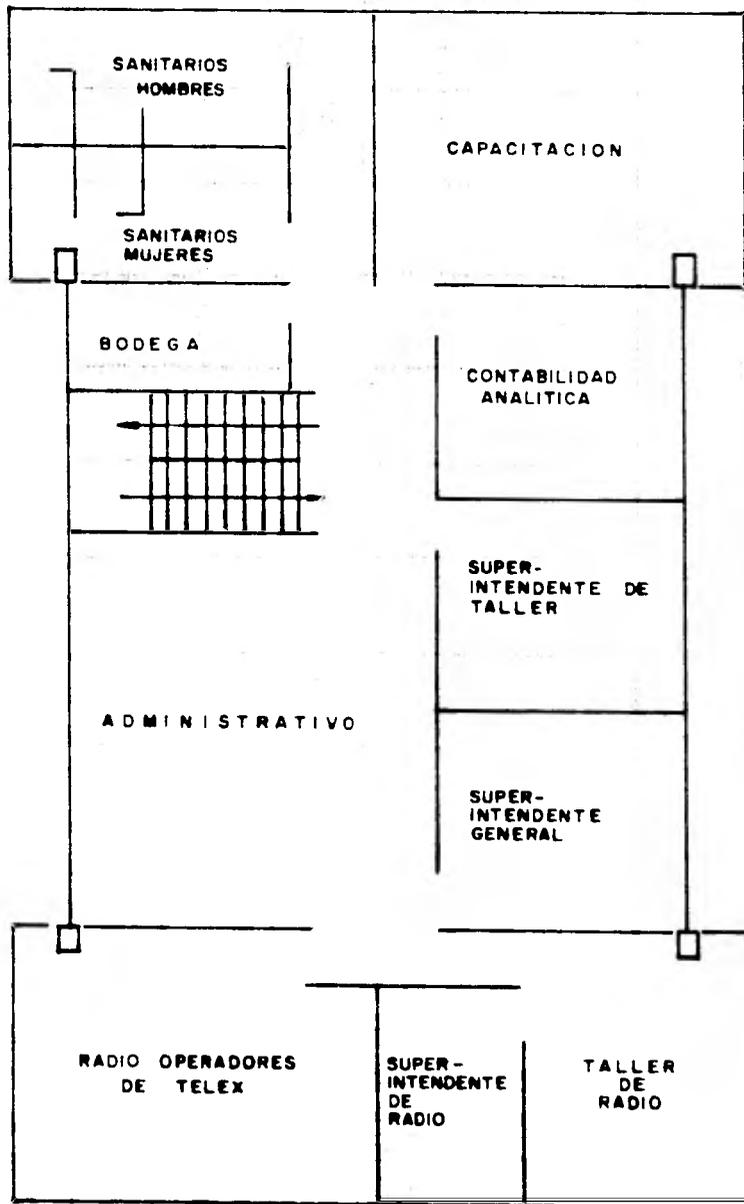
A,B,C,D
ESTACIONAMIENTO

1=OFICINAS
2=MODULO DE TALLER
3=MODULO DE TALLER
4=MODULO DE TALLER
5=MODULO DE TALLER

DISTRIBUCION DE AREAS DE UN TALLER TIPO MOLINO
 MODULOS 1 Y 2



CROQUIS DEL 2º NIVEL
MODULO ①



EQUIPAMIENTO DE TALLERES

El equipamiento de los talleres es un punto de primordial importancia debido a - que un taller sin el equipo necesario y adecuado, ocasiona composuras y mantenimientos defectuosos, mismos que pueden provocar accidentes por improvisaciones en el herramental, de acuerdo a los estudios hechos para el equipamiento de los talleres de acuerdo al área de reparación, el herramental esencial es:

Mantenimiento Preventivo:

Probador y limpiador de bujías

Sincrógrafo

Esmeril de cardan

Rampa hidráulica de 4 toneladas

Rampa hidráulica de 10 toneladas

Frenos

Homo para balatas

Lijadores de zapatas

Esmeril cardan

Rampa hidráulica de 4 toneladas

Rectificadora de tambores y discos de frenos

Remachadora de balatas y discos de embrague

Probador de resortes

Purgador de frenos hidráulicos

Ajustes de motores:

Rectificadora de cilindros

Rectificadora de guías para válvulas

Pulidora de cilindros

Alineadora universal de bielas

Rectificadora de asientos de válvulas

Rectificadora de válvulas

Rectificadora de bujes

Lavadora de vapor

Taladro de columna

Transmisiones:

Rampa hidráulica de 4 toneladas

Gato hidráulico de 4 toneladas

Gato hidráulico de 10 toneladas

Gato hidráulico de transmisión de media tonelada

Extractor de rodillos de corona y piñón

Extractor de baleros de diferencial

Alineación, balanceo y suspensión:

Rampa hidráulica de 4 toneladas

Gato hidráulico de 10 toneladas

Gato hidráulico de 1/2 tonelada

Probador de direcciones hidráulicas

Equipo de alineación de ruedas

Equipo de balanceo tipo universal.

Soldadura:

Equipo de soldadura oxiacetilénica con sus manómetros

Equipo de soldadura eléctrica

Lavado y engrasado:

Rampa hidráulica de 4 toneladas

Rampa hidráulica de 10 toneladas

Equipo para lavado a presión

Bomba lavadora portátil a vapor

Equipo de lubricación

Recibidor de aceite manual

Llantas:

Desmontador neumático

Llaves de impacto

Vulcanizadora de cámaras

Recipiente con agua (probador)

Compresora de aire

Electricidad:

Cargador rápido de baterías

Cargador lento Tungar

Probador para armaduras

Osciloscopio

Probador de continuidad

Máquinas herramientas:

Torno horizontal

Cepillo

Taladro de columna

Esmeril eléctrico de pedestal

Fresadora

Hojalatería:

Prensa hidráulica

Equipo de soldadura oxiacetilénica

Herramientas de golpeo

Afinación:

Laboratorio de diagnóstico y afinación

Lámpara de tiempo

Recipiente de lavado de carburadores

Equipo de herramental de llaves y dados

Herramientas de mano:

Aceitera manual de presión

Arco y segueta de corto y mango cerrado

Asentador de válvulas

Autocler de 1/4, 1/2, 3/4, 3/8 y milimétrico con dados de distintas medidas, -
matraca reversible, maneral de fuerza, berbiquí, maneral tipo desamador, ex-
tensiones corta, larga, nudo universal y caja metálica.

Brocas de alta velocidad de varias medidas

Broquero con cono morse

Botadores rectos

Calibrador de bujías

Cama para mecánico

Cautín de cobre

Cinceles punta de diamante

Dados: de impacto, de desarmador, exagonales, milimétricos, de bujías.

Escareador de ranura de pistón

Espátulas: curvas, rectas, para frenos

Extractores

Limas: media caña, planas, bastardas, musa, fina, triangular

Limatones

Llaves Allen de varias medidas

Llaves Allen milimétricas

Llaves (perico) de 8", 10", 12" y 20"

Llave de cruz

Llaves españolas de varias medidas

Llaves españolas milimétricas

Llaves para filtros de aceite tipo cincho

Llaves de estrías de varias medidas

Llaves para tapón de carter y diferencial

Llaves Steelson de 8", 10", 12", 14", 24" y 36"

Llaves de bujía de tubo

Machuelos y tarrajas

Martillos

Marros

Mazo de hule

Medidor de presión de aire

Opresor de anillos

Pinzas de 6", 8" y 10"

Pinzas de corte diagonal

Pinzas de electricista

Pinzas de presión

Pinzas para seguro de válvulas

Tarrajas

Tijeras de lámina

Desarmadores planos de 4", 6", 8" y 10"

Desarmadores de cruz de 4", 6", 8" y 10"

CAPITULO _____ 6

**control
de la producción
de talleres**

A	3	B
4	1	2
C	5	D

CONTROL DE LA PRODUCCION DE TALLERES.

El desarrollo económico de cualquier empresa, depende de su producción, es decir, del buen aprovechamiento de los recursos con que cuenta.

El control de la producción de talleres, es el conjunto de planes sistemáticos y acciones encaminadas a dirigir la producción de forma tal, que todos los elementos estén relacionados entre sí en su totalidad, es decir, se trata de controlar los tres elementos principales (hombres, máquinas y materiales) para producir no solo en la cantidad correcta, sino en la calidad adecuada y todo ello en el tiempo preciso, que permitirá fijar el plazo en que estarán terminadas las unidades.

OBJETIVOS DEL CONTROL DE LA PRODUCCION.

- a) Cumplir con la cantidad y fechas de entrega prometidas al usuario, de acuerdo a la política existente.
- b) Mantener bajos los costos de producción utilizando efectivamente el personal, el equipo, el taller en general; así como las refacciones y los materiales involucrados en la producción.
- c) Facilitar el desarrollo de la actividad productiva, proporcionando la información necesaria para dirigir las operaciones efectivamente y proporcionando un clima de trabajo favorable.
- d) Mantener la inversión del capital al mínimo nivel posible.
- e) Obtener beneficios satisfactorios.

Un aspecto muy importante que no se debe perder de vista al diseñar un programa de control, es el costo del control. Se debe procurar que el sistema de control - sea siempre lo más económico posible en cuanto a los recursos con los que debe mos contar para su aplicación; dependiendo estos recursos del grado de control - que se quiera ejercer, es decir, a mayor control más recursos; y por lo tanto ma- yor costo.

VENTAJAS EN LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LA PRODUC - CION DE TALLERES.

Con la correcta aplicación de un sistema adecuado de control de la producción, - es posible eliminar la ineficiencia de cualquier sistema productivo y obtener la - serie de ventajas siguientes:

- a) Eliminar los retrasos crónicos que nos impiden terminar las unidades a tiem- po.
- b) Eliminar el tiempo ocioso de los mecánicos en espera de las órdenes de tra- bajo.
- c) Disminuir el pago de tiempo extra de reparaciones.
- d) No tener demasiados pedidos de reparación urgentes.
- e) No tener un ritmo disparejo en la sección de recepción y embarques.
- f) Eliminar la escasez de piezas y refacciones.
- g) Eliminar la pérdida frecuente de ma- teriales y refacciones en el proceso de reparación.
- h) Eliminar el exceso o acumulación de materiales y refacciones obsoletas.

- i) No tener fluctuaciones en el costo de operación.
- j) Disminuir los costos excesivos de reparación.

SISTEMA PROPUESTO PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION DE TALLERES.

El sistema que proponemos, es un sistema general muy simple, que puede servir como guía para diseñar uno más complejo de acuerdo a las necesidades específicas de cada empresa.

El sistema está integrado de las siguientes unidades de control.

- a) Unidad de diagnóstico, recepción y entrega.
- b) Unidad de torre de control.
- c) Area de estacionamiento en espera de mantenimiento preventivo.
- d) Area de estacionamiento en espera de mantenimiento correctivo.
- e) Area de estacionamiento en espera de refacciones.
- f) Secciones de mantenimiento preventivo.
- g) Secciones de mantenimiento correctivo.
- h) Area de control de calidad.
- i) Area de estacionamiento de unidades terminadas.

FUNCIONES DE LAS UNIDADES DE CONTROL.

- a) Diagnóstico, recepción y entrega.
 - 1) Elabora las órdenes de mantenimiento preventivo.
 - 2) Diagnostica el tipo de falla de las unidades.
 - 3) Elabora las órdenes de mantenimiento correctivo.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS AREAS DE CONTROL Y SU INTERRELACION

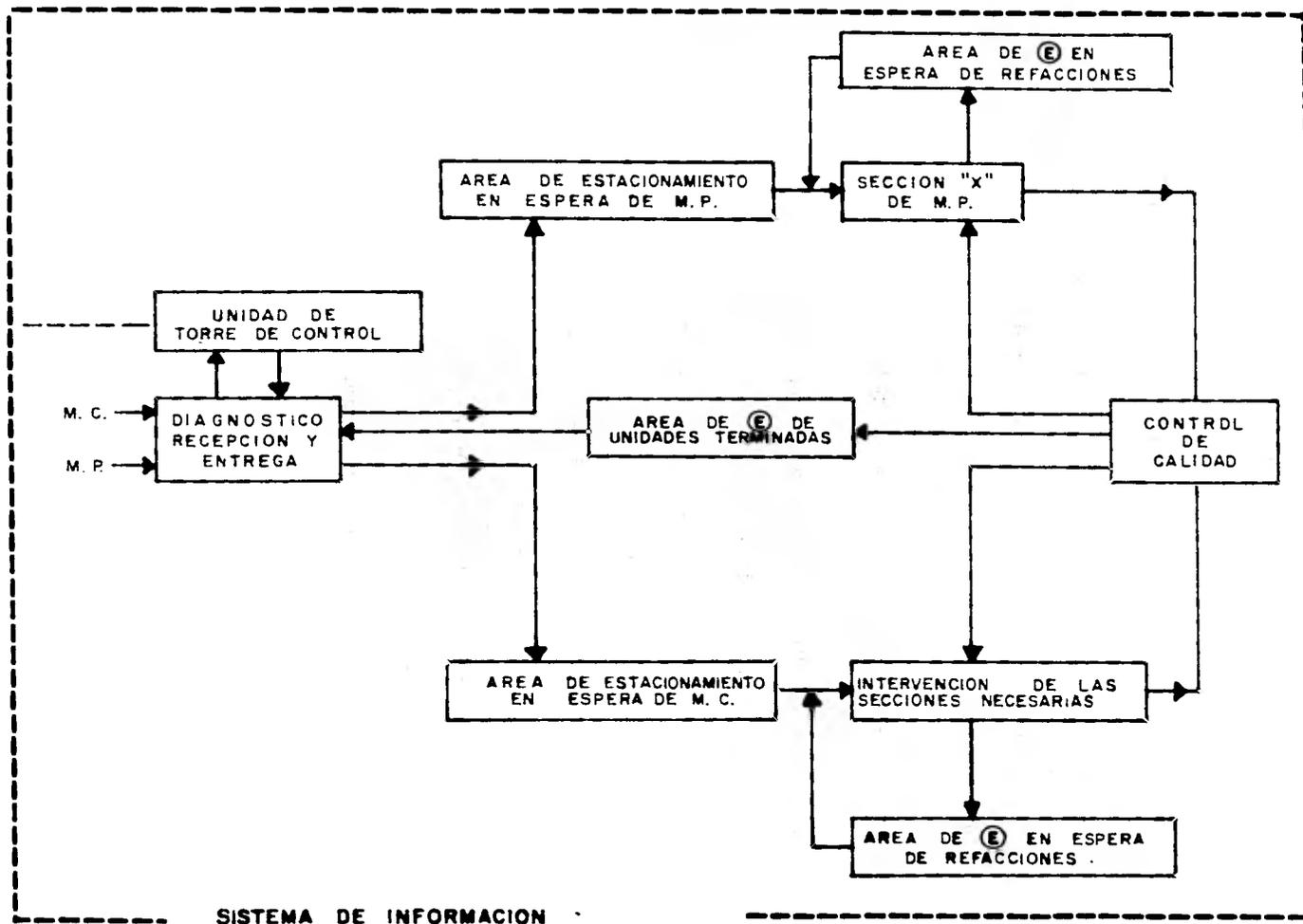
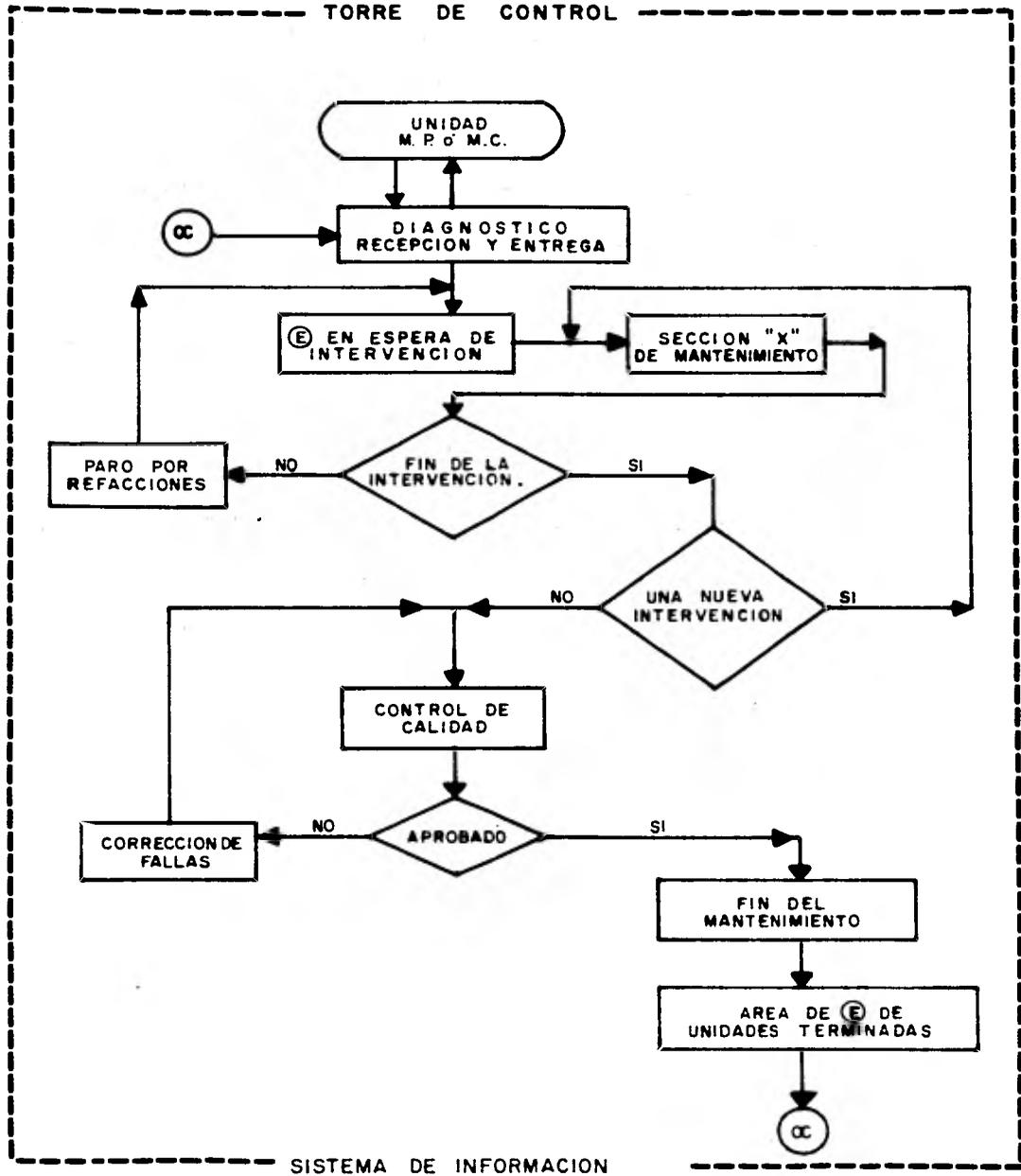


DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO



- 4) Reporta a torre de control el ingreso de las unidades, su diagnóstico y les asigna un número de control.
- 5) Solicita de torre de control la fecha probable para la entrega de la - unidad, según la programación existente de mantenimiento y la comunica al usuario.
- 6) Mantiene contacto con el usuario y torre de control, para informar los avances del mantenimiento de la unidad al usuario o los posibles retrasos.
- 7) Recibe de torre de control las unidades terminadas y aprobadas (por control de calidad) para su entrega al usuario.
- 8) Elabora las órdenes de salida de las unidades terminadas.

b) Unidad de torre de control.- Es la que ejerce el control de la producción en base a las políticas establecidas; cuenta con un sistema integral de información - por medio del cual tiene relación estrecha con todas las unidades del sistema.

Realiza las siguientes funciones:

- 1) Recibe de diagnóstico, recepción y entrega, la orden de mantenimiento, en número de orden y el diagnóstico correspondiente; para pronosticar el inicio de la intervención de las unidades y en las secciones del taller en que serán atendidas.
- 2) Se encarga de controlar y coordinar la intervención de las unidades, - dependiendo del número y tipo de secciones que tenga que recorrer en base al diagnóstico inicial que se le practicó.
- 3) Coloca las órdenes de trabajo de las unidades en línea de espera si -

multáneamente en todas aquellas secciones de mantenimiento en las que tenga que ser intervenida la unidad.

- 4) Determina el momento en que debe ser atendida la unidad en X sección de mantenimiento (inicio de la intervención), así como el tiempo máximo de que disponen los mecánicos para su reparación, en base a estándares establecidos de anteriores experiencias o como resultado de un estudio previo de tiempos y movimientos, con lo que controla la producción.
- 5) Por medio de la unidad de control de calidad, se asegura de la eficiencia y calidad de las intervenciones con lo que controla la productividad del taller.
- 6) Con el reporte de la unidad de control de calidad de aceptación del mantenimiento, determina el tiempo real de mano de obra directa, así como el costo de las refacciones y materiales involucrados, con lo que calcula el costo total de la intervención.
- 7) Por medio de su sistema integral de información, determina qué unidades se encuentran detenidas por falta de refacciones y comunica al departamento de aprovisionamientos los requerimientos de las mismas.

c) Area de estacionamiento en espera de mantenimiento preventivo.- Puede ser una área del taller y/o un proceso administrativo muy útil, que nos indica en número y tipo de unidades que tenemos que atender, y así programar en forma más efectiva su intervención; por orden secuencial de recepción, o por prioridad de atención a unidades que por sus funciones así lo ameriten. Nos sirve como un in-

indicador de la eficiencia de las instalaciones y personal; también nos facilita - la programación del mantenimiento preventivo de toda la plantilla de vehículos - en base a la capacidad de las instalaciones, ya que de nada nos serviría progra- mar el mantenimiento preventivo de una unidad que no puede estar fuera de servi- cio mucho tiempo, cuando sabemos que en espera del mantenimiento va a estar - más del tiempo calculado por el usuario.

d) Area de estacionamiento en espera de mantenimiento correctivo.- Puede ser la misma área física del estacionamiento del mantenimiento preventivo, pero for- zosamente un proceso administrativo diferente; como en el caso anterior nos indi- ca la eficiencia de las instalaciones del mantenimiento correctivo, así como la - posible necesidad de ampliación de las mismas cuando la demanda lo amerita. - Nos permite programar el inicio de las intervenciones así como detectar cuales - son las áreas de mayor demanda.

e) Area de estacionamiento en espera de refacciones.- No puede ser una área - física del taller por el contínuo movimiento de unidades que esto nos ocasionaría, pero sí un proceso administrativo indispensable que nos permita detectar el núme- ro y tipo de unidades que se encuentran detenidas por falta de refacciones, para poder comunicar al departamento de aprovisionamiento los requerimientos de las mismas y efectuar el seguimiento efectivo de la adquisición de estas. Nos indica la efectividad de la programación de la adquisición de refacciones.

f) Secciones de mantenimiento preventivo.- Son las áreas físicas del taller y el personal necesario donde se atiende a las unidades para proporcionarles manteni- miento preventivo.

g) Secciones de mantenimiento correctivo.- Son las áreas del taller en donde se atiende a las unidades para proporcionarles mantenimiento correctivo; estas áreas pueden ser tan especializadas como se desee, dependiendo del tipo de taller y número de unidades que se tengan que atender; algunas divisiones que se utilizan con más frecuencia en los talleres son las siguientes:

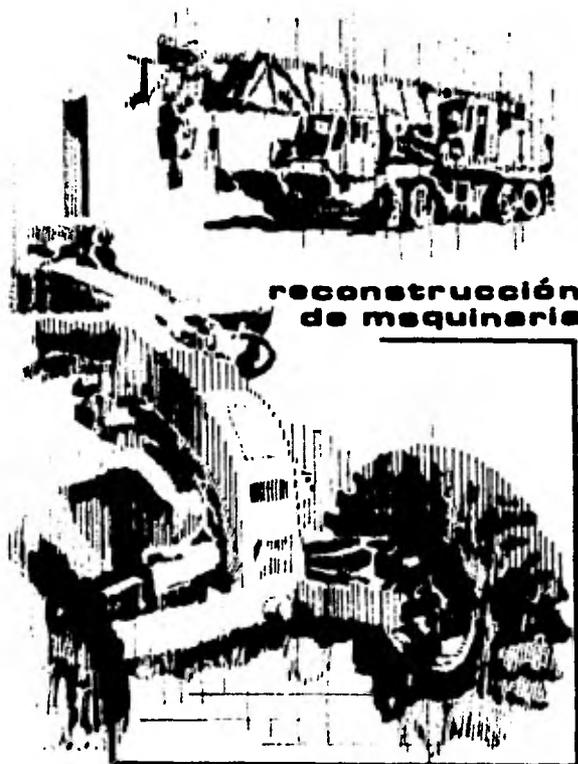
- Sistema eléctrico.
- Sistema hidráulico.
- Motores.
- Transmisiones y mandos finales.
- Carriles.
- Llantas.
- Alineación y balanceo.
- Frenos.
- Laboratorio diesel.
- Hojalatería y pintura.
- Lavado y engrasado.
- Taller general (desensamble y ensamble de sistemas, suspensión, chasis, etc.)
- Maquinado y soldadura.

h) Area de control de calidad.- Es una área importante del taller que se encarga de probar las unidades y detectar cualquier posible falla y que ésta pueda ser corregida en el taller, para evitar la pérdida de tiempo por "máquinas caídas" en la obra al no asegurarse del buen funcionamiento de éstas, así como su correcta intervención en el taller. Esta área nos aumenta la eficiencia del taller, al mis-

mo tiempo que nos disminuye los costos de horas extras de mecánicos de campo, al no tener que dar servicio de garantía fuera del taller por una mala reparación.

i) Area de estacionamiento de unidades terminadas.- Es el área del taller en donde se almacenan las unidades para ser entregadas a los usuarios.

CAPITULO _____ 7



reconstrucción
de maquinaria

El propósito fundamental de este capítulo, consiste en proporcionar una nueva - perspectiva a un conjunto de viejas prácticas ingenieriles que han sido olvidadas parcialmente o bien realizadas sin sistema ni apoyo logístico y que en nuestra - opinión ofrece ventajas que superan sustancialmente sus desventajas, es decir, la reconstrucción de partes, mecanismos y unidades.

Aún cuando las prácticas de reconstrucción de maquinaria son tan viejas como la propia invención de las máquinas, su desarrollo en forma intensiva en nuestro - país, surgió a raíz de la restricción de la disponibilidad internacional de refac - ciones derivada de la segunda guerra mundial; en aquella época, México se en - frentó sorpresivamente a la opción que representaba la paralización de su indus - tria, transportes. etc., versus la generación de la capacidad técnica que hiciera posible sostener la operación del aparato productivo. Es muy conocido que debi - do a la aplicación de las técnicas de reconstrucción que se dominaban durante - aquellos años, surgieron posteriormente algunas empresas que ahora se dedican a la manufactura. Lo anterior obedeció al hecho de que la reconstrucción deman - da un mayor conocimiento sobre las particularidades del diseño y de las caracte - rísticas de los materiales de que están hechos los diferentes componentes de los equipos, lo cual, de manera natural, permite aventurarse en la fabricación. Este último aspecto, es tal vez una de las principales ventajas que puede proporcionar la reconstrucción de la maquinaria para el desarrollo de la industria nacional. En las últimas décadas, la aplicación generalizada de estas prácticas reconstructo - ras, se ha decrementado considerablemente, debido fundamentalmente a la adop - ción de tecnologías de mantenimiento a base de reposición de partes desgastadas por partes nuevas y a la utilización de modelos de reemplazo diseñados para darle

mayor movimiento a la economía de los países industrializados, pero que tienen poco sustento, tanto técnico como económico para países como el nuestro.

Los precios de adquisición de unidades nuevas y de refacciones han presentado incrementos que oscilan del 200% al 300% con respecto a los vigentes antes del cambio de paridad de nuestra moneda. Por lo que es de gran importancia implantar programas de reconstrucción de maquinaria.

RECONSTRUCCION DE PARTES, MECANISMOS Y UNIDADES

Reconstruir partes, significa devolverles a éstas, mediante algunos procesos, sus especificaciones originales de diseño o superiores.

Reconstruir mecanismos, significa devolverles a éstos, sus especificaciones originales de diseño o superiores, maximizando el empleo de partes reconstruidas y minimizando el empleo de partes nuevas.

Reconstruir unidades, significa devolverles a las mismas sus especificaciones originales de operación o superiores a través del desensamble integral de éstas, minimizando el empleo de partes nuevas y maximizando el empleo de partes reconstruidas.

Las tecnologías que pueden emplearse en la reconstrucción, son todos los diferentes procesos de soldadura, tratamientos térmicos y maquinado que conocemos.

PROCESOS DE SOLDADURA

La soldadura principalmente de arco eléctrico y oxiacetilénica, son de importancia capital para el mantenimiento, pues de ellas obtenemos una de las economías

más fuertes. Ya sea en recubrimientos por medio de las cuales podemos recuperar, prolongar la vida o mejorar la eficiencia de piezas gastadas, las cuales debido a su alto costo de adquisición, comparado con el de reconstrucción, de difícil adquisición o instalación y que motive en cada cambio una parada demasiado larga de la producción.

Como ejemplos generales de utilización dentro de los revestimientos, citaremos algunas partes de los diferentes equipos de la construcción.

A) Movimiento de tierra.

Ruedas guías de tránsito, segmentos dentados de tracción, garras, cremalleras y piñones, coples de excavadoras, marcos de tractor, cucharones de carga, flechas, etc.

B) Trituración y clasificación.

Muelas de quebradoras, rodillos, engranajes, alimentadores, equipo de carga, cuñas, forros, cuerpos, equipo de transporte, cribas, partes laterales de criba, canalones, tolvas, gusanos, lavadoras, etc.

C) Equipo para concreto.

Revolvedoras (aspas, engranajes, tolvas, tambores) gusanos, alimentadores de cemento, tolvas de almacenaje, cubetas de concreto, vagonetas, válvulas de sellado, cañones de concreto (válvulas, coples, tapas, flechas, etc.)

D) Equipo de barrenación y túneles.

Vías en general, jumbos, rezagadores (cucharones, roles, palancas, guías, etc.)

El caso de soldaduras para revestimientos "suaves" o maquinables, tendrá su uso en piezas para reconstrucción de las cuales tratamos de tener sus dimensiones originales y las podremos utilizar en todos los elementos de nuestro equipo, en donde los problemas de impacto y abrasión sean mínimos.

En la unión de piezas, o elementos de ellas, la soldadura es tan común que en su parte correspondiente la detallaremos.

DIFERENTES METODOS DE SOLDADURA

Generalizaremos primero definiendo que entendemos por soldadura "la unión de metales o aleaciones, para lo cual se llevan a un estado pastoso o líquido en el lugar en que se verifica la unión".

a) Soldadura por fusión.

Los elementos a unir mediante temperatura se funden en el lugar de unión y en este estado se unen, algunas veces con adición de un metal que tenga la misma temperatura de fusión.

Este grupo se representa en la siguiente forma:

	A base de Termita	Bernardos Zerener
SOLDADURA POR FUSION:	Arco Eléctrico	Langmuir Stavlanoff
	Autógena	Procedimiento al gas

b) Soldadura por presión

Las piezas se calientan en el lugar de la soldadura hasta tener estado pastoso o semifluido, para unir las al comprimir una con otra:

	Fragua	
		A tope
SOLDADURA POR PRESION:	Por resistencia eléctrica	Puntos
		Costura
	Termita	

De los procesos de soldadura por fusión de arco eléctrico, que son los que analizaremos, tendremos la siguiente descripción.

a) Sistema Bernardos

En este sistema, uno de los conductores va directamente fijo a la pieza de material y el otro a un carbón, el material de aporte entrará en contacto una vez que el arco entre al material base y el carbón ha quedado establecido y se sostiene. La temperatura del arco será la suficiente como para fundir los puntos en contacto.

Una de sus ventajas es el fácil control de arco y la soldadura se puede realizar más rápidamente. Como desventaja tiene que la oxidación producida por el O_2 del aire baja la calidad de la aleación y unión consecuente dentro de las utilidades que le damos es para soldar fierro fundido y planchas delgadas.

b) Sistema Zerener

Poca aplicación ha tenido, el arco se dirige gracias a la acción del campo magnético producido por un electro-imán. Al "soplarse" el arco se puede hacer más puntiagudo y utilizarse para soldar placas delgadas.

c) Sistema Lagmuir

(Soldadura de H. Atómico). El arco se obtiene entre dos electrodos de tungsteno que realizan una combustión incompleta, a través de arco se sopla H. Debido a la elevación de la temperatura, el H se descompone en átomos que se combinan de nuevo atrás del arco y como la reacción es exotérmica, todo ese calor se aplica a la fusión, actualmente se emplea hasta en espesores de 1 a 8 mm. para unión y donde la calidad mecánica de la soldadura debe ser excelente. La superficie en la costura es lisa y sin ranuras quemadas.

d) Sistema Stavianoff

Debido a su aplicación más sencilla, es de uso general actualmente y ha rendido mayores beneficios en la industria y es el que trataremos.

Aquí un conductor va conectado al electrodo y el otro al material base.

Debido a la tensión (alta) en vacío de la fuente de energía, se produce el arco, para bajar la tensión y subir de inmediato la corriente, ésta a su vez queda establecida para el trabajo según la necesidad que se tenga (posición diámetro, electrodo, tipo de electrodo, etc.) como la zona de mayor resistencia ohmica es la unión del electrodo con el material base, será también la de mayor calentamiento.

to, hasta la fusión del electrodo para efectuar el depósito del material de aporte.

SOLDABILIDAD DE METALES

La soldabilidad de los metales puede ser definida como la factibilidad con la que los efectos de la soldadura pueden ser controlados.

El primer análisis de cualquier trabajo de soldadura dentro del mantenimiento, será la consideración del metal a ser soldado.

Algunos metales pueden ser soldados más rápidamente que otros, el comportamiento del metal bajo el ciclo de calentamiento de la soldadura puede ser crítico o no. La economía y calidad de la soldadura en varios metales puede ser afectada por uno o más de los factores que enunciaremos a continuación:

Oxidación

Vaporización

Inclusiones no metálicas

Cambio de estructura

Solubilidad de gases en los metales

Alto coeficiente de expansión térmica

Fragilidad a alta temperatura o bajo esfuerzo del metal a altas temperaturas

Conductividad térmica o relación de transferencia del calor a partir de la zona de fusión

Endurecimiento

Las líneas anteriores nos indican por qué algunos metales son más satisfacto -

rios que otros.

Un estudio cuidadoso de éstos factores indicarán las características menos deseables y podrán en su caso ser corregidas por uno o más de los siguientes métodos.

- 1.- Selección del metal dentro de la clase permisible más recomendable para la soldadura por arco.
- 2.- El uso del arco protegido apropiado
- 3.- Uso del fundente adecuado
- 4.- Uso del electrodo o metal de aporte apropiado
- 5.- Procedimiento de soldadura adecuada
- 6.- En algunos casos tratamiento térmico subsecuente

También algunos de los elementos no metálicos son considerados como perjudiciales a las características de los aceros o aleaciones de carbón.

N, H, S, P, C, Mn, Si, Mo, Ni, Va, Al, Ti,

ELECTRODOS, TIPOS, CLASIFICACION, SELECCION Y APLICACION DENTRO DEL MANTENIMIENTO.

La función principal del electrodo es la de formar el arco y facilitar el material de aporte para efectuar el cordón (No los de C) con cierta facilidad, para lo cual el electrodo tendrá que permitir que el arco "salte" y se mantenga satisfactoriamente y a su vez que el material depositado sea semejante a la parte soldada. -
Todavía, que al fundirse consuma poca energía y sea barato, las pérdidas por -

proyecciones o chisporroteo sean mínimas y el desprendimiento de la escoria sea fácil.

Los tipos de electrodos según su aspecto exterior, trabajo destinado y material los entenderemos así:

ASPECTO EXTERIOR

- a) Electrodos desnudos, siendo laminados, fundidos o estirados al manufacturarse.
- b) Electrodos revestidos o forrados. El revestimiento tiene el objeto de evitar que la fusión quede directamente en contacto con el O del aire, mejorar la aleación como inhibidor, o sea material mismo de aporte, también realizado por protección que la disminución de la temperatura sea más lenta.
- c) Electrodos con alma
Son desnudos, llevando en su interior un de diferentes composiciones, trabajando como fundente.

TIPOS DE TRABAJO

- 1.- Electrodos destinados a soldar
- 2.- Electrodos destinados a aportar material (pueden ser diferentes según el objeto)
- 3.- Electrodos para corte o achaflanado

TIPOS DE MATERIAL BASE

Electrodos para acero

Elementos para fundición

Electrodos para metales no ferrosos

Electrodos de carbón

CLASIFICACION

La clasificación de electrodos la seguiremos de acuerdo con la A. W. S. (American Welding Society), debido a que es la más usual en México y que al tratar lo referente a selección también nos referiremos a ella. Las especificaciones de los electrodos han sido tentativamente agrupadas en las siguientes formas (de acuerdo con la A.W.S. y A.S.T.M.)

Electrodos para aceros suaves (A5-1-55) A.W.S.

Electrodos para alta resistencia y baja aleación (A5.5-54)

Aceros resistentes a la corrosión (A5.4-55)

Electrodos para cobre (A5.6-53)

Niquel y aleaciones a base de N (A5.11-54)

Para las aleaciones bajas de acero y aceros suaves se ha hecho una clasificación bastante sencilla.

Estas especificaciones están dadas por un código de números para el grupo básico de electrodos.

La numeración lleva el prefijo "E" para los sistemas de 4 ó 5 números por ejemplo: EXXXX y EXXXXX. El último dígito (EXXXXX) indica el grupo de variables técnicas, tales como corriente y aplicación. El siguiente al último (EXXXX) indica las posiciones como:

1 = usual en todas las posiciones (plano horizontal, vertical y sobre-cabeza)

2 = Soldadura de filetes plano y horizontal

3 = Solamente en plano

Los 2 ó 3 siguientes indican aproximadamente la resistencia a la tensión en miles de libras por pulg.², ejemplo:

$$60 \text{ Kips/pulg.}^2 = 60\,000 \text{ Lb/pulg.}^2, \quad 100 \text{ Kips/pulg.}^2 = 100\,000 \text{ Lb/pulg.}^2$$

SELECCION

Las normas a seguir para seleccionar el electrodo, están regidas por las condiciones de trabajo siguientes:

- a) La posición en la cual será hecha la soldadura
- b) La preparación adecuada para la soldadura
- c) La dureza y el tipo de metal a usarse
- d) El tipo de corriente recomendada
- e) La clase de trabajo, penetración, calidad de trabajo acabado, propiedades físicas requeridas, especificaciones recomendadas.

Dentro de selección cabe comentar todavía algunos de los problemas que se presentan en la aplicación y sus orígenes.

TENSIONES

El desigual calentamiento y enfriamiento de las piezas.

DIAMETRO DEL ELECTRODO

El diámetro del electrodo dependerá del espesor de la placa a soldar y es conveniente trabajar siempre con diámetro lo mayor posible, usando electrodo de diámetro menor podrá penetrar hasta la base de la soldadura, pero habrá el inconveniente de no tener buena penetración a causa de la poca intensidad de corriente.

Si el electrodo es demasiado grueso, no se llega a la base de la soldadura debido a que la corriente del arco tomará el camino más corto.

INTENSIDAD DE CORRIENTE

Es muy conveniente para trabajo normal seguir las especificaciones del fabricante.

POLARIDAD

El electrodo normal, por lo general va en la línea (-) (cubierta delgada y desnuda), la generalidad de los que tienen cubierta gruesa van en el (+). Es conveniente verificar, pues una polaridad equivocada ocasiona frecuentemente poca penetración y pérdida por chisporroteo.

TRATAMIENTOS TERMICOS

Tratamientos térmicos es la operación de calentar y enfriar un metal en estado sólido para que cambien sus propiedades físicas. De acuerdo con el procedimiento utilizado, el acero se puede hacer duro para que resista la acción de corte y de abrasión, o se le puede ablandar para permitir mayor facilidad de labrado. Con un tratamiento adecuado, se pueden eliminar las impurezas internas, reducir el tamaño de grano, aumentar la resistencia o producir una superficie dura, con un núcleo dúctil.

La siguiente discusión concierne principalmente al tratamiento térmico de los aceros comerciales ordinarios, conocidos como aceros al carbono. Con este proceso, la rapidez de enfriamiento es el factor de control; un enfriamiento rápido

desde arriba de la zona crítica, da como resultado una estructura dura; mientras que un enfriamiento muy lento, produce el efecto opuesto.

Endurecimiento

Es el proceso de calentar una pieza de acero hasta una temperatura comprendida en la región crítica, o arriba de ella y luego enfriarla rápidamente.

En cualquier operación de tratamiento térmico, es importante la rapidéz de calentamiento. El calor fluye del exterior hacia el interior del acero con una rapidéz - máxima definida. Si se calienta el acero con mucha rapidéz, el exterior aparece más caliente que el interior, y no se puede obtener una estructura uniforme.

Recocido

El objetivo principal del recocido es el de ablandar el acero duro, de tal manera, que se pueda labrar a máquina o trabajar en frío. Esto se logra usualmente mediante el calentamiento del acero hasta ligeramente arriba de la temperatura crítica y manteniéndolo así hasta que la temperatura de la pieza sea uniforme en toda ella, para luego enfriarla lentamente.

Revenido

El acero que ha sido endurecido rápido, es frágil y no es conveniente para la mayoría de las aplicaciones. Mediante el revenido o regulación del temple, se puede reducir la dureza y la fragilidad hasta el punto deseado para las condiciones de servicio. A medida que se reducen estas propiedades, también hay una disminución en la resistencia a la tensión y un aumento en la ductilidad y fortaleza del acero. La operación consiste en el recalentamiento del acero endurecido hasta una temperatura por abajo de la región crítica, seguido de un enfriamiento a cual-

quier velocidad. No obstante que este proceso ablanda el acero, difiere considerablemente del recocido, en el que el proceso permite por sí mismo un control estricto de las propiedades físicas y en la mayoría de los casos no reblandece el acero hasta el grado en que lo hace el recocido.

Endurecimiento Superficial.

Carburación.- Este proceso es el calentamiento del hierro o del acero hasta el rojo, estando en contacto con algún material carbonoso que pueda ser sólido, líquido o gaseoso. El hierro, a las temperaturas cercanas a su temperatura crítica y arriba de ella, tiene cierta afinidad por el carbono. El carbono penetra en el metal para formar una solución sólida con el hierro y convierte la superficie exterior en un acero al alto carbono. Al prolongar la operación, el carbono se difunde gradualmente hacia el exterior de la pieza. La profundidad de la capa depende del tiempo y de la temperatura del tratamiento.

Cianurado.- Es un proceso que combina la absorción del carbono y nitrógeno para obtener dureza en la superficie en los aceros de bajo carbono que no responden al tratamiento térmico ordinario. La parte a la que se trata de endurecer en la superficie, se sumerge en un baño de sales de cianuro de sodio a temperatura de aproximadamente 840°C. El tiempo de igualación de la temperatura depende de la profundidad de la cubierta. Luego la parte se enfría en agua o en aceite, para obtener una superficie dura.

Nitrurado.- Es un tanto similar al endurecimiento superficial ordinario, pero utiliza diferentes materiales y tratamientos para crear los constituyentes duros de

la superficie. En este proceso, el metal se calienta hasta una temperatura alrededor de 500°C y se mantiene en ella durante algún tiempo en contacto de gas amoníaco. El nitrógeno del gas se introduce en el acero, formando nitruros muy duros, que se dispersan finalmente a todo lo largo de la superficie del metal.

MAQUINADO

Descripción de las diferentes máquinas.

El torno es una máquina que quita material, girando la pieza contra el cortador. Las partes para maquinar, pueden sujetarse entre centros en un plato liso, en un plato de mordazas internas o boquillas. Pueden obtenerse superficies planas, - soportando la pieza sobre el plato liso o en el plato de mordazas. El trabajo sujeto en esta forma, puede ser usado para el corte de roscas y hechuras de conos; con un aditamento apropiado puede adaptarse a operaciones simples de fresado o esmerilado. Es probablemente la más vieja de las máquinas herramientas, así - como la más importante en la producción moderna.

Machuelo y tarraja.- Los machuelos se usan principalmente para la producción manual de roscas internas, aún cuando con un montaje correcto, pueden usarse - en roscado a máquina. La herramienta misma consiste de una pieza endurecida de acero de aleación o al carbono con la apariencia de un perno, con canales - transversales para formar los filos de corte.

Cuando se de a roscar un agujero, este debe taladrarse antes de la operación de machueado con dimensiones tales que quede el metal suficiente para la rosca.

Para cortar roscas externas el método más común es mediante la tarraja ajustable. Se puede disponer para que corte ligeramente arriba o abajo de la medida de norma.

Limadora.- Es una máquina que tiene una herramienta cortante del tipo de las del tomo, que se mueve en forma recíproca y corta en líneas rectas. Al moverse el material transversal al movimiento de la herramienta, se genera una superficie plana, independiente a la forma de la herramienta.

Por medio de la herramienta, dispositivos y accesorios especiales para la sujeción del material, una limadora también puede cortar cuñeros exteriores e interiores, ranuras espirales, barras para cremallera, colas de milano, ranuras en "T" y otras formas misceláneas.

El Cepillo.- El cepillo es una máquina herramienta diseñada para remover metal moviendo el material en línea recta contra una herramienta de corte de un solo filo. El tipo de trabajo es muy similar al que se hace en una limadora, excepto que el cepillo está adaptado para el trabajo mucho más largo. Los cortes son todos en superficies planas, pero pueden ser horizontales, verticales o a cualquier ángulo.

Taladro.- Consiste de un husillo que imparte movimiento rotatorio a la herramienta de taladrar, un mecanismo para alimentar la herramienta al material, una mesa para soportar el material y un pedestal.

La operación del taladro consiste en producir un agujero en un objeto, forzando contra una broca giratoria.

El rimado es la operación de agrandar un agujero ya labrado a tamaño correcto - con un acabado terso.

Rima.- La rima es una herramienta de precisión y no está diseñada para quitar - mucho material, en consecuencia, el margen que se deja para rimar, no debe - - exceder de 0.38mm.

Fresadora.- Es una máquina herramienta que quita metal mientras avanza el ma - terial contra un cortador rotatorio. Excepto la rotación, el cortador de forma cir - cular no tiene ningún otro movimiento. El cortador de la fresadora tiene una se - rie de filos cortantes sobre una circunferencia, cada uno de los cuales actúa co - mo cortador individual en el ciclo de rotación. El material se sostiene sobre una mesa que controla el avance contra el cortador. En la mayoría de las máquinas existen tres movimientos posibles de la mesa: longitudinal, transversal y verti - cal, pero en algunas, sin embargo, la mesa puede tener también un movimiento de giro o de rotación.

Pueden labrarse superficies planas o con perfiles determinados, con un acabado y precisión excelentes. Los ángulos, ranuras, dientes de engranes y cortes in - ternos pueden hacerse utilizando fresas diferentes. Pueden sujetarse en el recep - táculo del árbol, brocas, rimas y herramientas de mandrilar quitando la fresa y - el árbol.

La mayor parte de las operaciones que se efectúan en las cepilladoras, taladros de banco, cortadores de engranes y escañadoras, también pueden hacerse en las fresadoras. Estas producen un mejor acabado y mantienen los límites de las tole

rancias con mayor facilidad que una cepilladora .

Esmerilado.- Esmerilar significa "raspar, desgastar por fricción o afilar". Aplicado a la práctica de los talleres mecánicos, se refiere a la remoción del metal por medio de ruedas abrasivas rotatorias .

La rueda se forma aglomerando gran cantidad de pequeños granos abrasivos, cada uno de los cuales actúa como una pequeña herramienta de corte .

Posee las siguientes ventajas que no se encuentran en otros procesos de corte:

- a) Es el único proceso para cortar materiales tales como el acero endurecido .
- b) Produce acabados que son extremadamente tersos y, en consecuencia, muy deseables en superficies de contacto y fricción .
- c) El esmerilado puede acabar piezas a dimensiones muy precisas, en corto tiempo .
- d) En este proceso se requiere muy poca presión, lo cual permite aplicarlo a piezas muy livianas, que en otra forma tenderían a separarse de la herramienta .

LAS PRINCIPALES ETAPAS QUE INTERVIENEN EN LA RECONSTRUCCION DE LAS UNIDADES SON:

- a) Lavado y desengrasado de la unidad
- b) Desensamblado de ésta por sistemas o mecanismos
- c) Lavado y desengrasado de los mecanismos .
- d) Desensamblado de éstos en partes .
- e) Lavado y desengrasado de las partes .
- f) Defectación de las partes, comparando su desgaste en relación con las es-

pecificaciones de éstas, en donde se decide si deben ser reemplazadas -
por componentes nuevos, o reconstruídas, o volverse a emplear como si -
fuese una parte nueva.

- g) Las partes que requieren ser reconstruídas son enviadas al proceso que les
corresponde, el cual, en lo general, consiste en combinaciones de solda -
dura y/o tratamiento térmico y/o maquinado.
- h) Se ensamblan los mecanismos con partes nuevas y reconstruídas y poste -
riormente se le ejecutan las pruebas de control de calidad que correspon -
dan.
- i) Se ensamblan las unidades con los mecanismos reconstruídos.
- j) Y por último, se somete a la unidad a sus pruebas de control de calidad fi -
nales.

Al término de estos procesos sistemáticos de reconstrucción, tenemos unidades
reconstruídas con componentes que no eran los suyos cuando arribó a este proce -
so.

A la fecha (Agosto de 1979), una dependencia gubernamental ha reconstruído 20 -
tractores sobre orugas, 11 cargadores frontales (6 sobre neumáticos y 5 sobre -
orugas) y 17 motoriveladoras, es decir, en total 48 unidades, para lo cual se han
invertido \$22'445,000.00 y si este equipo se hubiese adquirido nuevo, por su -
puesto de similares condiciones de operación, habría costado \$60'788,000.00, -
por lo tanto, el ahorro de inversión obtenido es de \$38'342,730.00, es decir, -
63% suponiendo que la vida económica de equipo reconstruído y los costos de -
mantenimiento y operación son iguales a los de una unidad nueva.

De acuerdo a experiencias de países como son Inglaterra, Japón, Estados Unidos, la Unión Soviética y Cuba, sabemos que la vida económica del equipo reconstruido oscila entre el 80 y el 100% de la vida del equipo nuevo, los costos del equipo nuevo son hasta 10% mayores en el equipo reconstruido en relación con el nuevo y los costos de operación son iguales, en virtud de ser éstos directamente proporcionales a la utilización.

Si efectuamos el análisis de la inversión de equipo nuevo, versus reconstruido, es decir, 80% de vida económica y costos de mantenimiento mayores en 10%, obtenemos un ahorro total para un ciclo de vida completo, a favor de la reconstrucción, del 12%; si consideramos los valores medios, es decir 90% de la vida económica y costos de mantenimiento 5% mayores, obtenemos ahorros del 22% y para condiciones óptimas, es decir, 100% de vida económica e iguales costos de mantenimiento, obtenemos ahorros totales del 33% para un ciclo de vida económico completo.

Con todo esto podemos resumir que las principales ventajas que tiene la reconstrucción son:

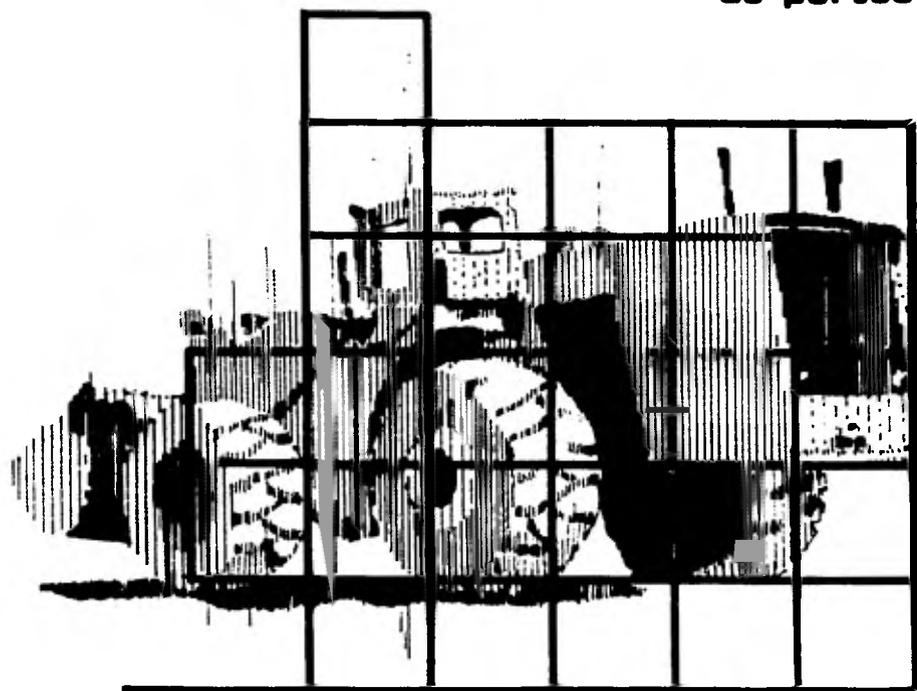
- a) Por el conocimiento del diseño que exige la reconstrucción de los componentes susceptibles a recuperarse, es un camino natural hacia la autoterminación tecnológica.
- b) Desarrolla la preparación y creatividad de los investigadores, ingenieros, técnicos y obreros involucrados en esta alternativa.
- c) Propicia el mejor aprovechamiento de la capacidad instalada de las fábricas, así como el de los talleres de reparación existentes, propiedad de los

distribuidores o usuarios del equipo.

- d) Genera empleos.
- e) Mejora las prácticas de mantenimiento y operación
- f) Contribuye al equilibrio de la balanza de pagos, por los componentes importados que se reconstruyen.
- g) Genera inversiones más rentables.
- h) Propicia la conservación de las reservas de materiales estratégicos no renovables, tales como los derivados del hierro.

CAPITULO _____ 8

aprovechamiento
de partes



APROVISIONAMIENTO DE PARTES

Es el departamento encargado del control y aprovisionamiento de los inventarios de la compañía. Este departamento es de suma importancia debido a la repercusión que tiene la falta de un correcto inventario de refacciones para el equipo de la compañía, ya que esto representa un alto costo para ésta al tener el equipo caído por la falta de refacciones. (Ver Figura No. 1)

Según estadísticas tomadas, aproximadamente el 40% del equipo caído se debe a la falta de refacciones. Para lograr reducir este porcentaje y lograr un aprovechamiento óptimo del equipo, se requiere una especial atención en la organización de este departamento de aprovisionamiento de partes; para ello es necesario lograr tener una buena inversión en partes, cosa que no es sencilla debido a que generalmente ocasiona conflictos con los departamentos de finanzas, contabilidad, etc., ya que estos comprueban estas inversiones.

Para la buena organización de este departamento se requiere de llevar un manejo adecuado para cada función así como el control de inventarios por los distintos métodos que se pueden utilizar para ello.

Este departamento puede llevar para su organización los siguientes movimientos o partes del mismo:

DEPARTAMENTO DE COMPRAS Y ADQUISICIONES

RECEPCION DE MERCANCIA

ALMACEN

ENTREGA O SALIDA DE ALMACEN

Funciones de compras: Recibir requisición de almacén y taller.

Obtener cotizaciones de distintos proveedores para ver calidades y precios.

Seleccionar proveedores, de acuerdo a especificaciones y calidades de dichos proveedores.

Elaborar y enviar dichos pedidos.

Pago de dichos pedidos.

Funciones de Recepción de Mercancía:

Recibir de proveedores y checar pedidos en especificaciones de calidad, cantidad.

Notificar a compras, para el registro de dichas entradas y el paso de facturas a compras.

Funciones del Almacén:

Recibirle a recepción el material.

Elaborar formas de lote económico para requisición.

Llevar inventarios, los cuales pueden ser de varios métodos algunos de los cuales trataremos posteriormente.

Suministrar a los solicitantes las piezas requeridas.

Funciones de Salida de Almacén:

Recibir solicitudes del taller.

Consultar inventarios, para ver existencia en el almacén.

Hacer movimiento en el almacén dando la baja en inventario, etc.

Entregar al solicitante del taller, la refacción haciéndose el debido trámite o papelco.

Debido a la complejidad que es llevar una información completa para el desempeño

de este departamento, es recomendable que dicho departamento maneje la información en la forma siguiente:

- Lista maestra alfanumérica.
- Valor de partes en inventario.
- Análisis de actividad de partes.
- Nivel de servicio.
- Lotes económicos y puntos de reorden.
- Costo mínimo total.

Y pueden recomendarse el llevar a cabo las siguientes prácticas para el manejo de inventarios de partes:

- Mínimo partes para 15 días de operación para mantenimiento preventivo.
- Que la inversión total en inventarios sea igual al consumo cada mes y medio.
- Los inventarios deben de rotarse por lo menos cinco veces al año.
- Clasificar el material por marcas y modelos de las partes exclusivas.
- Clasificar el equipo obsoleto.
- Clasificar las partes de uso común o general en todos los equipos.

Al requerir piezas o materiales se debe elaborar una forma para control de la compañía, con la ayuda de la cual se pueden retirar del almacén los materiales necesarios y sirva para delimitar responsabilidades en el uso de los mismos y es de ayuda a los registros contables. En esa forma deben de especificarse los datos necesarios así como las personas autorizadas a firmar dichos vales, de esta se pueden pasar datos a las tarjetas auxiliares del almacen, así como obtener los datos de costos totales del inventario, los cuales deben de desglosarse en:

Costos de renta o costo del local.- Que es la cantidad a pagar por el alquiler o compra del local para el almacén.

Costos indirectos compuestos por energía eléctrica, pago de agua, seguros, prediales, etc., que actúan indirectamente en el departamento de aprovisionamiento de partes.

Costos de distribución son aquellos que se ocasiona, por la colocación de los materiales, tanto en el inventario como en el lugar en que se requiera la pieza.

Costos de capital que son los costos derivados de la adquisición de refacciones y piezas requeridas por el inventario.

Costos de partes obsoletas.- Son los que se derivan de la obsolescencia de las piezas que por modificaciones en los sistemas de los equipos pasan a ser obsoletas.

Nótese que la requisición de materiales son un eslabón importante en el aprovisionamiento de partes. Así como lo es el llevar un adecuado sistema de inventarios, como pueden ser los inventarios perpetuos, en el que las entradas y salidas de los materiales se registran en el momento en que ocurren.

Naturalmente eso facilita planear el manejo de piezas y materiales, rinde así mismo sobre faltantes en el almacén.

Estas ventajas no se logran cuando se utilizan métodos como el de inventarios periódicos, ya que el costo de los materiales que se utilizan se determinan por deducción; se supone que es la diferencia obtenida al restar los saldos finales de los inventarios físicos más las compras hechas durante el período. El método de inventarios periódicos tiende a nulificar el uso de la requisición de materiales. En términos generales no es apropiado para su uso industrial.

Debido a estos defectos del sistema de inventarios periódicos, tratamos los inventarios que creemos deben aplicarse en un departamento de aprovisionamiento de

partes como son los:

SISTEMAS DE INVENTARIOS PERPETUOS

Algunas empresas llevan un registro de costos de cada una de sus piezas. En estas empresas el costo total de las piezas en un período contable se determina mediante la suma de los costos de las piezas disponibles. Esos costos se registran constantemente de manera de deducirlos de los inventarios, por lo cual en todo tiempo la cuenta de activo muestra el costo de las piezas disponibles. Este método se llama Inventario Perpetuo, en el cual veremos el siguiente:

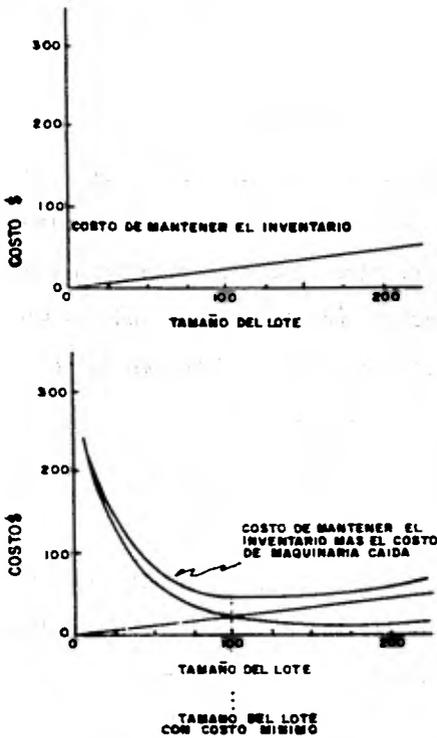
METODO UEPS Y PEPS

El método UEPS siglas de "últimas entradas, primeras salidas", es un método de valuación de inventarios. El inventario se valúa como si las unidades que han entrado últimamente al inventario (últimas entradas) fueran las primeras que se utilizan (primeras salidas) no obstante que este no sea el caso en la realidad. Se asume que el inventario final está constituido por las unidades más antiguas y se valúa al costo de esas unidades antiguas.

Si el número de unidades físicas en un inventario permanece constante de período a período, la valuación contable del inventario puede, más o menos, permanecer constante, independientemente de lo que suceda por lo que hace a precios de reposición. De esto se sigue que bajo el método UEPS las piezas usadas tienden a reflejar el costo de las unidades de más reciente adquisición.

El método UEPS no refleja generalmente el flujo fijo de los materiales y no hay ninguna relación con el movimiento físico.

El Método PEPS funciona similar al UEPS, pero tomando a las primeras entradas, co



no primeras salidas.

Lote Económico.- Es la magnitud del inventario en la cual la suma de el costo de mantener el inventario más el costo de máquina caída ad - quiere un valor mínimo.

Punto de Reorden.- Es el momento en el cual - se debe de generar la orden de compra para ele - var nuestro inventario al lote económico. Est - en función del tiempo de entrega y de la de - manda.

Figura No. 1

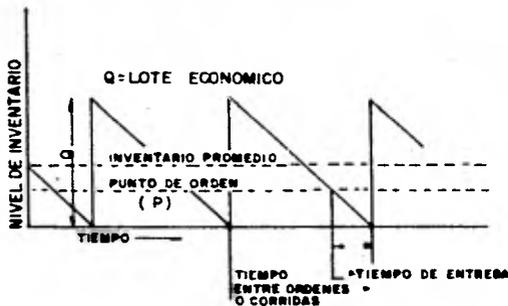


Figura No. 2

CAPITULO _____ 9



CAPACITACION Y ORGANIZACION DE LOS RECURSOS HUMANOS.

Conceptos Generales.

Si se piensa motivar al colaborador desarrollando su personalidad a través de una mayor cultura, y así incrementar el nivel de productividad, se debe pensar en el entrenamiento, puesto que se trata de una función clave para el crecimiento de las instituciones, y por tanto, de nuestra sociedad.

Para evitar problemas semánticos, es necesario aclarar oportunamente la posición respecto a los términos, adiestramiento, capacitación, desarrollo, entrenamiento y educación.

Cuando nos referimos genéricamente a la función de educación, usamos indistintamente entrenamiento, formación, educación y capacitación.

El adiestramiento se entiende como la habilidad o destreza adquirida por regla general en el trabajo preponderadamente físico. Desde este punto de vista el adiestramiento se imparte a los empleados obreros en la utilización y manejo de máquinas y equipos.

La capacitación tiene un significado más amplio. Incluye el adiestramiento pero su objetivo principal es proporcionar conocimientos, sobre todo en los aspectos técnicos del trabajo. En esta virtud la capacitación se imparte a empleados cuyo trabajo tiene un aspecto intelectual bastante importante.

El desarrollo tiene mayor amplitud aún. Significa el progreso integral del hombre y, consiguientemente, abarca la adquisición de conocimientos, el fortalecimiento

de la voluntad, la disciplina del carácter y la adquisición de todas las habilidades que son requeridas para el desarrollo de los ejecutivos.

El tema de la capacitación cobra mayor interés dado que la cantidad de personal con escolaridad media y superior es mínimo. Dos puntos básicos destacan el concepto de capacitación, a saber:

- 1) Las empresas, tanto públicas como privadas, son las que deben completar en los jóvenes egresados de escuelas técnicas y universitarias la preparación necesaria y especializada que les permita enfrentarse en mejores condiciones a su tarea diaria.
- 2) No existe mejor medio que la capacitación para alcanzar altos niveles de motivación y productividad.

Trascendencia de la Educación.

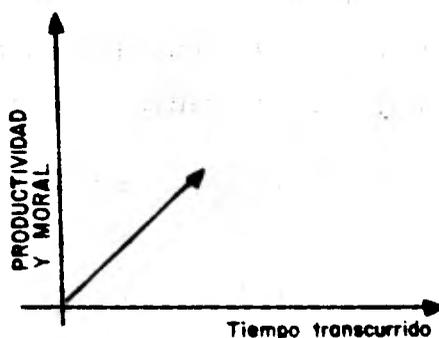
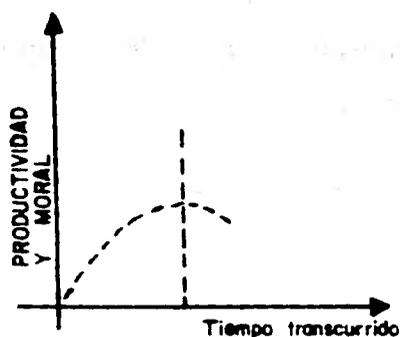
El hombre, ser espiritual cuya finalidad natural es actualizar sus habilidades, es decir, perfeccionarse no solo en dimensión personal sino también como miembro del conglomerado social, requiere de la educación para conocerse a sí mismo, y conocer a la sociedad, a la naturaleza, a la técnica, etc.

Ignorancia y Obsolescencia.

El primero, como la falta total o parcial de conocimientos sobre cualquier aspecto o tema, que mantiene al hombre en una ceguera triste e inhumana que lo aleja de toda ubicación en el ámbito social y en el campo del conocimiento en que se desarrolla dicha persona.

El segundo aunque guarda de hecho gran similitud con la ignorancia, se trata de -
fenómenos diferentes. Es poseer un conocimiento atrasado, inservible.

Podemos decir, en síntesis, que el avance del ser humano en sus diferentes manj
festaciones exige una actualización cotidiana de conocimientos.



La gráfica a) señala que el personal de una empresa puede llegar a un grado ópti -
mo de desempeño y moral, y si este no es enriquecido y complementado mediante
una sana administración de personal que lo capacite y desarrolle, la obsolescen -
cia se encargará de hacer decrecer su moral y productividad.

Gráfica b). A través de un plan permanente en la empresa el personal irá en direc -
ción ascendente, tanto por lo que se refiere a su preparación técnica para una al -
ta productividad, como para mantener una elevada moral y una auténtica integra -
ción en la empresa.

Nunca como ahora es necesario un manejo científico de la educación, es decir, -
un plan organizado y sistemático de cada empresa, de cada familia y de cada per -
sona que desarrolle y oriente actitudes hacia el conjunto de condiciones sociales
por medio de las cuales el hombre puede realizar su vida natural y espiritual.

La Capacitación.

La ciencia y la tecnología evolucionan día tras día, y como consecuencia lógica, la industria también progresa constantemente, descubriendo nueva maquinaria, - nuevos instrumentos y nuevos métodos. Ese progreso de los recursos materiales demanda el progreso de los recursos humanos, quienes se ven en la necesidad de aprender el manejo y aplicación de esas máquinas, así como adquirir los conocimientos, hábitos y habilidades de los nuevos métodos.

Sin pretender ser complejos definiendo la función de capacitación, se ofrece el siguiente concepto: "La capacitación consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador". La capacitación debe ser un proceso continuo, de revisión constante de las necesidades de adiestramiento.

Su importancia.- Ninguna empresa progresista puede darse el lujo de prescindir del adiestramiento, porque esto implicaría quedar estancada, no adecuarse al ritmo de crecimiento de la técnica y la ciencia.

Educación Integral.

Aunque en nuestra época se ha demostrado que es necesario aprender y trabajar - sobre aspectos específicos y, por lo tanto, justificar así la especialización en la educación y en el trabajo, no debemos caer en el extremo de aceptar este hecho - en toda su dimensión. La especialización, en muchos aspectos, ha comprobado ser contraproducente en virtud de que carece de una educación universal.

La exagerada especialización, a la larga, da como resultado un bloqueo en las -

posibilidades del personal, un decrecer en su creatividad y productividad, pues limita la capacidad del ser humano.

La capacitación es un medio formidable para encauzar al personal de una empresa, logrando una auténtica motivación e integración en la misma. Esto solo es posible si la educación que se imparte es integral, pues solo así ubicará y desarrollará el trabajador, cualquiera que sea su nivel y área de trabajo, como un miembro responsable del conglomerado social al que pertenece.

En este orden de ideas, dos son los fines básicos de la capacitación en la empresa:

- 1) Promover el desarrollo integral del personal y, así, el desarrollo de la empresa.
- 2) Lograr un conocimiento técnico especializado, necesario para el desempeño eficaz del puesto.

Desarrollo de la Organización.

El crecimiento de la empresa es una fuerza existencial, y solo en el caso de que sea planeada y encauzada debidamente llevará el nombre de auténtico desarrollo integral; de otra manera, será un crecimiento canceroso y, por tanto, nocivo para la persona y para la propia empresa. Lo anterior implica un plan sistemático de capacitación que abarque a toda la empresa.

Sistemas de Capacitación.

Debemos decir que la capacitación es función de línea y que dicho fenómeno debe entenderse en dos aspectos fundamentales, a saber:

a) La Capacitación en aulas .

Es la que se imparte en un centro establecido a propósito, y con un cuerpo de instructores especializados; conocida también como capacitación residencial o colectiva .

b) Capacitación en el trabajo .

Entendida como aquellas actividades que, directamente relacionadas con el trabajo cotidiano, pueden ser concebidas en forma sistemática y transformadas en un entrenamiento permanente. En este caso, la ayuda de los instructores del centro de capacitación es clave, pero es más importante aún el compromiso que el jefe debe tener al respecto; en síntesis, todo jefe debe ser líder en materia de capacitación y desarrollo. Aquí hacemos nuevamente mención del papel trascendente que desempeña todo jefe como responsable del entrenamiento de su personal .

De las dos formas anteriormente señaladas, la primera, es decir, la capacitación en aulas, ha cobrado hasta el momento más renombre y práctica. Este es el momento para hacer hincapié en que la capacitación permanente en el lugar de trabajo, no necesariamente impartida en una aula, es de igual o mayor importancia .

Cabe mencionar, por ejemplo, la política de algunas empresas en el sentido de que los empleados y ejecutivos, especialmente los técnicos y los de gran experiencia, tienen el deber de ser instructores .

Como complemento de lo anterior, debe asentarse otra vez el principio de que la capacitación es función de línea, es decir, un ejecutivo o jefe es responsable, en el grado que le corresponde, de que su personal esté debidamente adiestrado, -

capacitado y desarrollado.

c) Capacitación Externa.

Debido a las limitaciones que una empresa pueda tener, pensamos que esta no es autosuficiente, y que requerirá la ayuda de otras instituciones educativas para responder a sus necesidades. Algunas empresas por tanto, envían a sus empleados a tomar cursos fuera.

Ubicación en la Administración General.

A pesar de que vivimos una época de extraordinaria tecnificación, en que a la máquina casi se le considera omnipotente, es absurdo dejar de tomar en cuenta la motivación del hombre como la libre voluntad que lo mueve hacia el logro de resultados efectivos y que, mientras más preparado esté, mayor será su seguridad psicológica y su creatividad. Se ha comprobado que a través del entrenamiento, la capacitación y el desarrollo, el ser humano adquiere una especial motivación, que se orienta hacia mayores y mejores resultados, esto es, hacia la integración del grupo al que pertenece y hacia la productividad y el ahorro para la empresa. Básicamente, los programas de educación que motivan al empleado deben estar dirigidos a difundir las técnicas modernas de administración y los conocimientos propios del puesto del trabajo, debiendo programarse sobre bases periódicas y de acuerdo con las necesidades reales de la empresa.

Ahora bien, lo que importa es que ya sea por medio del responsable de la función personal, o del encargado directo de capacitación, el presidente, director general o gerente general de una organización quede enterado, oportunamente y con to -

da objetividad del caso, respecto de las investigaciones, objetivos y resultados de la función educativa. Lo anterior, en virtud de que los asesores de personal y entrenamiento tienen información que puede afectar sustancialmente a la organización, pues al hablar de la moral alta o baja del personal y, por tanto, de su alta o baja productividad, se está refiriendo a aspectos de importancia básica y es por esto que solo el líder de la empresa debe tomar, directamente, decisiones en estos casos.

El proceso lógico de la función de capacitación.

Etapas que de acuerdo con la lógica, se deben seguir para tener éxito en la función de capacitación. Brevemente enunciados son:

- 1) Investigación para determinar las necesidades reales que existan o que deban satisfacerse a corto, mediano y largo plazo: previsión.
- 2) Una vez señaladas las necesidades que han de satisfacerse, fijar los objetivos que se deban lograr: planeación.
- 3) Definir qué contenidos de educación son necesarios, es decir, qué temas, materias y áreas deben ser cubiertas en los cursos.
- 4) Señalar la forma y método de instrucción para cada curso.
- 5) Una vez determinado el contenido y forma, y realizado el curso, se deberá evaluar.
- 6) El seguimiento o continuación de la capacitación.

Organización de los Recursos Humanos.

En lo que se refiere a la organización de los recursos humanos, se debe dirigir - la planeación de la organización para identificar las tareas necesarias y lograr - los objetivos de la empresa, agrupándolos en puestos y asignándolos a individuos y grupos. Se debe proporcionar al personal responsable la información pertinente, los métodos apropiados de evaluación de rendimiento y la motivación para actuar a favor de los intereses de la compañía.

Formas comunes de la organización.

Se pueden clasificar en tres tipos:

- a) Organización lineal (escalar o militar)
- b) Organización funcional
- c) Organización de línea y asesoría (staff)

Organización Lineal (escalar o militar)

En forma "pura" solo se encuentra en organizaciones pequeñas.

La autoridad pasa directamente del jefe a sus subordinados, de éstos a los suyos y así sucesivamente. El flujo de autoridad es una línea no quebrada de arriba a - abajo.

Cada sección o departamento con el mismo nivel de autoridad es una entidad completa, independiente y autosuficiente.

El jefe de cada sección es supremo en su área y responsable solo ante su jefe.

Ventajas.

- 1.- La división clara de autoridad y responsabilidad hace trazable el cumplimiento

to o incumplimiento de las tareas.

- 2.- Dada su simplicidad, fácilmente se les puede disciplinar y controlar.
- 3.- Acción rápida, con el mínimo de burocracia.

Desventajas.

- 1) Falta de especialización y, por lo tanto, de eficiencia por ser expertos en todo.
- 2) Dificultad de conseguir personal con buena habilidad y conocimientos.
- 3) Se confía tanto en los supervisores, que se convierten en indispensables.
- 4) Se confía demasiado en la habilidad y conocimiento de los subordinados.

Organización Funcional.

- Proviene de las ideas de especialización de Frederick W. Taylor.
- Se dividen las actividades gerenciales en forma tal que cada uno tenga tan pocas funciones como sea posible para que se haga un especialista en - ellas. La autoridad se delega de acuerdo con las funciones.

Ventajas.

- 1) La especialización en la supervisión hace posible la eficiencia.
- 2) Es relativamente fácil encontrar gente con talento de supervisión, y entrenarlos para funciones particulares.
- 3) Se da al personal operativo supervisión especializada y concedora.

Desventajas.

- 1) Es difícil lograr disciplina, control y coordinación. La gente trabaja difícilmente en forma eficiente bajo dos o más supervisores.

- 2) Las áreas de autoridad tienden a superponerse y crear fricción.
- 3) Dificultad de definir y de identificar responsabilidad de mal desempeño.

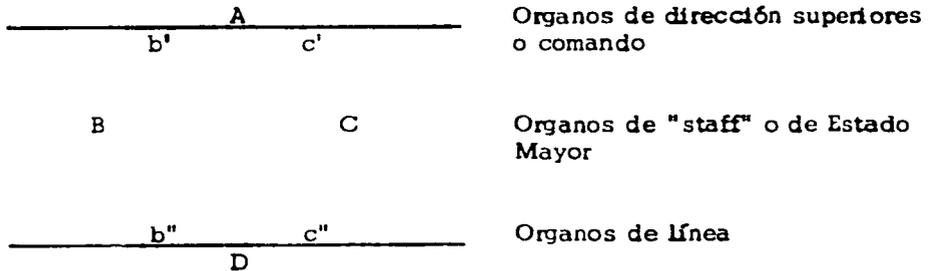
Organización de Línea y Asesoría (staff)

Combina las ventajas de las otras dos formas de organización en la mejor forma - posible.

Construcción de un Organigrama bajo el punto de vista técnico del Análisis Administrativo.

- 1) Base estructural y elementos gráficos esquemáticos.
 - a) Eje de construcción: Los distintos componentes estructurales deben obedecer a una distribución especial en función de un eje funcional.

Este esquema permite definir los "espacios funcionales del organigrama"



El campo A =

Incluye las unidades del nivel dirección, con función determinante en el nivel de decisión.

El campo B =

Incluye las unidades auxiliares que pueden ser agrupadas en dos áreas

b') parte superior - función asistencial auxiliar o administrativa.

b'') parte inferior - nivel de servicios generales.

El campo C =

Incluye las unidades asesoras, también agrupadas en dos áreas:

c') parte superior - función asistencial asesora.

c'') parte inferior - nivel de servicios técnicos normativos.

El campo D =

Incluye las unidades ejecutivas o de operación, con función aplicativa o de ejecución, a nivel de servicios de producción

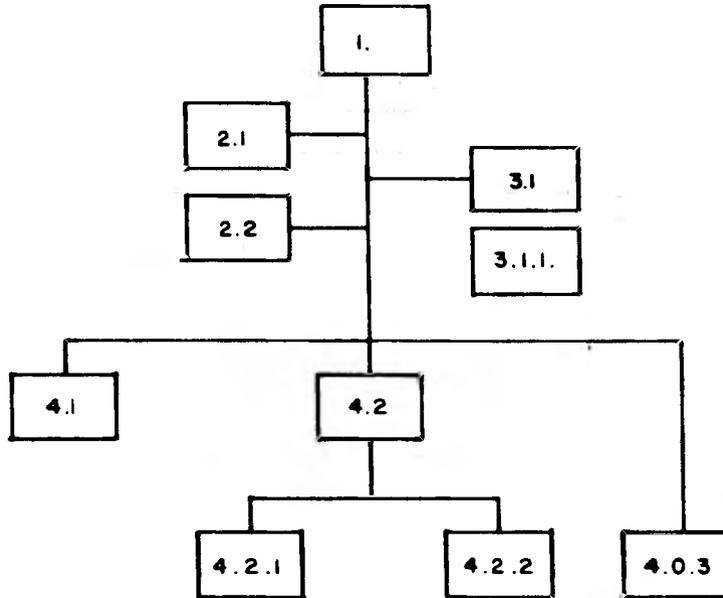
- b) Elementos gráficos: Las unidades estructurales (cargos, funciones, - personas) son representadas por figuras geométricas planas y cerradas. El rectángulo es la más utilizada, reservándose el círculo para casos especiales.

La unión entre los elementos estructurales se representa por líneas rectas, horizontales y verticales, que cambian de sentido en ángulos rectos u oblicuos.

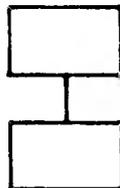
- 1) Las líneas llenas representan autoridad y/o responsabilidad directa.
- 2) Las líneas interrumpidas representan relación con estructuras ajenas a la institución.

2) Reglas de construcción.

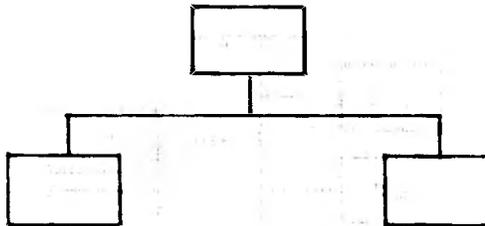
- a) Las unidades estructurales deben ser indicadas en cada rectángulo con sus nombres correctos y numeradas conforme un código, según sus funciones y niveles.



- b) Relación de autoridad y responsabilidad, se representa mediante líneas rectas llenas que liga el punto medio de la parte inferior del rectángulo superior (mayor nivel jerárquico), al punto medio de la parte superior del rectángulo inferior.



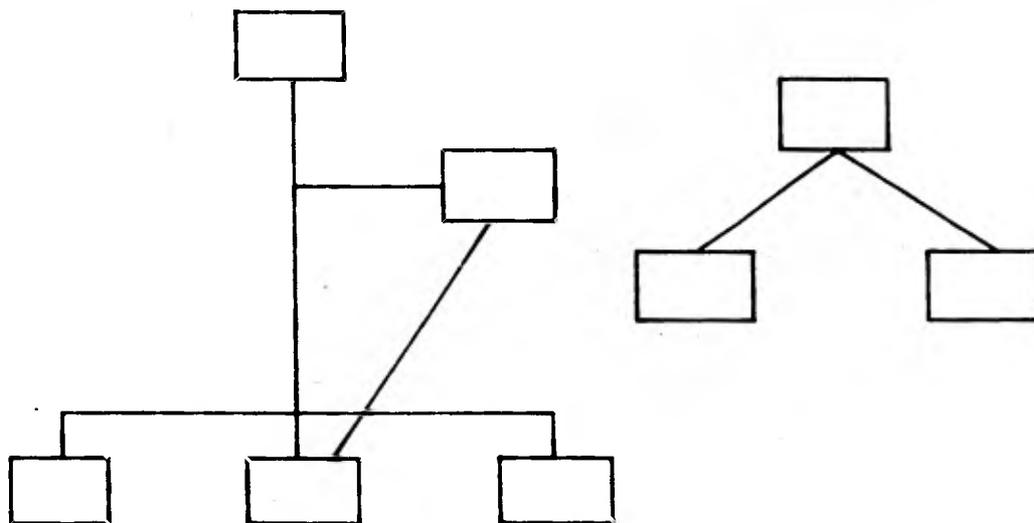
Cuando se combina en esta unión con líneas verticales y horizontales, se denomina a las verticales "líneas de responsabilidad" o de "mando", y a las horizontales, "líneas de subordinación".



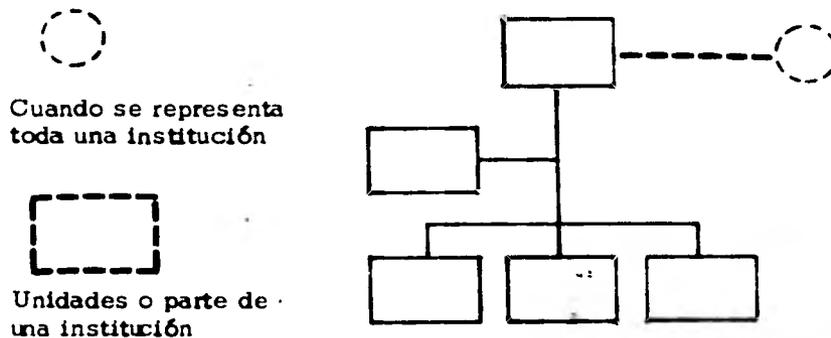
- c) La relación de coordinación horizontal entre unidades de igual nivel jerárquico, se representa mediante líneas horizontales que unen los puntos medios de las partes laterales de los dos rectángulos:



- d) La relación funcional o de "mando especializado" (generalmente entre unidades de "staff" y de "línea") se representa mediante una línea con tínua oblicua:

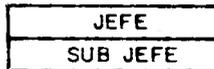


- e) La relación con unidades o instituciones ajenas a la organización, pero que mantienen contacto con ella en forma parcial, se representa con un círculo o rectángulo de líneas interrumpidas, ligadas lateralmente por líneas también interrumpidas horizontales.

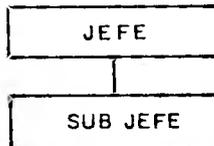


- f) Las unidades estructurales correspondientes a categorías jerárquicas superiores, deben estar ubicadas en la parte más alta del "espacio funcional" respectivo, con excepción de las unidades relativas a funciones asistenciales, para las cuales se puede utilizar el criterio de establecer la jerarquía por el tamaño del rectángulo. En general no se define jerarquía entre unidades de "staff" o "estado mayor", aunque se pueda hacerlo en caso necesario.
- g) Las posiciones de dirección multipersonales, que incluyen director y subdirector, se pueden representar de tres formas, siguiendo el grado de delegación de funciones entre las dos posiciones:

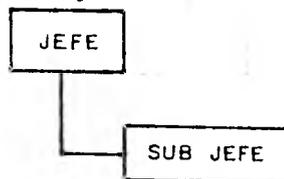
- 1) Relación tipo "Jefe/Jefe-Adjunto", en los casos en que ambos comparten totalmente las responsabilidades del cargo, sin definición específica y excluyente de funciones:



- 2) Relación tipo "Jefe/Jefe Asistente", cuando el jefe delega ciertas responsabilidades específicas y definidas del cargo, con exclusión de las demás:

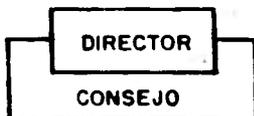


- 3) Relación tipo "Jefe/Asistente del Jefe", cuando el sujeto no tiene definida su responsabilidad, no le ha sido delegada función alguna y no se le ha permitido participar de la toma de decisiones:

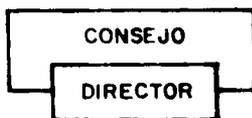


h) Los órganos colegiados directivos, de función determinante e interpretativa, se representan de tres formas en sus relaciones con la dirección de carácter ejecutivo:

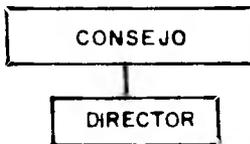
1) Cuando el Consejo es presidido por el Director:



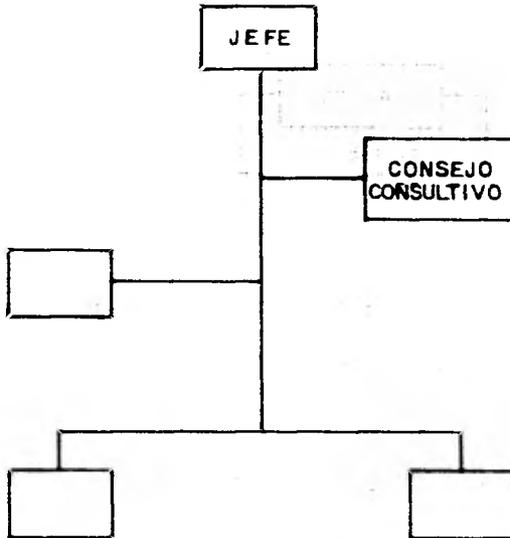
2) Cuando el Director no preside el Consejo pero participa en él, con funciones de secretario "ex-officio"



3) Cuando el Director no participa del Consejo:



- i) Los órganos colegiados consultivos, de función asesora, representáanse por rectángulos de mayor tamaño ubicados en el espacio funcional de función asistencial asesora:



Principios de la Integración:

- 1.- Adecuación del Hombre y Funciones. "El hombre adecuado para el puesto - adecuado". Todos los trabajadores de una empresa deben seleccionarse bajo el - criterio de que reúnan los requisitos mínimos para desempeñar el puesto, ya que, si escogemos a una persona que carezca de esos requisitos mínimos, ya sean fí- sicos, intelectuales o de aptitudes, por sencillas que parezcan las actividades a realizar, las efectuará mal.

- 2.- Previsión de Elementos Administrativos. "Cada trabajador debe tener a su - disposición todos los elementos administrativos necesarios para el desempeño de su puesto". Así como es incorrecto que un trabajador carezca de los elementos - materiales, tales como herramientas, maquinaria, materia prima, etc., también - es incorrecto y traerá graves deficiencias, el hecho de que un trabajador carezca de los elementos administrativos como adiestramiento, sistema de estímulos, tra- to humano y justo, etc.

- 3.- Importancia de la Introducción. "La introducción de un trabajador a la empre- sa reviste importancia básica". Si al introducir una máquina al taller u oficina se cuida que tenga un lugar apropiado, que las conexiones estén correctas, se le lu- brica, se le prueba, etc., con mayor razón se debe cuidar la introducción de un - trabajador, que como ser humano, tiene sentimientos, inteligencia, etc. de que - carece la máquina.

TECNICAS DE DIRECCION

Formas de motivación para el trabajo.

Una persona sin motivación en su trabajo se vuelve perezosa y maniática, siempre encuentra justificaciones para dejar de trabajar, una persona motivada trabaja entusiastamente, posee una iniciativa asombrosa y siempre encuentra formas de producir más y mejor.

Por eso el problema más difícil es encontrar la forma más atinada para que la gente trabaje. Este problema consiste básicamente en crear una situación en la que los trabajadores puedan satisfacer sus necesidades individuales mientras trabajan para alcanzar las metas de la empresa.

Autoritarismo.- Esta forma de motivación hace incapié en la autoridad y consiste en obligar a las personas a trabajar amenazándolas con despidos y castigos si no lo hacen. El supervisor autoritario sostiene la frase "sé fuerte", "sé rudo". Con - sigue que se haga el trabajo quebrantando toda resistencia y todo antagonismo, - mantiene una supervisión muy estrecha y acosa continuamente para que el trabajo se logre. Entre las consecuencias destacan por su importancia las siguientes:

- a) Los trabajadores sabotean el trabajo. Disminuye el ritmo de producción, - echan a perder gran parte de ésta y causan averías a la maquinaria.
- b) Los directivos y los trabajadores derrochan gran cantidad de energías que - riendo ser más listo el uno que el otro.
- c) La dirección sintiéndose defraudada replica a menudo en forma irracional, - imponiendo restricciones innecesarias.

- d) Los miembros del grupo conspiran para cubrirse mutuamente los errores.
- e) Se insiste en actividades infructuosas, ejemplo: ir continuamente al baño.
- f) Puede tener como resultados huelgas ilícitas y un estado general de irritabilidad, etc.

Esta forma de motivación está desapareciendo completamente de la empresa. Es cierto que dió buenos resultados en la antigüedad y en épocas de crisis pero en la actualidad un supervisor autoritario constituye una amenaza.

Paternalismo.- Si el autoritarismo sostiene "sé fuerte", el paternalismo sostiene "sé bueno". Esta forma de motivación surgió para contrarrestar los efectos negativos del autoritarismo. Consiste en que el jefe trata a los subordinados como un padre a sus hijos pequeños los protege, les da todo tipo de prestaciones, considerando que de esa manera los empleados trabajarán arduamente por lealtad o gratitud.

Esta teoría es exageradamente simplista, pues todos participan en igual medida de los beneficios, no hay ninguna recompensa al buen trabajo, así como ningún estímulo para aumentar el rendimiento, por otra parte, no considera que a nadie le gusta sentir que depende de otro y en ocasiones engendra rencores más que gratitud. Sin embargo, las prestaciones siempre son buenas y contribuyen a atraer para la empresa buenos trabajadores, disminuyen las bajas del personal, reducen las tensiones entre los empleados, lo que indiscutiblemente redundará en beneficios de la empresa.

La competencia.- Es una de las formas de motivación utilizada en la empresa -

actual, consiste en poner a competir dos o más personas, dos o más grupos entre sí. En casi todas las competencias los ganadores reciben premios pero también se puede competir por la simple satisfacción de ganar.

Se ha encontrado que entre los obreros resulta más efectiva la competencia entre grupos que entre individuos, pues parece como si los trabajadores gozaran con mayor sensación de pertenecer al grupo, con la excitación del juego y con la emoción de vencer. Sin embargo, entre los empleados y directivos cuenta con mayor aceptación la competencia entre individuos, no obstante, en uno y otro tipo de trabajadores es bien recibida la competencia en grupos.

La competencia combinada a otras formas de motivación ha dado magníficos resultados en la empresa, aunque su abuso ha originado serios perjuicios. Entre sus inconvenientes se señalan:

- 1.- En muchas labores resulta difícil medir quien ha tenido más éxito, puesto que hay labores donde es casi imposible medir el rendimiento en forma exacta de cada empleado.
- 2.- Hay individuos que no les gusta competir, ya sea por que se encuentran satisfechos o porque estén frustrados.
- 3.- La competencia exagerada ha llegado a desmembrar organizaciones enteras por las razones antes expuestas.

Tomando en consideración las limitaciones señaladas, las competencias, y sobre todo en equipo, es una de las formas de motivación que mejores resultados ha dado.

Convenio Implícito.- Esta forma de motivación consiste en negociar. La dirección alienta a los obreros para que rindan un volúmen razonable de producción - estableciendo un convenio en el que se determina que a cambio de ello habrá una supervisión también razonable. (Este convenio suele ser más por entendimiento - tácito de las partes que por contrato explícito).

El supervisor puede hacer concesiones ligeras y en general que se cometan violaciones sin importancia a las reglas convenidas y a cambio de estas indulgencias el trabajador acepta implícitamente trabajar con más ardor. Estos privilegios se mantienen solamente mientras el supervisor comprueba que los subordinados llevan a cabo una labor satisfactoria. De otro modo se suprimen tales privilegios.

De igual modo que el supervisor puede retirar las indulgencias si no encuentra la colaboración por parte de los subordinados, también los trabajadores pueden retirarle su colaboración si aquel deja de mostrarse indulgente. Es prácticamente - - una política de vivir y dejar vivir.

Esta forma de motivación tiene la ventaja de que los trabajadores gozan de una - sensación de independencia que les es negada bajo las formas de paternalismo y del autoritarismo; pero tiene la desventaja de que brinda muy pocas posibilidades de aumentar la producción. La verdad es que muy a menudo la producción se estabiliza en un nivel bajo.

Proporcionar satisfacciones en el trabajo.- Esta forma de motivación consiste - en proporcionar oportunidades de satisfacer necesidades mediante la realización del trabajo. Los empleados se sienten motivados a realizar esfuerzos cuando go-

zan de oportunidades para satisfacer necesidades por medio del trabajo.

Entre las principales satisfacciones que se pueden obtener en el trabajo tenemos:

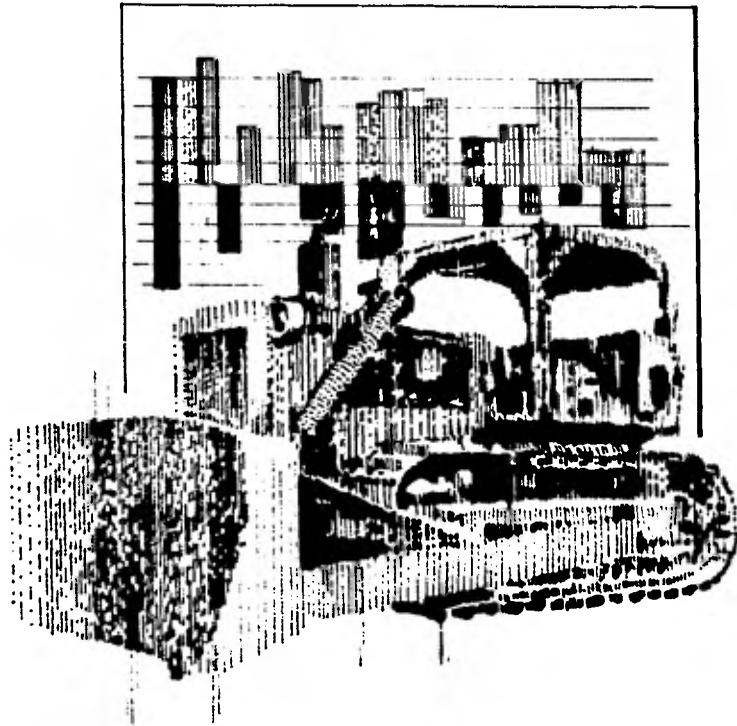
- 1.- Necesidades Orgánicas. Buen sueldo, comedores, bebederos, sanitarios - higiénicos, lugares de trabajo confortables, etc.
- 2.- Necesidades de Seguridad. Proporcionar todo el equipo de protección, no - permitir la realización de actividades peligrosas sin haber tomado todas las medidas de seguridad necesarias, no ser arbitrarios ni tener amenazados a los trabajadores, etc.
- 3.- Necesidades Sociales. Formar equipos deportivos, hacer reuniones de to - do el personal con diversos motivos, festejar onomásticos, cumpleaños, - etc.
- 4.- Necesidades de estimación. Acompañar y ayudar al trabajador en sus enfer - medades, en la pérdida de un ser querido, respetarlos íntegramente, etc.
- 5.- Necesidades de Autorrealización. Ascensos, cursos de capacitación, super - visión general, etc.

Todas las formas de motivación para el trabajo que hemos visto, son formas puras, simples, pero pueden combinarse y estructurar una nueva forma que reúna a dos o más de las motivaciones vistas.

El jefe debe adecuar a su trabajo estas distintas formas, de acuerdo a las circuns - tancias especiales de la genta que manda y de las actividades que realicen.

CAPITULO _____ 10

formulación de especificaciones



El ingeniero tiene que planear anticipadamente el equipo a utilizar en su proceso constructivo. Esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas en ciertas combinaciones que él sabe le producirán la obra de acuerdo a sus planes.

Se le presentan alternativas, una de las cuales escogerá para realizar las obras. Esto constituye una decisión, la cual es una selección entre dos o más alternativas de equipo a escoger.

La toma de decisiones puede realizarse intuitiva o analíticamente. Si se aplica la intuición se usa lo que ha sucedido en el pasado y aplicando este conocimiento se aplica lo que puede suceder a futuro, y en función de ésta se toma la decisión. La decisión tomada analíticamente consiste en un estudio sistemático y evaluativo, y en función de este estudio se selecciona el equipo más adecuado. Ambos métodos se utilizan comúnmente en la adquisición de equipo.

Si se quiere hacer la selección de un camino entre varios que se presentan y que solucionará el problema, tendremos que comparar las posibles soluciones o alternativas. Se presenta el problema de como compararlas. ¿En función de que? - El ingeniero deberá pues determinar un objetivo que le servirá para evaluar dichas alternativas. Esta labor del ingeniero está orientada a la economía, es decir, adecuar el costo a la satisfacción de la necesidad.

La valuación de las alternativas será una evaluación de tipo económico, habrá que determinar el costo de las entradas a lo largo del tiempo y el beneficio que proporcionará a la salida. De la comparación de estos costos - beneficios, saldrá una manera de comparar las alternativas en que se basará la toma de decisión.

nes, el ingeniero deberá tener un conocimiento profundo de los costos y deberá poder definir los costos por el uso de su alternativa.

El procedimiento para tomar estas decisiones deberá ser una vez definido el problema, analizarse; en esta fase se recaba toda información que nos dé conocimiento completo del problema con el fin de definir y valorar el mismo, lo que traerá una depuración de las distintas alternativas que se formularán en la siguiente etapa de decisión. Esta se hará tomando en cuenta el objetivo. En la siguiente fase se toman todas las alternativas posibles.

La tercera fase consiste en comparar estas posibles alternativas en función del objetivo y al final de esta podremos tomar ya una decisión que vaya al objetivo propuesto. Por último se considera una fase de especificación e implementación, en la cual se hace una descripción completísima del equipo elegido y su funcionamiento.

Restricciones.- En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o limitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseñador, de limitaciones propias de la compañía o restricciones exteriores.

Especificar la solución.- Para este punto una vez elegida la solución en la toma de decisión se deberán especificar los atributos y características de funcionamiento de la misma con tanto detalle como se requiera para que las personas que van a participar en su implantación, conozcan lo necesario. Cuando el que planea es una persona diferente de la que ejecuta, es preciso elaborar cuidadosamente documentación tan completa que pueda comunicar a otros la decisión.

Se hace mención de la necesidad de la solución propuesta y se especifica ésta - mediante dibujos y documentos y se justifican sus características y funciona- - miento, en ocasiones es necesario acompañar el trabajo con un resumen del pro- ceso decisorio y de los argumentos para seleccionar, de tal manera que si se re- quiere en algún momento revisar la solución, ésta pueda hacerse fácil y rápida - mente.

Implantación.- Es muy frecuente que al implantar la solución, se presenten con- diciones no previstas que obliguen a modificar en poco o mucho la solución es- pecificada.

También puede suceder que la realidad no conteste lo previsto en el análisis. - En ambos casos es muy conveniente que en estas modificaciones necesarias in- tervenga la persona que se encargó de seleccionar la alternativa, pero no variar la acción desde el punto de vista del objetivo.

Una vez delimitada la relación de alternativa escogida, se inicia el procedimien- to para lograr la adquisición del equipo requerido, la cual puede seguir un curso como el ejemplificado:

- 1) Delimitar la relación de adquisición de equipo y maquinaria del ejercicio.
- 2) En base a la información, la oficina indicada solicita a las compañías - proveedoras folletos técnicos de vehículos, equipo o maquinaria que es re- querido de acuerdo a la alternativa escogida.
- 3) Las compañías proveedoras proporcionan folletos técnicos al departamento que los requiere.

- 4) El departamento técnico recibe los folletos y los analiza para seleccionar lo que está dentro de las especificaciones que requiere su decisión o alternativa tomada.
- 5) En base a los estudios realizados de los folletos, la oficina o departamento técnico realiza las especificaciones detalladas del vehículo, maquinaria o equipo que se desea adquirir.
- 6) La oficina o departamento formulará especificaciones detalladas como las que se anexan, en un ejemplo de una motoconformadora tendem y otro ejemplo más detallado de un pick-up con capacidad de una tonelada, las cuales pasarán al departamento de proveeduría o compras para su adquisición.
- 7) Dicho departamento de proveeduría o compras se encargará de adquirir el equipo, así como solicitar sus manuales tanto de conducción como de mantenimiento para su mantenimiento posterior de dicho equipo; así mismo el curso necesario que solicite capacitación para sus operarios y mecánicos.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE MAQUINARIA

MOTOCONFORMADORA TANDEM

MOTOR:	Diesel de 110 a 125 H.P.
TRANSMISION:	Tipo servotransmisión con convertidor de par.
DIRECCION:	Hidráulica
CONTROLES:	Hidráulicos
SISTEMA DE FRENOS:	Hidráulico de servicio y mecánico de estaciona miento.
ESCARIFICADOR:	Tipo V con 11 dientes.
SISTEMA DE ALUMBRADO:	Dos faros delanteros y dos calaveras de frenos .
CASETA:	Metálica de tipo abierto.
NEUMATICOS:	6 medida 13-24 10 lonas.
CATALOGOS Y MANUALES:	De partes, operación, mantenimiento y taller.

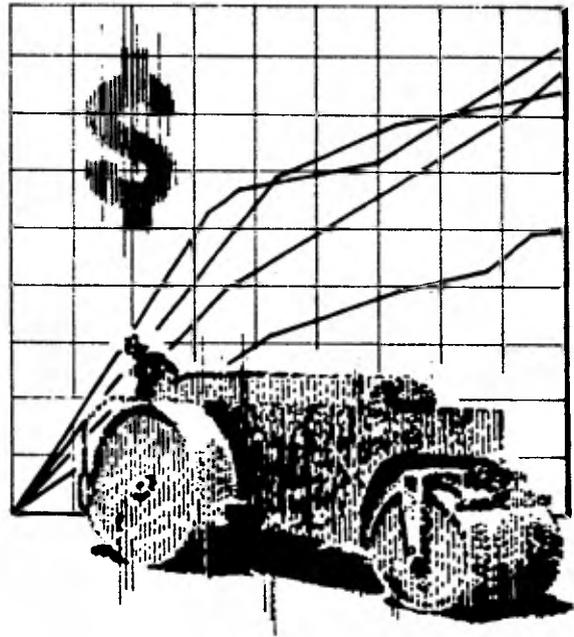
ESPECIFICACIONES GENERALES

PICK-UP 1 TON.

TIPO:	Pick-Up
CAPACIDAD:	1 Tonelada
DIMENSION DE LA CAJA:	Largo 1800 Ancho 1400 Alto 400
MOTOR:	Gasolina 4 tiempos
POTENCIA:	76 H.P. a 90 H.P.
NUMERO DE VELOCIDADES:	4 y reversa
FRENOS:	Delanteros de disco, traseros de tambor
RUEDAS:	4 x 14"
NEUMATICOS	6.70 x 14 c/cámara

CAPITULO _____ 11

**costos y remplazo
de maquinaria
para la construcción**



COSTOS Y REEMPLAZO DE MAQUINARIA

Siempre será un tema de gran actualidad lo relativo a costos de maquinaria dentro de la industria de la construcción, pues es evidente que la intervención del recurso maquinaria, en obras públicas o privadas y en especial en aquellas relativas a construcción pesada, tiene una gran influencia en el costo total de las obras y como consecuencia en los precios unitarios que forman parte del contrato.

Debemos estar siempre conscientes de que en los costos de maquinaria, que dependen en principio de los precios de adquisición, son determinantes aquellos factores que afectan las condiciones del mercado. Sabemos que el equipo de construcción está continuamente modificándose debido sobre todo a las investigaciones científicas que llevan hacia un avance tecnológico y que produce continuamente mejores máquinas y de mayor capacidad. Influyen por lo tanto en los precios de adquisición, no solamente el concepto de inflación que hoy está de moda, sino también otros factores como los avances tecnológicos, los incrementos en el costo de mano de obra, negociaciones con el proveedor, como son las condiciones de financiamiento y las facilidades de pago, incremento en el costo de las materias primas y situación económica de los países productores.

El propietario del equipo debe tomar en cuenta todo este tipo de aspectos con objeto de que cuando quiera reponerlo pueda estar en condiciones de ello, amortizando su equipo debidamente y evitar situaciones de descapitalización que se presentan con frecuencia y que pueden ser un motivo de una situación económica difícil en las empresas de construcción.

Los factores tradicionales que se utilizan para integrar el costo horario de maquinaria son cargos fijos, consumos y la operación. Los cargos fijos se refieren a depreciación y el mantenimiento.

De estos los que influyen con una mayor intensidad son la depreciación y el mantenimiento, por lo que, en cuanto al criterio para determinarlos son conceptos muy discutibles, especialmente la depreciación que es la base para analizar todos los cargos fijos y que se establece en función al período de vida económica.

Existen muchos criterios para fijar la vida económica de las máquinas, pues varía con los valores originales y de rescate, métodos de depreciación, costos de mantenimiento y operación, aspectos financieros, valor actual del dinero y devaluación, costos de adquisición de máquinas nuevas, avances tecnológicos y obsolescencia y la política que se establezca para reposición de equipo.

Criterios para determinar vidas económicas.

El concepto de la vida económica de la maquinaria se maneja continuamente en la industria, sin embargo en pocas ocasiones se comprende su trascendencia y la gran influencia que tiene en los resultados económicos de las personas morales o físicas que sean las dueñas del equipo.

Los plazos que frecuentemente se establecen para la duración de la vida económica son hasta cierto punto arbitrarios y apoyados casi siempre en experiencias ajenas a los dueños de los bienes de producción, como son catálogos de fabricantes, libros o folletos publicados por alguna entidad que ha tenido el cuidado de recopilar información de fuentes apegadas a la realidad del uso del equipo y

crear con esto índices estadísticos.

Una de las causas más frecuentes de no establecer el período de vida económica en forma realista, es la falta de control y de información del poseedor de la maquinaria, pues de contar con los datos suficientes se tendrían estadísticas para imponer el criterio propio y no tener que apoyarse en valores numéricos que representan grandes promedios y que no obstante pueden ser cifras dignas de confianza, no se adaptan a la realidad de cada caso. Prueba de esto es que los propios editores de los catálogos, folletos o libros, señalan en forma muy determinante en el prólogo, que las cifras son resultados de estadísticas restringidas a determinadas condiciones y que solo el propio interesado debe determinar los valores convenientes para fijar la vida económica del equipo.

Los valores de vida económica se presentan generalmente en años y horas efectivas y estas unidades se emplean para integrar los costos horarios del equipo y precios unitarios e diversos conceptos de trabajo. Lo más conveniente y sano sería contar con experiencias propias para que el importe del precio fuera más preciso del que resulta apoyándose en información ajena o simplemente en la intuición.

Siendo el equipo un valor dentro del balance de una empresa siempre debe manejarse con todas las características de una inversión, sobre todo en la actualidad en que los precios de adquisición son elevados.

Debemos planear las decisiones de comprar, rentar, reconstruir o reemplazar una máquina y para tomar las decisiones, hacer una evaluación con todos los métodos que se utilizan para evaluar proyectos, garantizando, así, que sea una in

versión redituable y que produzca beneficios de modo que la relación del beneficio sobre el costo siempre sea mayor que la unidad.

Como en cualquier análisis de inversión, se deben calcular los beneficios, compararlos con los costos fijos y de operación, buscando maximizar la producción, minimizar los costos y obtener la mejor utilidad. Dado el ritmo inflacionario actual, cualquier método de evaluación que se utilice como el beneficio costo, tasa de rendimiento, etc., conviene actualizarlo a valores actuales para acercarnos más a la realidad.

Con las ideas anteriores podemos buscar una definición de vida económica y pueden establecerse entre otras las siguientes:

- Es el plazo en que la operación de la máquina produce las mayores utilidades.
- La fecha en la cual el costo de la operación total de la máquina hacia el futuro inmediato será mayor que el costo total actual de la operación de una máquina nueva.
- Plazo que maximiza utilidades durante su uso.

En síntesis las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas señalan que es un período durante el cual se debe obtener los máximos beneficios durante su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo, pero las utilidades tenderán a disminuir.

Aparentemente puede existir la idea de ingratitud al rechazar a la máquina que llegó al término de su vida económica, pero todavía en muchas ocasiones se puede aprovechar utilizándola con otro criterio. En caso de que no se vendiera,

puede trabajar a niveles inferiores de producción donde se requiera menos potencia.

Otra forma de aprovechar la máquina usada es reconstruirla e iniciar un nuevo ciclo de depreciación si esto conviniera.

Para orientar las decisiones en relación a vida económica o tiempo de reemplazo de una máquina se deben considerar:

- a) Cada propietario de equipo debe fijar ese plazo para cada máquina o tipos de máquinas según el caso.
- b) Al hacer el estudio correspondiente tomar en cuenta no solamente los cargos fijos establecidos a la fecha, sino también aspectos económicos y tecnológicos actuales como son la inflación y obsolescencia.
- c) Llevar un riguroso control durante el uso de la máquina para contar con la información correcta y suficiente acerca de horas de trabajo, reparación, ocio y los costos correspondientes.
- d) Fijar un sistema de depreciación de acuerdo a la política económica de cada empresa.
- e) Estar pendiente de las mejoras de los modelos existentes o de la fabricación de máquinas novedosas de mayor eficiencia.
- f) Vigilar continuamente las variaciones en el mercado de la maquinaria, precios de unidades nuevas, usadas y rentas de equipo.
- g) Las decisiones acerca de vida económica y reemplazo de equipo deben estar firmemente apoyadas en el análisis económico, comparando alternativas sobre la conveniencia de retirar, reemplazar, rentar y reconstruir el

el equipo.

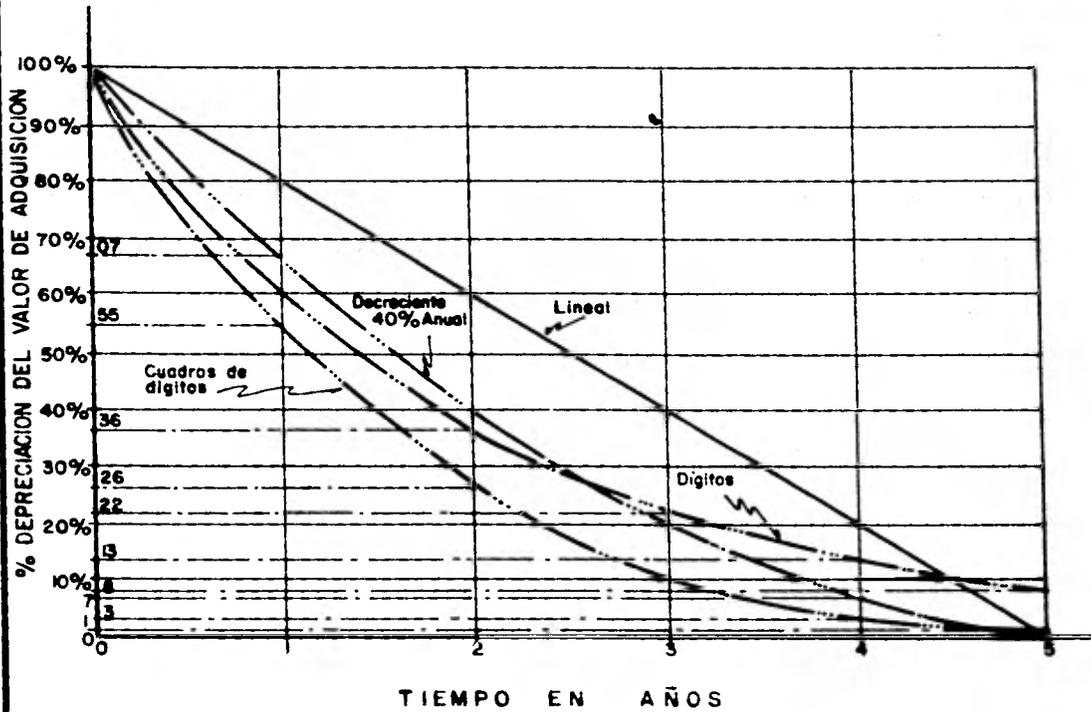
El tema de vida económica es paralelo al de reposición de equipo, pues es consecuente reemplazar una máquina cuando llega al término de aquel período en el cual ofrezca los máximos beneficios.

Sin considerar las condiciones del mercado los factores de tipo técnico que inciden en los costos horarios de las máquinas son fundamentalmente la depreciación y los cargos por mantenimiento. Si relacionáramos estos costos con los beneficios se observaría que a través del tiempo los costos de utilización irían aumentando para sostener los mismos beneficios y, por lo tanto, disminuirían las utilidades. En términos generales, se observa que la diferencia entre los ingresos producidos por el trabajo de la máquina menos los egresos necesarios para su operación, que viene siendo la utilidad, en los primeros años de la vida de la máquina es ascendente, llegando a un punto crítico máximo y de ahí en adelante los beneficios tienden a disminuir.

Considerando la depreciación como una disminución en el valor original del equipo por el trabajo realizado a través del tiempo, se comprende que es una forma de recuperar la inversión.

Hay muchas definiciones de depreciación, entre otras podríamos citar la que indica que, es la distribución en el tiempo de los valores activos del capital menos el rescate a través de su vida económica en una forma racional y sistemática.

PORCENTAJES DE DEPRECIACION ANUAL



PORCENTAJES DE DEPRECIACION ANUAL

DEPRECIACION	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6
LINEAL	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	0
DECRECIENTE 40 % SOBRE SUELDOS ANUALES	40 %	24 %	14 %	9 %	5 %	3 %
SUMA DE DIGITOS	33 %	27 %	20 %	13 %	7 %	0
CUADRADOS DE DIGITOS	45 %	29 %	16 %	7 %	2 %	1 %

El valor de rescate influye en la depreciación, a veces este valor se hace igual a cero, con objeto de compensar condiciones imprevistas, sin embargo muchos autores insisten en que cuando menos debe aplicarse un valor mínimo puesto - que siempre existirá una recuperación aunque sea chatarra.

Intereses.

Al cargo por intereses en algunas ocasiones se le llama cargo por inversión. Toda inversión en bienes de producción tiene un costo, el derivado del uso del dinero. Quizá una forma más clara de presentar este cargo sería señalando que si en lugar de invertir en maquinaria de construcción se ahorrará la misma cantidad en una financiera, este capital redituaría un interés de acuerdo con las tasas oficialmente aceptadas o por otra parte si se tiene que recurrir a una institución financiera para comprar el equipo, sería necesario pagar una cantidad en efectivo por el uso del dinero que representa el interés que la banca cobra por financiar la adquisición de bienes de producción.

La determinación de la tasa que debe utilizarse para calcular este cargo por inversión es variable.

Al valor del capital medio invertido se le aplica la tasa anual correspondiente y se obtiene el cargo anual por inversión, el cual dividido entre el número de horas que la máquina trabaja por año arroja el cargo horario por este concepto.

$$CMI = \frac{V_a - V_r}{2}$$

CMI : Capital medio invertido

V_a : Valor de adquisición

V_r : Valor de rescate

Seguros .

En este concepto deben incluirse todos aquellos cargos resultantes por el aseguramiento de la maquinaria de la construcción con empresas dedicadas a este propósito, pero también se puede considerar el autoaseguramiento o sea que el propietario del equipo acepte todos los riesgos derivados por el transporte y el uso de las máquinas en lugar de pagar los servicios a terceras personas .

El cargo horario por seguros debe definirse en función del capital medio invertido, aplicando a este valor la tasa o prima anual que cobran las empresas aseguradoras y dividirlo entre el número de horas que las máquinas trabajen al año .

Es a todas luces recomendable que no se pretenda ahorrar en este renglón sino al contrario debe establecerse una política sana de aseguramiento de las máquinas y evitar con esto, circunstancias imprevistas que puedan lesionar la economía de una empresa constructora .

Almacenaje .

Siempre existirá un período durante el cual las máquinas permanezcan en ocio - por falta de contratación o por condiciones climatológicas y en estos casos será necesario estacionarlas y almacenarlas debidamente para evitar que sufran deterioro, razón por la cual existirá un cargo por almacenaje .

Lo anterior motiva hacer gastos por la adquisición del terreno, la erección de talleres y almacenes o la renta de estos en caso de no poseer patios de almacenamiento, el personal necesario para la vigilancia, el mantenimiento de estas

instalaciones, el transporte a estos sitios, las maniobras de carga y descarga, el personal necesario para la lubricación, mantenimiento y pintura.

Todo esto puede reflejarse en la siguiente fórmula:

$$Ca = S/At (A + Ra + Pv + Cm + T + M + Po + Mt)$$

donde:

Ca = Costo anual por almacenaje

S = Superficie ocupada por la máquina en m²

At = Area total en m²

Ra = Renta anual

Pv = Costo anual del personal de vigilancia

Cm = Costo anual de mantenimiento en almacén

T = Costo anual del transporte

M = Costo anual de maniobras

Po = Costo anual del personal para operaciones

Mt = Costo anual de materiales

Las bases y las normas para la contratación de obras públicas señalan que para calcular el almacenaje debe aplicarse la siguiente fórmula:

$$A = Ka D$$

donde:

Ka = Es un coeficiente que multiplica a la depreciación por hora.

El valor de este coeficiente es variable en función al tipo de empresa de que se

trate, sin embargo, frecuentemente se utiliza un 10% de la depreciación.

Mantenimiento.

El costo de mantenimiento es uno de los costos más significativos, este se divide en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo corresponde a los gastos ocasionados en reparaciones menores y en el mantenimiento como su nombre lo indica para conservar en condiciones de trabajo la máquina durante su vida útil sin necesidad de interrumpir gravosamente su ritmo de trabajo.

El mantenimiento correctivo corresponde a las erogaciones por concepto de reparaciones generales en las que sí es determinante desarmar totalmente y dejar al equipo nuevamente en condiciones de trabajo. Este mantenimiento sí ocasiona paros en los frentes de trabajo que hay que prever con equipo alternativo.

El costo total de mantenimiento es la suma de los dos anteriores.

El costo acumulado entre las horas trabajadas acumuladas nos determinan el costo de mantenimiento hora promedio acumulada; este costo es siempre creciente y aconseja en forma determinante sustituir el equipo. Este costo siendo el más significativo es muy importante vigilarlo pues su correcta interpretación repercute considerablemente en rendimiento, eficiencia, producción, rentabilidad, vida útil, máquina parada, etc.; es sin duda un renglón a desarrollar con alta técnica y control por los beneficios que representa.

Escalación.

Actualmente en la contratación de obras públicas se está analizando la forma de incorporar cláusulas de ajuste que permitan tomar en cuenta el efecto de la inflación en el valor de los materiales, la mano de obra y los equipos de construcción. En este último aspecto si los propietarios del equipo no toman en cuenta los posibles precios, hacia el futuro, existirá el peligro de una descapitalización, por lo que si no existen cláusulas de ajuste de precios unitarios en los contratos de obra pública es necesario incorporar el cargo por escalación en el costo horario de la maquinaria, pues continuamente aumentan los precios del equipo y disminuye el poder adquisitivo de la moneda.

Cargos variables.

Son los que se derivan de los consumos y salarios de operación del equipo, diferenciándose de los cargos fijos en que se considera. Siempre existen a pesar de que la máquina esté en ocio.

Los cargos por consumo son:

- a) Fuentes de energía motriz requeridas como son: combustible diesel, a gasolina, electricidad, aire comprimido, vapor de agua, etc.
- b) Aceites lubricantes.
- c) Llantas, cuyo importe debe deducirse del valor de adquisición de la máquina para que puedan manejarse como elementos de consumo.
- d) Piezas de desgaste rápido, que no están incluidas en el cargo por mantenimiento.

Operación.

El cargo por operación de equipo se refiere a los salarios de los operadores y - ayudantes incluyendo todas las prestaciones que señalan las leyes correspon - dientes, las cuales transformadas a valores horarios forman parte del costo por hora efectiva de las máquinas.

Adicionalmente siempre existirán remuneraciones distintas a las señaladas por la ley, como son las bonificaciones que en mayor o menor grado deben otorgar - se y sin las cuales faltaría el incentivo que motiva a lograr la máxima produc - ción durante el desarrollo de los trabajos.

Capacitación.

Otra erogación que no debe escatimarse es la originada por la capacitación para elementos especializados y aquellos que por sus aptitudes naturales pueden for - mar parte de las futuras cuadrillas de operación.

Maquinaria en ocio.

El costo de la maquinaria siempre se calcula en función del trabajo efectivamen - te realizado, sin embargo, en muchas ocasiones se requiere integrar lo que cues - ta un equipo en ocio debido a que no puede trabajar o retirarse por razones aje - nas al propietario del equipo, y que debe estar presente en la obra, como en el caso de los trabajos de emergencia, de suministro inoportuno de recursos o da - tos del proyecto, o cuando se requiere tener máquinas de reserva para garanti - zar el cumplimiento de los programas de construcción, máquinas de acarreo inac

tivas durante la carga correspondiente, dragas hincando cilindros de puentes - durante el tiempo de espera para los colados de concreto, etc. En fin, habrá - muchas ocasiones en que se requiera calcular el costo horario de las máquinas en ocio.

Concretamente un criterio para calcular costos horarios de equipo en ocio sería:

- a) Para efectos de la depreciación se puede considerar el plazo fiscal de - amortización, puesto que una máquina estacionada se está depreciando - por razones de obsolescencia e inflación.
- b) Los cargos por intereses, seguros, almacenaje e impuestos en su caso - siempre gravan a las máquinas en ocio.
- c) El mantenimiento deberá incorporarse al cargo por hora ociosa cuando los - períodos en que no se trabaja son más o menos prolongados. En caso con- trario solamente deberá tomarse en cuenta el mantenimiento menor.
- d) No existen cargos por consumos.
- e) Debe incluirse el salario del operador a excepción de que se hubiera con - siderado en los costos por hora efectiva.

Lo más conveniente es procurar que las máquinas no estén en ocio, puesto que - pagar por no producir es un despilfarro, con excepción de aquellos casos en los cuales sea necesario programar equipo en ocio para garantizar la terminación - oportuna de los trabajos.

Problemas de estandarización.

Para hacer el análisis de reemplazo se debe contar con que la información proveniente de cada una de las máquinas sea homogénea.

Datos obtenidos con criterios diferentes distorsionan los resultados y llevan a decisiones incorrectas.

Básicamente lo que hay que cuidar es definir cada costo lo más claramente posible y vigilar su correcta determinación.

Análisis muy provechosos pueden hacerse del costo de conceptos e independientes del análisis de reemplazo, que por sí solos justifican el esfuerzo de estandarizar criterios.

Por mucho tiempo se ha supuesto que es económicamente conveniente la estandarización del equipo de construcción pesada.

La estandarización de la información se facilita con la estandarización del equipo.

La utilización de diferentes clases de equipo tiende a incrementar tiempos perdidos y a disminuir la producción.

Adicionalmente a la estandarización de la información se tienen ciertas ventajas como son:

- Conocimiento del equipo por operadores

- Conocimiento del equipo por personal mecánico
- Refacciones disponibles y conjuntos
- Mejoramiento en las técnicas de mantenimiento

Por estandarización no se debe entender necesariamente trabajar con una sola - marca, sino estandarizar motores, transmisiones, componentes y conjuntos de un mismo tipo o línea.

Económicamente se puede cuantificar el ahorro:

- a) En inventario de refacciones
- b) En mantenimiento
- c) En menor costo para estandarizar motores de la misma línea

También se pueden presentar ciertas desventajas que hay que medir por los efectos que causen en ciertos trabajos.

Inflexibilidad.- Utilización de capacidad no necesariamente adecuada. Rendimiento dudoso en trabajos de gran volumen que puede ser mejorado con otro equipo. Al contrario, capacidad sobrada que implica una gran inversión pudiendo - - utilizar un equipo más sencillo y económico.

Dependencia.- Al estandarizar se corre el riesgo de depender de una sola marca, fabricantes o proveedor y ello puede ocasionar consecuencias negativas por falta de refacciones, de asistencia técnica o un alto costo de refacciones.

El problema para cualquier equipo que consideremos se puede resumir por la siguiente pregunta: ¿en qué momento hay que reemplazar el equipo?

Ejemplo:

Uno selecciona aquel donde el costo anual de utilización es el mínimo.

Seleccionar entre los equipos A y B susceptibles de otorgar los mismos servicios.

Equipo A. - Valor de compra es de \$50,000.00, sus costos de utilización anual son de \$8,000.00 por primeros cinco años y aumentan \$2,000.00 por año.

Equipo B. - Valor de compra es de \$25,000.00, sus costos de utilización anuales son de \$12,000.00 por año.

Consideremos los efectos de la actualización, que son tan significativos cuando hay reemplazo o selección de equipo para diferentes horizontes de tiempo.

Si C es el valor de compra de uno de los equipos y $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ son los costos totales de utilización al cabo de 1.2.....n años, el costo total acumulado es:

$(C + F_1)$ para el primer año

$(C + F_1) + F_2$ para el segundo año

$(C + F_1) + F_2 + \dots + F_n$

El razonamiento consiste en calcular el costo total actualizado como se indica a continuación.

$P(N)$ = Valor actualizado

$$P(N) = (C + F_1) + F_2/(1 + I)^2 + \dots + F_N/(1 + I)^N$$

P = Valor presente

F = Valor futuro

N = Número de períodos considerados

$$FPSVA = 1 / (1 + I)^N$$

FPSVA = Factor de plazo simple valor actual

Fórmula general para la actualización simple

$$P = F / (1 + I)^N$$

$$P = FPSVA$$

El costo anual medio está dado por la cantidad X que habría que erogar durante N años para financiar la cantidad de este cargo $P(N)$.

Relación que se expresa a continuación:

$$X = \frac{x}{1+I} + \frac{x}{(1+I)^2} + \dots + \frac{x}{(1+I)^{N-1}} = P(N)$$

Si hacemos $R = 1 / 1 + I$

desarrollando tenemos que:

$$X = \frac{P(N) (1 - R)}{I - R^N}$$

Es este el cargo anual X que hay que minimizar para una selección conveniente - durante la duración de la utilización N .

El mínimo de X es para $N = 9$, donde por lo que su mínimo costo anual de utilización es de \$17,453.00. El equipo A debe ser reemplazado al noveno año.

Aplicando exactamente el mismo método para el equipo B vemos que tiene un tiempo óptimo de reemplazo para $N=8$, donde tenemos un costo mínimo medio anual - de utilización de \$16,000.00.

Por lo tanto, la estrategia óptima es seleccionar el equipo B con la táctica de -
reemplazo de cada 8 años.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ackoff L. Russell.- Un concepto de planeación de Empresas.- Editorial Limusa.- México 1978.
- 2.- Adil Gabay.- Máquinas para Obras.- Editorial Blume.- España 1974.
- 3.- Adil Gabay.- Maquinaria Auxiliar de Obra.- Editorial Tecnos, S.A., España 1975.
- 4.- Beaty R.W. and Binz C.V.- Hot Process Recycling of asphalt pavement materials (State of the Art). Technical Paper Series. 790535.- Editorial Society of Automotive Engineers, Inc.- USA.- 1979.
- 5.- Buffa E y Taubert W.- Sistemas de Producción e Inventario.- Editorial Limusa.- México 1978.
- 5.- Benitez Esparza Pedro Luis.- Técnicas Modernas de Producción de Agregados. Facultad de Ingeniería.- UNAM.- México 1975.
- 6.- Barber Greene Company.- Principios en que se basa la acabadora de Asfalto. Editorial Barber Greene Co. USA 1972.
- 7.- Barber Greene Company.- Bituminous. Construction Handbook.- Editorial Barber Greene Co. USA 1979.
- 8.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de los Camiones. Editorial Caterpillar Tractor Co. USA. 1976.
- 9.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de la Compactación.- Editorial Caterpillar Tractor Co. USA, 1971.
- 10.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de tractores de carriles.- Editorial Caterpillar Tractor Co.-USA. 1975.
- 11.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de los motores Diesel.- Editorial Caterpillar Tractor Co. USA. 1974.
- 12.- Caterpillar Tractor Co. Fundamentos sobre Sistemas Hidráulicos.- Editorial Caterpillar Tractor Co. USA 1974.
- 13.- Caterpillar Tractor Co. Fundamentos de las excavadoras. Editorial Caterpillar Tractor Co.- USA. 1975.
- 14.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de las Motoniveladoras. Editorial Caterpillar Tractor Co.- USA. 1976.
- 15.- Caterpillar Tractor Co.- Fundamentos de las Traillas.- Editorial Caterpillar Tractor Co.- USA, 1976.
- 16.- Caterpillar Tractor Co. Fundamentos de los Cargadores de Ruedas y de Carriles.- Editorial Caterpillar Tractor Co. USA. 1973.
- 17.- Cowden Roger H.- Un estudio de la moderna compactación vibratoria de asfalto y sus beneficios. Editorial Koehring Compaction and General Equipment Group. USA. 1976.

- 18.- Deere J. Co.- Fundamentos de Técnica Aplicada, Motores.- Editorial Lito - diseño.- México, 1978.
- 19.- Deere J. Co. Fundamentos de Técnica Aplicada, Sistemas Eléctricos.- Editorial John Deere Co.- USA. 1968.
- 20.- Deere J. Co. Fundamentos de Técnica Aplicada, Hidráulica, Editorial John Deere Co.- USA. 1967.
- 21.- Deere J. Co.- Fundamentos de Técnica Aplicada, Transmisiones de Fuerza. - Editorial John Deere Co.- USA. 1969.
- 22.- División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.- Apuntes del Curso "Equipo de Construcción"- Editorial División de Educación Continua.- Facultad de Ingeniería UNAM.- México, 1978.
- 23.- Ediciones Nauta.- Enciclopedia de la Técnica y de la Mecánica.- Editorial Ediciones Nauta.- España 1970.
- 24.- Galabru Paul.- Maquinaria General en Obras y Movimiento de Tierras.- Editorial Reverte.- España 1966.
- 25.- Komatsu LTD.- Manual de Instrucciones, Tren de Rodaje (TS1-0405).- Editorial Komatsu LTD.- Japón 1970.
- 26.- Mc. Gregor.- El aspecto humano de las empresas. Editorial Diana.- México, 1975.
- 27.- Niebel Benjamín.- Ingeniería Industrial.- Editorial Representaciones y -- Servicios de Ingeniería, S.A. México, 1976.
- 28.- Nichols Herbert L. Jr.- Reparación de la Maquinaria Pesada.- Editorial - CECSA.- México, 1972.
- 29.- Nichols Herbert L. Jr.- Movimiento de Tierras.- Editorial Continental.- - México, 1975.
- 30.- Reyes A. Administración de Empresas.- Editorial Limusa.- México, 1976.
- 31.- Siliceo Alfonso.- Capacitación y Desarrollo de Personal.- Editorial Limusa.- México, 1976.