

83
2g.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingenieria

CONSTRUCCION CAMINO Y PLATAFORMA PARA PERFORACION EN TABASCO

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

ALBERTO LEYVA CORDOVA

México, D. F.

1 9 8 7



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 está 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.

I N D I C E.

	TITULO.	PAG.
	INTRODUCCION	1
I	GENERALIDADES.	4
II	ESTUDIOS.	12
III	PROCESOS CONSTRUCTIVOS.	23
IV	CONTROLES.	63
V	PRESUPUESTO.	91
	ANEXOS	123
	CONCLUSION.	137
	BIBLIOGRAFIA	138

I N T R O D U C C I O N

Desde la nacionalización de la industria petrolera, el desarrollo económico de México no podría explicarse sin el caracter nacional de los hidrocarburos, que tanto han contribuido a acrecentar la independencia económica del País y, en consecuencia, también su independencia política.

Ha sido una de las metas que se ha propuesto el gobierno federal cumplir con los programas de abastecimiento con los mercados nacionales e internacionales. No obstante las incertidumbres y las presiones en materia de comercio internacional de petróleo que se ha sucedido en los últimos tres años, Petroleos Mexicanos pudo generar divisas entre 15 y 16 mil millones de dólares anuales. En este mismo período PEMEX ha alcanzado metas considerables en cuanto a producción obteniendo un promedio anual de 2 millones 700 mil barriles de crudo por día, de los cuales un millón 200 mil barriles se destinaron al consumo interno y un millón 500 mil barriles a la exportación.

Entre las metas programadas para el presente año de 1986 es cumplir con la demanda que requiera el mercado nacional, además de cumplir con las exportaciones de 29 mil barriles diario de gasolina, 12 mil de turbocina, 13 mil 800 de diesel, 17 mil de pentano y 18 mil 100 de combustóleo. Se pretende también exportar por barcaza 60 mil barriles de asfalto rebajado y 50 mil de asfalto número 6 cada mes, producido en la refinería de Ciudad Madero, sin detrimento de las entregas al mercado nacional. Además se tiene programado procesar un millón 165 mil barriles de crudo

diario, que permitirán satisfacer la demanda nacional y cubrir la cuota de exportación; se calcula que éste volumen será alcanzado con el aprovechamiento del 84.6% de la capacidad instalada en el país. La gerencia de operación de refinerías se ha propuesto, sin embargo, desplegar el máximo esfuerzo para rebasar ésta meta y lograr un proceso de un millón 170 mil barriles por día. La meta de producción de petroquímicos básicos es alcanzar los 13 millones - 669 mil toneladas, cifra 12.6% superior a la de 1985. Con esto se garantizará la reducción de las importaciones de petroquímicos de un millón 221 mil 963 toneladas en 1985 a 909 mil 900 toneladas - en el presente año, a pesar de la creciente demanda en el mercado interno. Esto se logrará mediante la producción de etileno, óxido de etileno, polietileno de baja densidad, tolueno, acrilonitrilo, ciclohexano, estireno, octoxileno y tetramero.

Se ha visto hasta aquí un panorama general de los logros y metas por alcanzar del gobierno federal a través de Petroleos Mexicanos. Acción que solo se puede alcanzar con la ayuda coordinada de ingenieros, técnicos y obreros encaminados todos ellos a -- crear la infraestructura necesaria destinada a la explotación de hidrocarburos.

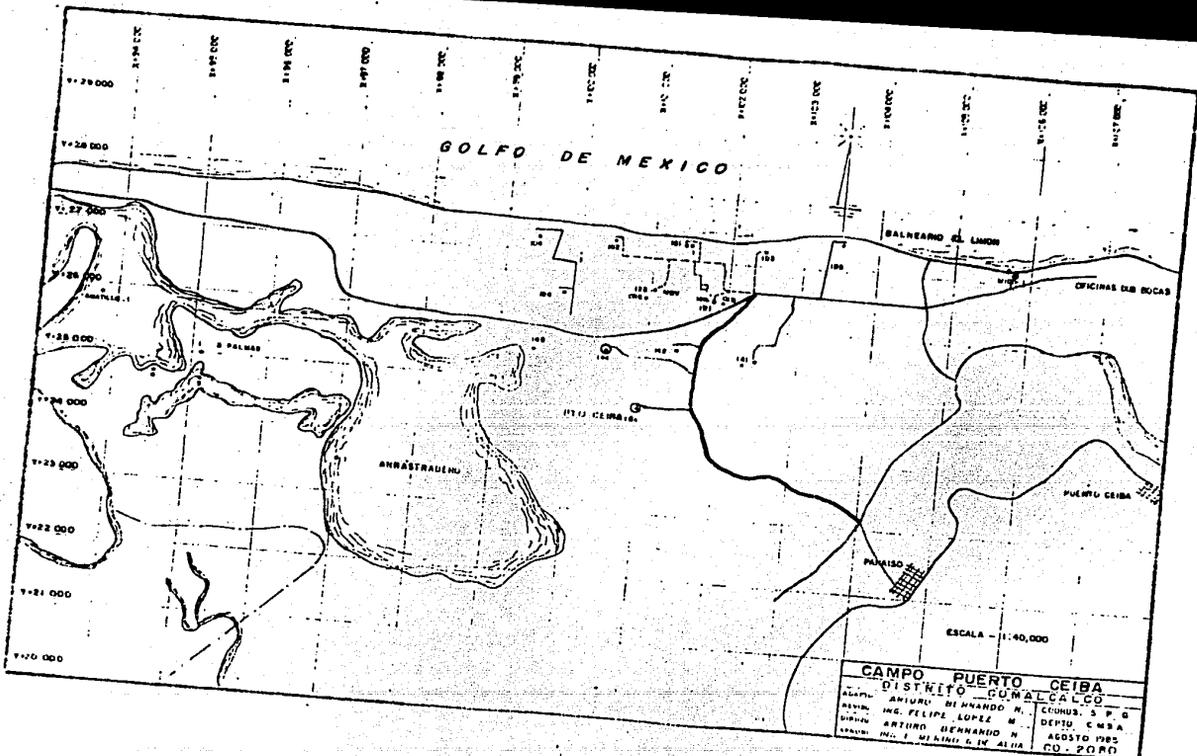
Parte importante de ésta infraestructura la constituyen los caminos de acceso y las plataformas de perforación, lo que representan una superficie de 42 mil 400 has., ocupadas por pozos, presas y caminos de acceso y 25 mil kilómetros de ductos, cifras que representan una inversión considerable en cuanto a explotación de crudos se refiere.

El presente trabajo se refiere a la construcción de un cami-

no de acceso y plataforma de perforación en el Estado de Tabasco. Ya que los caminos de acceso constituyen el medio más adecuado para transportar los equipos de perforación a los pozos, así también, las plataformas de perforación que son las estructuras debidamente construidas (terracerías), en donde se instalan los equipos de perforación y dada la importancia que representa la explotación de hidrocarburos para el país, lo que me pareció interesante desarrollarlo como tema de tesis, deseando que éste trabajo sea de utilidad para los técnicos y profesionistas dedicados a la construcción.

El pozo Puerto Ceiba 164, se localiza en el camino a las Flores Municipio de Parsiso, en el estado de Tabasco.

Tiene una longitud de camino de 800 Mts. y la plataforma es de 120 x 60 Mts.



CAMPO PUERTO CEIBA	
DISTRITO GUAMA LAGO	
ARQUITO: ANTONI BERNARDO N.	CEMID: S. P. G.
REVISOR: ING. FELIPE LOPEZ M.	DEPID: C. M. B.
DISEÑO: ARTURO BERNARDO N.	AGOSTO 1985
ELABOR: ING. F. MIRINI G. EN 4118	CO. PORD

CAPITULO I

GENERALIDADES

Petróleos Mexicanos es una empresa dedicada a la explotación de hidrocarburos. Las actividades de esta industria comienzan con la exploración, que es el conjunto de tareas de campo y oficina cuyo objetivo principal es descubrir nuevos depósitos de hidrocarburos o nuevas extensiones de los existentes, es por eso que todas las compañías petroleras del mundo destinan una gran parte de sus recursos técnicos y económicos a la exploración, con miras a incrementar sus reservas.

Actualmente México cuenta con áreas petroleras importantes como las que se mencionan en seguida:

AREA MESOZOICA DE CHIAPAS-TABASCO.

Aunque esta área fue descubierta en 1972, fue en el sexenio 76-82 cuando se le dió un impulso definitivo. Esta importante región tiene 7 mil kilómetros cuadrados de superficie y en 1980 acaparó el 53% de los equipos de perforación.

En el conjunto, esta área representa reservas de petróleo y gas muy importantes. En 1983 su producción de crudo fue de 748 710 barriles diarios; 28% con respecto a la producción nacional de crudo. Estas cifras han oscilado ligeramente en años inmediatamente anteriores.

Se considera que el origen de ésta provincia geológica localizada en el norte del Estado de Chiapas y gran parte del Estado de Tabasco, se dió en el desplazamiento de un borde de plataforma

ma de edad cretácica, en forma paralela a las cotas del golfo, oc-
tual borde que se interna en el mar, cerca de las costas occidental
de la península de Yucatán.

Las rocas productoras son de constitución calcáreas, intensa-
mente fracturadas, lo que ha originado la alta productividad de los
yacimientos que en promedio es de 6 500 barriles diarios por pozo.-
Estos depósitos se encuentran a profundidades entre 3 600 y 5 200 -
metros.

En el área cretácica se descubrió en 1980 el campo Jujo, que-
ampliaba la superficie de producción hacia el noroeste del complejo
Fenix - Iris - Giraldas, que representaba una importante producción
y una adición sustancial de reservas.

En el área mesozoica se descubrieron en 1982 tres nuevos cam-
pos, Bellota, Muspac y Caparroso, los cuales eran de gran importan-
cia, porque en la perforación del primero se confirmaba la existen-
cia de un nuevo complejo que correspondía a los campos Cárdenas, -
Mora, Jalote, Tecaminocán, Tepeyil, Eden, Luna, Fijije, Paraíso,-
Puerto Ceiba y otros nuevos campos descubiertos recientemente que -
integran éste complejo petrolero.

Para explotar los campos petroleros es necesario la construc-
ción de nuevos caminos de acceso y plataformas para perforación, --
siendo éste el tema principal de éste trabajo.

En éste trabajo se contempla la construcción de un camino y -
plataformas para perforación, así como los bordos necesarios para --
las presas recolectoras; además se hace una breve descripción del -
estudio topográfico del camino, con el fin de obtener los datos de-

construcción y sobre todo calcular los precios unitarios de los materiales, mano de obra y equipo que intervienen en la construcción de las terracerías y en la pavimentación para integrar el presupuesto de la obra. Finalmente se describe el procedimiento de construcción y control (calidad y administrativo) de la misma.

El camino tiene una longitud de 800 mts. y se construirá con material de banco compactado al 90%. La altura de terraplén máxima será de 1.10 mts. de espesor, 7.0 mts. de ancho de corona y taludes de 1.5:1 (fig. No. I.1).

La plataforma para perforación será construida con un espesor máximo de terraplén de 2.0 mts., con material de banco, formando los terraplenes en capas de 30 cms., compactando las primeras al 90% y las últimas al 95%; se hará también un tratamiento a base de cal hidratada al 5% para dar estabilidad.

Las dimensiones de la plataforma son de 120 x 60 mts., los bordos para formar las presas tendrán un ancho de corona de 4.0 mts. con una altura de terraplén igual a la plataforma, serán construida con material de banco. Se entiende por plataforma de perforación a la terracería debidamente compactada, cuya finalidad es soportar los equipos de perforación.

A las plataformas de perforación también se les conoce con el nombre de "pera", por la forma de diseño que adoptaban en un principio de su construcción. Las dimensiones de éstas era de 90 x 60 mts., carecían de presas recolectoras (fig. I 2a). Al transcurrir el tiempo se cambió el diseño anterior a una forma rectangular cuya dimensiones eran las mismas. Los desechos produc

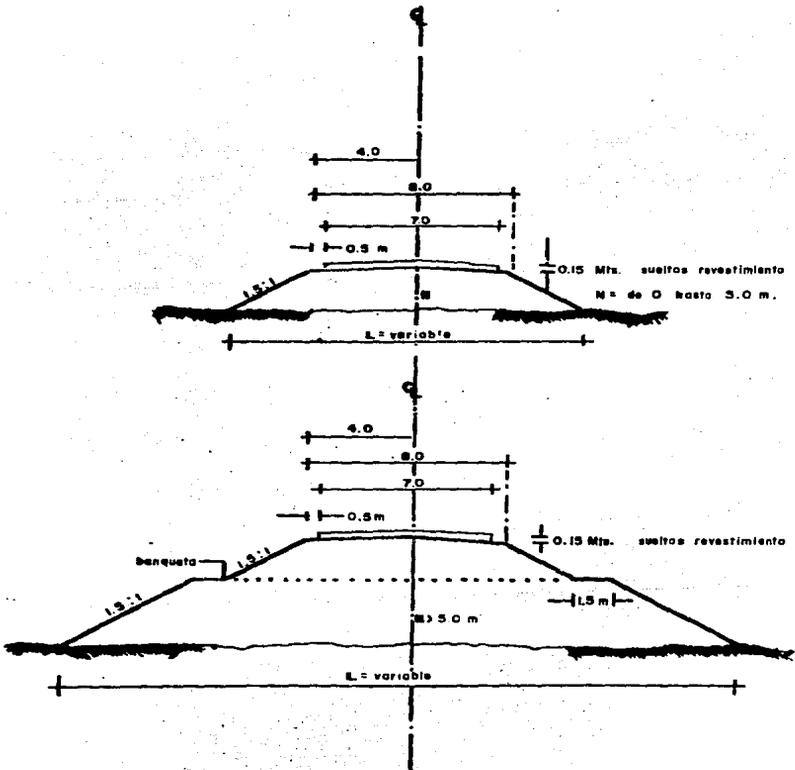


Figura: 1.1

U N A M	
TESIS PROFESIONAL	
SECCIONES TIPO PARA	
TERRAPLENES	
FECHA: 1986	DIBUJO: ALBERTO LEYVA CORDOVA

to de la perforación eran depositados al medio ambiente, ya que estas plataformas carecían de presas recolectoras (fig. I-2b), este tipo de pera se le conoce con el nombre de plataforma de perforación tipo "paleta" por la ubicación del camino de acceso, casi al centro de la localización. Después se modificó el diseño al cambiar el camino de acceso diseño tipo "paleta" (fig. I-2b), y se construyó el diseño tipo bandera, por la ubicación -- del camino al extremo de la localización (fig. I-2c), de dimensiones similar a las anteriores, con la diferencia de que éste tipo de "pera" cuenta con una presa de aforo ó recolectora, pequeña, lo que permitía almacenar los desechos producto de la -- perforación para ser incinerados posteriormente.

Al iniciarse la construcción de plataformas de perforación, éstas carecían totalmente de un lugar adecuado para depositar -- los desperdicios de aceites y productos químicos utilizados durante la perforación de los pozos, por tal motivo los desperdicios eran depositados al medio ambiente, afectando en forma con siderable la ecología. A raíz de ésta situación, los ingenieros de Pemex tomaron serias medidas al diseñar las plataformas de -- perforación.

Actualmente se cuenta con un "nuevo tipo" de "pera" (fig. I 2d), las dimensiones son de 60 X 120 mts, y cuentan además de:

Presa de desechos, que es donde se almacenan los materia-- les, productos químicos, agua y aceite utilizados en la perfora ción.

Presa recolectora de aceite. En ésta presa se almacenan --

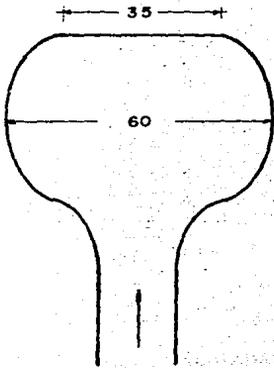


Fig. 2(a)..Plat tipo Pera.

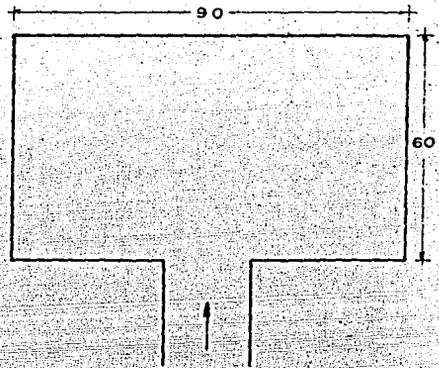


Fig. 2(b).. Plat. tipo. Paleta.

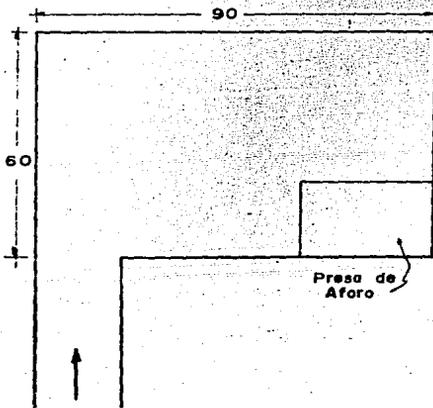


Fig. 2(c).. Plat. tipo Bandera.

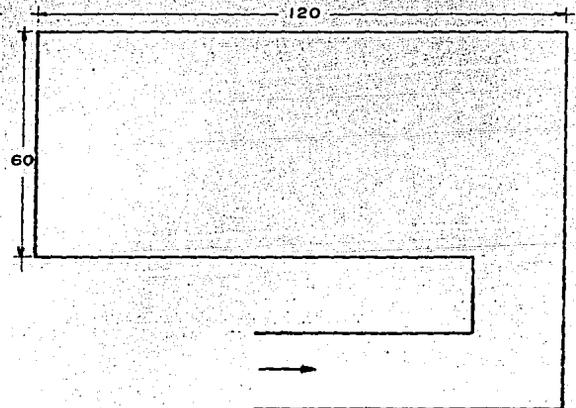


Fig. 2(d).. Plat. tipo Actual.

Fig. 2 _ _ DIVERSOS TIPOS DE PLATAFORMAS PARA PERFORACION.

todos los residuos de aceites obtenidos durante la perforación, el producto aquí almacenado pasa de la presa de desechos a la presa de asentamientos a través de tubos comunicantes colocados horizontalmente entre sí.

Presas de asentamientos o presas de agua. Existen tres presas de agua, en la presa de aguas 1, se almacena el agua con residuos de aceites que provienen de la presa recolectora. En la presa de aguas 2, se almacena el agua que pasa de la presa de aguas 1 a través de un filtro colocado horizontalmente, lo que permite que el agua aquí almacenada sea casi limpia, posteriormente se tiene la presa de aguas 3 o presa de contra-incendio donde se almacena el agua completamente limpia para ser utilizada en caso de presentarse algún siniestro en el equipo de perforación o descargarse al medio ambiente a través de filtros o sifones sin el peligro de alguna contaminación.

Todas las presas están comunicadas entre sí por medio de tubos y sifones, que trabajan por gravedad mediante el movimiento de los vientos, por lo que las peras o plataformas deben estar perfectamente orientadas (fig. I.3).

Por último se cuenta con una presa de aforo o de quema, donde se incineran todos los desechos de aceites y productos químicos obtenidos durante la perforación del pozo.

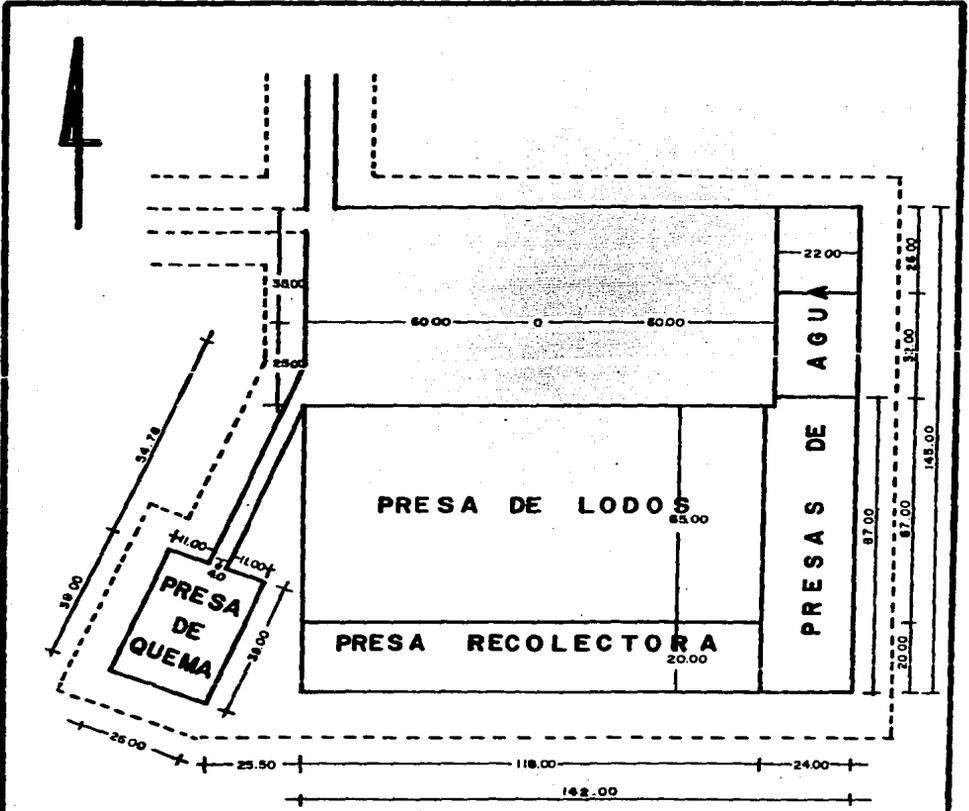


Figura: 1.3.

U N A M	
TESIS PROFESIONAL	
PLANTA TIPO DE UNA PERA	
FECHA: 1986	DIBUJO: ALBERTO LEYVA CORDOVA

ESCALA: 1:125

CAPITULO II

ESTUDIO TOPOGRAFICO.

Para la construcción de los caminos de acceso a los pozos - en perforación es necesario contar con un estudio topográfico -- del eje de la vía, el estudio se hace tomando en cuenta todos -- los factores que intervienen en el proyecto de un camino, ya -- que del estudio topográfico se obtendrán todos los datos para la realización del proyecto, presupuesto y construcción de la obra.

El proyecto del camino se inicia con la localización del -- alineamiento de la vía, el cual como en todo proyecto carretero -- siempre se pretende que éste sea recto del origen al destino y a nivel; pero al tener que salvar los accidentes topográficos es -- necesario buscar los lugares mas fáciles para salvarlos, logran-- do así una mayor economía en la construcción de la obra.

Una vez justificada la construcción del camino en base a la realización de estudios socioeconómicos, es necesario efectuar -- una serie de trabajos preliminares que comprenden el estudio com parativo de todas las rutas posibles y convenientes, para que -- así seleccionar en cada caso, lo que ofrezca las mayores venta-- jas económicas y sociales.

Los siguientes factores tienen un efecto determinante en la localización y en el tipo de camino.

La topografía.

La Geología.

La hidrología.

El Drenaje.

El uso de la tierra.

Que conjuntamente con los datos de tránsito constituyen la información básica para el proyecto de la obra.

La función de éstos caminos es exclusivamente para el tránsito de camiones pesados, que constituyen el medio de transporte de los equipos de perforación y del personal que labora en dichos equipos.

El estudio topográfico del camino consta de dos etapas.

1.- Estudio en gabinete.

2.- Trabajos de campo.

El estudio en gabinete comprende el proyecto preliminar y definitivo del eje del camino.

Los trabajos de campo comprenden la localización de la ruta y configuración de una faja de camino.

ESTUDIO EN GABINETE.

El estudio en gabinete consiste en la localización de las posibles rutas en los mapas geográficos, buscando el acceso más corto y evitando al máximo afectar las zonas productivas agrícolas y ganaderas, teniendo en cuenta que la economía del Estado de Tabasco depende en gran parte de éstas actividades.

Respecto a la topografía, el Estado de Tabasco, en una gran extensión la topografía es casi plana y otra parte del Estado es

té constituida por zonas muy bajas, es aquí donde se localizan - grandes yacimientos petrolíferos y las aguas emergen hasta tres metros del nivel del terreno natural; por lo que al trazar el -- alineamiento de la vía se busca pasar por las partes más altas, -- evitando hacer terraplenes demasiados altos, obteniéndose un -- ahorro considerable en la ejecución de la obra.

TRABAJOS DE CAMPO.

Una vez representadas las posibles rutas en los mapas geográficos, se inicia propiamente el trabajo de campo con reconocimiento del terreno, los cuales pueden ser Aéreos, terrestres ó - una combinación de ambos. En éste caso solo se hicieron reconocimientos por tierra, ya que la zona es casi plana y la vegetación poco espesa.

Los trabajos de localización del camino lo realizan una brigada de topógrafos, quienes por medio de brechas se encargan de ir trazando el eje del camino y cadeneando a cada 20 metros. Una brigada de topógrafos está integrada por los siguientes elementos:

- 1 Localizador - Trazador.
- 1 Nivelador.
- 1 Seccionador - Dibujante.
- 2 Cadeneros.
- 2 Estadaleros.
- 2 Peones.
- Y el Personal auxiliar necesario (brecheros, choferes, etc).

El trabajo sobre el terreno consiste en ir marcando la línea a seguir, en la dirección general requerida, por los lugares más adecuados, cuando el terreno es plano; después es definida la ruta, el ingeniero localizador mediante la brújula tomará rumbo general de la línea que va a estudiar así como ríos, cañadas, caminos que pasen por él, tomando como referencia costas conocidas si existen bancos de nivel procede a efectuar la nivelación.

Al comparar las ventajas de las rutas posibles, es preciso hallar el costo aproximado de construcción, operación y conservación de la vía que se va a proyectar y se comparan con los beneficios que se deriven de ella, además debe considerarse en la evaluación los perjuicios que se ocasionen por la construcción de la obra.

Una vez obtenido los datos suficientes, el estudio topográfico de la vía se hace por tramos, siguiendo ésta secuela general.

1º Localización de la ruta.

2º Configuración de una faja de terreno según el eje de la ruta localizada.

3º Proyecto en gabinete del eje definitivo y todos sus detalles (puentes, alcantarillas, etc.).

Localización.- Consiste en establecer los puntos en donde se pretende alojar el camino, dependiente de los accidentes topográficos, buscando el mejor acomodo posible en el terreno. Todo esto en base a las pendientes permisibles, alineamiento, etc.

nomía del trazo, etc.

Ya se ha visto anteriormente que la topografía del Estado de Tabasco es casi plana en su totalidad, es por ésto, que al -- tratar de ubicar el camino no representa ningún problema, ya que se puede proyectar con cualquier pendiente permisible, siendo -- además rectos del origen al destino, que es el objetivo que se -- persigue al proyectar cualquier camino.

Configuración.— Generalmente la configuración se hace me--- diante un polígono de apoyo trazado por donde más convenga, dentro, ó a veces fuera de la faja, el cual se nivela de perfil y -- se sacan las secciones transversales a cada 20 m.

En casos como el nuestro, donde tenemos un terreno plano de poca pendiente el polígono de apoyo se va trazando sobre la ruta escogida, pues no requiere de búsqueda de pendiente para desarro llar la línea.

Con el tránsito al ir trazando, se va configurando de modo que no se sobrepase la pendiente especificada, obteniéndose un -- polígono de apoyo "preliminar", y debe quedar perfectamente refe renciado para poder después localizarlo cuando se regrese al te rreno a trazar el proyecto estudiado, para construirlo.

El eje definitivo de la vía se localizará en el terreno me--- diante "ligas" que se miden en el dibujo al hacer el proyecto; -- éstas ligas son ángulos y distancias entre la preliminar y el -- eje definitivo.

Con los datos así levantados, se dibuja la faja configurada

con sus curvas de nivel.

P R O Y E C T O .

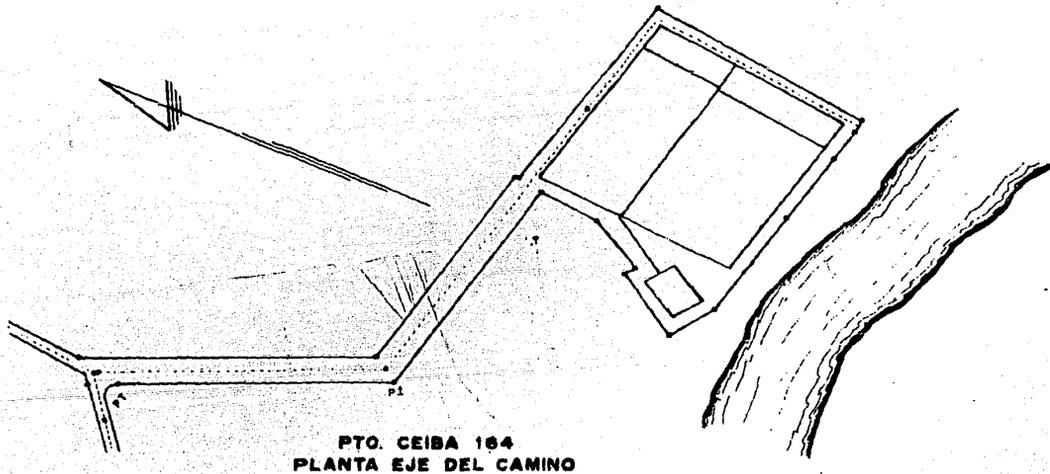
- 1.- Proyecto en planta del eje de la vía.
- 2.- Perfil del eje proyectado.
- 3.- Proyecto de la sub-rasante sobre el perfil.
- 4.- Secciones transversales de construcción.
- 5.- Area de las secciones y cálculo de los volúmenes.
- 6.- Curva masa del proyecto.

Proyecto en planta del eje de la vía. Con los datos que se obtienen en gabinete del proyecto preliminar (longitudes y deflexiones), se procede a fijar la línea en el terreno con la ayuda de un tránsito ó teodolito y se cadenea con una cinta métrica de preferencia metálica, a cada 20 mts.

El cadenamiento en el campo queda marcado con ayuda de "trompos y estacas", marcandose con crayones de color rojo en trazos preliminares y de color azul en trazos definitivos.

El trazo preliminar se inicia con la siguiente anotación: Km. 0+ 000. En los puntos en donde existe cambio de dirección se anota sobre la estaca y antes de colocar su kilometraje correspondiente, las siglas P.I. y en cada uno de éstos puntos además se debe colocar un trompo con una tachuela que indicara verdaderamente el punto de deflexión. (ver fig. núm. II.1).

Perfil del eje proyectado.- Inmediatamente atrás del trazo preliminar se hace la nivelación, que, como sabemos, sirve para obtener las diferentes alturas de todos los puntos con respecto a un nivel patrón que se ha elegido.



PERFIL DEL EJE PROYECTADO

FIG. II.1.

Con los datos que se obtienen del trazo y nivel preliminar se dibujan la planta y el perfil. La planta debe ser dibujada por el sistema de coordenadas, por lo que el trazador deberá calcular todas las coordenadas de los puntos de inflexión con el objeto de que pueda ser dibujada. Con el dibujo del perfil preliminar se obtienen las cotas de todos los puntos y éstas se pasan también a la planta para que sirvan de origen a las nivelaciones transversales que deberán ejecutar los topógrafos de acuerdo con las indicaciones del trazador. Estas nivelaciones que obtienen los topógrafos, son generalmente del orden de 50 m. a cada lado y son pasadas a la planta con el objeto de poder obtener la configuración de una zona más o menos amplia para determinar el eje definitivo.

Finalmente el perfil se dibuja en papel milimétrico, grueso para que no se maltrate al borrar cuando se hagan varios ensayos al trazar la sub-rasante.

Como los datos para calcular espesores (diferencia de cotas en un punto entre el terreno y la sub-rasante) y volúmenes, se obtienen gráficamente del perfil, para poder tener mayor aproximación en éstas medidas, se exageran los desniveles dibujando en la escala vertical de cotas, a una escala que sea cinco o diez veces menor que la horizontal.

Proyecto de la sub-rasante sobre el perfil.- Se entiende por sub-rasante al perfil del eje de las terracerías terminadas, entendiéndose por rasante el perfil de la superficie de rodamiento.

Al proyectar la sub-rasante del camino se pretende que ésta tenga la altura necesaria, para poder garantizar que el camino no se inundará debido a las lluvias, por lo que se debe contar con la información suficiente al obtener el perfil. Siendo una información importante al proyectar la sub-rasante el NAME- (nivel de aguas máximas extraordinarias), que es la información básica para los ingenieros de Petroleos Mexicanos encargados de hacer el proyecto del camino.

Tomando en cuenta que éstas zonas están propensas a fuertes inundaciones en cualquier época del año, al proyectar la sub-rasante se le aumentan 50 ó 70 cms. sobre el NAME, para garantizar la seguridad del camino.

Al proyectar la sub-rasante de la plataforma de perforación el criterio es el mismo, salvo que éste se restringe a la capacidad de las presas recolectoras, las cuales deberán tener como mínimo 2 metros de profundidad.

Secciones transversales de construcción.- Estas son secciones ó perfiles del terreno normales al eje proyectado en planta, que se obtienen a cada 20 mts, siguiendo el kilometraje y a veces en puntos intermedios especiales. Estas secciones pueden ser en corte ó ~~te~~ replén.

Usando nivel de mano se toman los niveles a los lados del camino, obteniéndose las secciones transversales a lo largo del eje, ya que mediante éste procedimiento podemos conocer las cotas del terreno natural y conociendo las cotas de la sub-rasante hacemos las diferencias de cotas, obteniéndose el espesor de

corte ó terraplén a cada 20 mts. Las secciones se dibujan en papel milimétrico a escala 1:100 horizontal y vertical, siendo éstas en corte ó terraplén según lo indique el perfil en el punto correspondiente, en el cual se miden las diferencias de cotas ó espesor de cada una (corte ó terraplén).

El talud de las excavaciones ó terraplenes dependerá de la clase de terreno que se encuentre, pues en cada caso debe darsele la inclinación de reposo natural para evitar derrumbes. Los cortes pueden tener, por ejemplo, desde taludes a plomo hasta $1\ 1/2 \times 1$ en materiales sueltos y los terraplenes desde $1\ 1/2 \times 1$ hasta 2×1 . También en éstas secciones debe dibujarse el "bombeo" y cunetas de desagües.

Las secciones para las plataformas de perforación se obtienen de manera similar al camino.

Area de las secciones y cálculo de volúmenes.- Existen variados métodos para calcular las áreas de las secciones, uno de estos es empleando planímetro, ya que la sección está dibujada a la misma escala horizontal y vertical; otro dividiendo la superficie verticalmente en fajas del mismo ancho y con líneas verticales separadas entre sí una cantidad constante "K". Procediendo el área de la sección se calculará como sigue:

$A = K \cdot L$ $K =$ Separación entre líneas verticales.
 $L =$ Suma de las longitudes de las líneas verticales.

Siendo éste método el más práctico, ya que la suma de las distancias verticales se pueden obtener marcando en una tira de-

papel (método del papalito), que después serán medidas en la escala a la que están dibujadas las secciones (de preferencia --- 1:100 horizontal y vertical).

Después de obtener las áreas de cada una de las secciones, se procede al cálculo de los volúmenes, mediante la fórmula:

$$V = \frac{(A_1 + A_2) d}{2}$$

Que puede simplificarse a $V = (A_1 + A_2) 10$, cuando se tienen cadenas de 20 m. En donde A_1 y A_2 son el área de las secciones extremas. Estos volúmenes (corte o terraplén) servirán de datos para la elaboración del presupuesto y construcción de la obra posteriormente.

CAPITULO III

P R O C E S O S C O N S T R U C T I V O S .

A.- TERRACERIAS.

Al iniciarse la construcción de la Subrasante debemos tener presente lo siguiente:

El alineamiento horizontal, el perfil longitudinal, las secciones transversales del terreno, así como los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima requerida para dar cabida a las estructuras.

Otro de los aspectos importantes en la construcción de cualquier obra de ingeniería es el costo. En la construcción de un camino la subrasante económica es aquella que ocasiona un menor costo de la obra determinandola únicamente por el costo de construcción, por lo que hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- 1.- Que la subrasante cumpla con las especificaciones geométricas del proyecto.
- 2.- El alineamiento horizontal debe ser definitivo, salvo algunos casos en que se requiera modificarlos.
- 3.- La subrasante debe permitir alojar las alcantarillas o puentes y su elevación debe ser necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerias o al pavimento, causadas por humedad excesiva en el terreno natural.

Teniendo en cuenta los tres puntos anteriores, los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica son los -

siguientes:

Condiciones topográficas.- De acuerdo a su configuración se consideran tres tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Para éste estudio solo consideraremos el primer caso.

En el terreno plano el proyecto de la subrasante está hecho a base de terraplenes, sensiblemente paralelo al eje del camino con la altura suficiente para evitar la humedad del suelo natural y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, rampas o puentes según sea la necesidad del proyecto. Estos terraplenes se forman con materiales de préstamo ya sea lateral o de banco.

Condiciones Geotécnicas.- Este es un factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante ya que la calidad de los materiales que se encuentran en la zona donde se localiza el camino además del empleo que tendrá en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino, y limitarán la elevación de la subrasante en ocasiones.

Los materiales de terracerías se clasifican en A, B y C según sus usos y en compactables y no compactables según el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes.

Los materiales tipo A, son aquellos que pueden ser atacados con pico, palas manuales, escrepas o dragas de cualquier capacidad, además son suelos poco o nada cementados, con materiales hasta de 7.5 cm. (arcillas y arenas).

Los materiales tipo B, son aquellos que para su ataque se -

requiere de arado ó explosivos ligero, las piedras sueltas mayores de 7.5 cm y menores de 75 cm. son consideradas dentro de éste tipo.

Material tipo C, éste material solamente puede ser atacado mediante explosivos, y requiere para su remoción el uso de palas mecánicas de gran capacidad.

De acuerdo a ésta clasificación, la obra Puerto Ceiba No. - 164 se ubica en suelos constituidos por arenas muy finas casi en su totalidad, debido a que ésta obra se localiza unos pocos kms. del mar, lo cual indica que pertenece a un material de tipo A.

Los terraplenes en camino y plataforma así como los bordos se construyeron con material de banco.

Uno de los factores importantes que restringen la construcción de éstas obras, es la ubicación de los bancos de material - pues debido a la topografía del estado, plana y en partes muy bajas y otras zonas dedicadas a la agricultura y ganadería en donde además se tienen grandes extensiones de cocoteros que son la base de la economía en las zonas costeras, ésto ocasiona que los lugares apropiados para la extracción de material para las terracerías sean escasos y el costo por hectáreas sea muy elevado, -- afectando el costo de la obra debido a las grandes distancias de acarreo ocasionado por la ubicación de los bancos de material.

Para el proyecto de la subrasante es importante conocer las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fi-

nes de presupuesto y el tratamiento que debe dárseles.

La subrasante mínima.- Está definida por la elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino que debe sujetarse al estudio de la subrasante económica. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

Obras menores.

Puentes.

Zonas de inundación.

Etc.

Costo de terracerías (ver presupuesto).- Para obtener la economía máxima, la subrasante se debe apegar a los siguientes conceptos:

1.- Costos unitarios.

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Acarreo de material de corte a terraplén.

Acarreo de material de desperdicio.

Sobrecarreo de material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado por concepto de banco y derechos de vía.

2.- Coeficiente de variabilidad volumétrica: (abundamiento del material):

Del material de corte.

Del material de préstamo.

3.- Variación de los volúmenes.- De corte y terraplén al moverla subrasante a su posición original. Entre los costos unitarios de terraplén formados con material de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación, y el que significa la extracción del material de corte.

4.- Distancia económica de sobre-acarreo: es el transporte de material a una distancia mayor que la del acarreo libre y hasta el límite económico fijado en las especificaciones.

De manera general, para determinar el límite económico, se compara el costo de un terraplén formado con material sobreacarreado de un corte, con el costo del mismo terraplén construido con material proveniente de un préstamo.

Se entiende por acarreo libre, a la distancia fijada en el proyecto por la cual no se hace ningún pago. La S.C.T., ha fijado ésta distancia de 20.0 m. Esto representa el transporte que ejecutaría el equipo de excavación (tractor, pala mecánica, motoescrepa, etc.), para realizar la operación de carga.

Los sobrecarreos de los materiales se consideran como sigue:

- Hasta 5 estaciones de veinte metros, es decir hasta 100 mts. se contará desde el origen y se paga M³- Estación al precio fijado.
- Hasta 5 hectómetros o quinientos mts. contados a partir -

del origen y se paga por M^3 - Km.

- A más de 5 hectómetros, es decir de 500 mts, en adelante contados a partir del origen y se pagan M^3 -Km, a partir del origen.

5.0.- Movimientos de Tierras.

Uno de los factores de mayor importancia en la construcción de un camino lo constituye el movimiento de tierras y dentro de éste aspecto, el concepto principal para la formación de costos tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, es el acarreo del material, así como el destino y el empleo que se le dará a ese material. Por tanto, resulta indispensable contar con un medio que permita calcular lo más aproximadamente posible estos scarreos.

Existe un procedimiento general para determinar los volúmenes de material y sus scarreos conocido como "diagrama de masas" o "curva masa".

La "curva masa" es una curva que tiene por abscisas las distancias indicadas por el cadenamiento del camino y por ordenadas las suma algebraica de los volúmenes de terracerías, considerandolos volúmenes de corte como positivos y los de terraplén como negativos. Este método no es aplicable para ésta obra en particular, ya que la obra está proyectada sobre terreno plano, en que la superficie se aproxima a la subrasante, además -- que la rasante debe quedar a salvo de las inundaciones y humedades.

6.0.- Construcción de camino y plataforma para perforación.

De las secciones de construcción se obtienen los datos de distancias a los cerros y cortes o terraplén en los cerros; estas distancias así obtenidas forman una lista que recibe el nombre de estacas laterales y son los datos con que trabajan los contratistas y que además contienen los volúmenes que corresponden en cada caso (corte o terraplén).

El procedimiento de construcción empleado tanto para el camino como para la plataforma de perforación es exactamente igual, solo que la altura de los terraplenes de la plataforma de perforación está restringida a la capacidad mínima de los bordos de las presas recolectoras, siendo estos de 2.00 mts.

7.0.- Etapas de construcción.

7.1.- Desmorte.- Consiste en retirar la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con el objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños a la misma y sobre todo tener buena visibilidad al trazar el eje y el ancho del camino. El material producto del desmorte es depositado en el derecho de vía, que en éste caso es de 10 mts. a cada lado del camino.

En ésta obra tenemos dos tipos de vegetación consideradas para fines de desmorte los sig: tipo manglar y selva o bosque. - La vegetación tipo manglar es la constituida predominantemente por mangles y otras especies de raíces aéreas, típicas de los esteros y pantanos de los climas cálidos. La vegetación tipo selva

DATOS DE CONSTRUCCION DE LA LOCALIZACION PUERTO CEIBA # I64.
(ACOTACIONES EN METROS)

ESTACION	CERO IZQ.	ALTURA	CERO DER.
0+ 000	3.90	0.21	4.30
0+ 020	3.90	0.11	4.30
0+ 040	4.10	0.00	4.40
0+ 060	3.50	0.13	3.60
0+ 080	3.50	0.00	3.50
0+ 100	3.50	0.02	3.50
0+ 120	3.50	0.04	3.50
0+ 140	3.50	0.06	3.50
0+ 160	3.90	0.29	3.80
0+ 180	3.80	0.36	3.90
0+ 200	3.80	0.29	3.80
0+ 220	3.60	0.14	3.70
0+ 240	3.80	0.23	4.20
0+ 260	3.70	0.20	3.80
0+ 280	3.90	0.21	4.30
0+ 300	3.70	0.31	4.10
0+ 320	3.60	0.61	3.70
0+ 340	3.80	0.19	4.10
0+ 360	3.70	0.19	3.70
0+ 380	3.70	0.20	3.70
0+ 400	3.60	0.18	4.30
0+ 420	3.80	0.42	4.40
0+ 440	3.90	0.28	4.20
0+ 460	3.50	0.24	4.20
0+ 480	3.60	0.16	3.70

ESTACION	CERO IZQ.	ALTURA	CERO DER.
0+ 500	3.50	0.08	4.00
0+ 520	3.50	0.18	4.10
0+ 540	3.50	0.04	4.60
0+ 560	3.50	0.22	4.70
0+ 580	3.60	0.36	4.40
0+ 600	3.50	0.00	4.00
0+ 620	3.60	0.16	3.60
0+ 640	3.80	0.35	3.80
0+ 660	4.50	0.69	4.40
0+ 680	4.70	0.80	4.60
0+ 700	4.70	0.97	4.50
0+ 720	5.20	1.11	5.10
0+ 740	5.00	1.13	5.00
0+ 760	5.20	1.19	5.10
0+ 780	5.70	1.49	5.60
0+ 800 fin camino	5.20	1.31	5.20

PLATAFORMA

0+ 000	37.50	1.30	27.10
0+ 020	37.60	1.30	27.20
0+ 040	37.30	1.32	27.00
0+ 060	37.30	1.45	26.80
0+ 080	37.10	1.40	26.90
0+ 100	37.40	1.42	26.90
0+ 120	37.30	1.38	26.90

es la constituida predominantemente por árboles típicos de las zonas bajas y cálidas, ejemplo: palmeras, amates, chicozapotes, ceibas, caobas, cedros, mangos, etc.

El desmonte se mide tomando como unidad la hectárea con densidad 100% de vegetación.

7.2.- Despalme.- Consiste en retirar la capa superior del terreno natural en los sitios destinados a bancos, cortes y terraplenes, ésta operación se efectúa con tractor y la unidad de medición es la hectárea.

7.3.- Terraplenes.- Una vez trazada la vía del camino mediante estacas en los puntos característicos se anotaron las alturas de terraplén.

El camino Puerto Ceiba 164 parte del km. 0+000 al 0+960,--- con una altura de terraplén promedio de 1.10 m., entrando a la plataforma de perforación con 2.0 m. de altura como lo especifica el proyecto.

El camino, la plataforma y los bordos de las presas fueron-
construidos con material de préstamo, de un banco localizado a 5 kms.

El material depositado en el camino es extendido en capas de 20 a 30 cms, a lo ancho del terraplén, se regó con agua y posteriormente se compactó con un rodillo vibrador liso de 15 ton.- con 8 pasadas y una incorporación de agua de un 15%.

Una vez concluida la terracería del camino y plataformas se le hace un mejoramiento con cal hidratada al 5% que se conoce como "estabilización".

La cal empleada como estabilizador actúa como cementante - dándole mayor soporte a la estructura del camino o de la plataforma. Se coloca en camellones, luego se corta la capa superior de la subrasante hasta una profundidad de 30 cms. para mezclarse debidamente con el material, se le agrega agua y se efectúa la compactación.

B.- PAVIMENTACION.

En general, casi todos los caminos construidos por PEMEX - son del tipo revestidos, esto quiere decir que una vez termina- da las terracerías se procede a revestir con materiales pétreos (gravas o arenas), teniendo el inconveniente de dar mantenimiento continuo a las terracerías para que éstas estén en condiciones de tránsito.

Un factor importante en la conservación de los caminos re- vestidos es el costo, si tomamos en cuenta que el material pé- treo (triturado de 1 1/2") se transporta a 130 kms, hasta un al- macen cercano a la obra, si consideramos el pago por m^3/km de - material, ésto ocasiona que el costo de mantenimiento sea exce- sivo.

Con la finalidad de amortizar los costos por mantenimiento y a la vez contar con mejores accesos a las localizaciones, ha- ciendo un estudio de costos, se optó por la pavimentación.

Definición.— Se le llama pavimento a la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial. La función estructural de un pavimento es transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que ésta no se deforme de manera perjudicial.

Actualmente existen dos tipos de pavimentos:

Rígidos y flexibles.

Los pavimentos rígidos están formados por una losa de concreto hidráulico, con recubrimiento bituminoso o sin él, apoyada sobre la subrasante o sobre la sub-base.

Los pavimentos flexibles están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base; la calidad de éstas capas es descendente hacia abajo como se muestra en un corte típico de un pavimento flexible en terraplén (fig. 111.0).



FIG. 111. 0

FUNCION DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO.

El pavimento flexible en su forma más completa está formado por la sub-base, la base y la carpeta asfáltica. (fig.111.1).

Sub-base.- Es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y está formada por un material de mejor calidad que el resto de la terracería, obtenido en la generalidad de los casos de depositos cercanos a la obra. Tiene como función:

A.- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base que se construye con material de mayor costo por tener que cumplir con especificaciones más rígidas.

B.- Proteger la base aislándola de la terracería ya que al estar formada ésta de material fino y plástico (generalmente es el caso) y cuando la base es de textura abierta, de no existir el aislamiento dado por material de sub-base, el material de la terracería se incrustaría en la base pudiendo provocar cambios volumétricos perjudiciales al variar las condiciones de humedad, a la vez que se disminuiría la resistencia estructural de la base.

El material escogido para sub-base debe ser una capa que -- confine el suelo plástico y que pueda trabajar a flexión hasta cierto grado, lo cual se consigue con materiales más o menos finos y cohesivos, o de alta cementación pero dentro de especificaciones.

Materiales para sub-base.- Para la construcción de la sub-base generalmente se emplea la arcilla por tener las características más adecuadas para que funcione como tal. En ésta obra se-

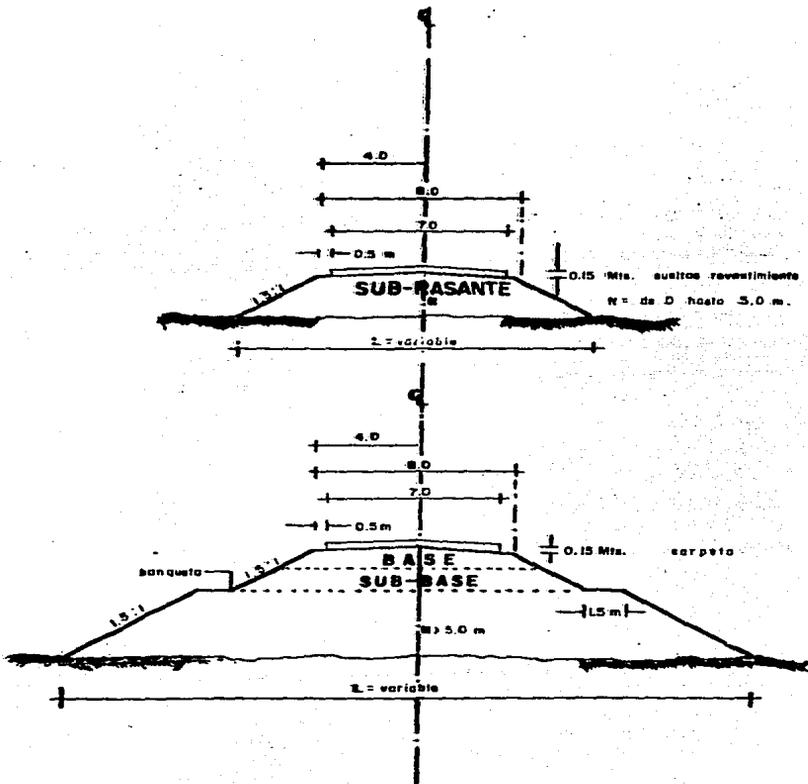


Figura : III.1

U N A M	
TESIS PROFESIONAL	
SECCIONES TIPO PARA	
TERRAPLENES	
FECHA: 1986	DIBUJO: ALBERTO LEYVA CORDOVA

empleó arena por razones de economía, pues la distancia de acarreo de otro material resultaba costoso.

Base.- Es la capa de material que se construye sobre la sub base o a falta de ésta sobre la terracería, debiendo estar formada por materiales de mejor calidad que el de la sub-base. Los principales requisitos que debe satisfacer la capa de base son:

A.- Tener en todo tiempo la suficiente resistencia estructural para soportar las presiones que le sean transmitidas por los vehículos estacionados o en movimiento.

B.- Tener el espesor necesario para que dichas presiones al ser transmitidas a la sub-base o sub-resante, no excedan su resistencia estructural.

C.- No presentar cambios volumétricos perjudiciales al variar las condiciones de humedad.

Los materiales empleados para la construcción de base deben cumplir con las siguientes características:

- 1.- Granulometría.
- 2.- Resistencia al desgaste.
- 3.- Estabilidad.
- 4.- Limpieza y pureza.
- 5.- Fricción interna.
- 6.- Propiedades de superficie.

Granulometría.- Solamente en suelos gruesos (materiales pétreos), cuya granulometría puede determinarse por mallas, la dis-

tribución por tamaños revela algo de lo referente a las propiedades físicas, en suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tienen comportamiento ingenieril más favorable.

Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo. La separación se hace por mallas.

En los suelos gruesos con amplia gama de tamaños (bien graduados) se compactan mejor, para una misma energía de compactación que los suelos muy uniformes (mal graduados). Debido a que en la compactación por vibración, las partículas más chicas se acomodan en los huecos entre las partículas más grandes, adquiriendo el conjunto una gran compacidad.

La distribución granulométrica se representa mediante una curva con porcentajes como ordenada y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentajes, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica (eje de las abscisas en escala logarítmica) resulta preferible a la simple representación natural, pues en la escala logarítmica se dispone de mayor amplitud. La forma de la curva granulométrica da idea inmediata de la distribución granulométrica de un suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical; una curva muy tendida indica gran variedad-

en tamaño (suelo bien graduado).

El cribado por mallas es un método para la separación de un suelo en diferentes fracciones, según sus tamaños. Se usa para obtener las fracciones correspondientes a los tamaños mayores del suelo; generalmente se llega así hasta el tamaño correspondiente a la malla No. 200 (0.074 mm). La muestra se hace pasar sucesivamente a través de un juego de tamices de abertura descendentes, hasta la malla No. 200; los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representan respecto al peso total de la muestra se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de mayor tamaño; el complemento a 100% de esa cantidad da el porcentaje de suelo que es menor que el tamaño representado por la malla en cuestión. Así puede tenerse un punto de la curva acumulativa correspondiente a cada abertura. Finalmente la curva resultante se compara con las que se tengan como especificaciones.

Resistencia al desgaste.- Para que el material de revestimiento sirva como base, es necesario que tengan suficiente resistencia para sufrir la acción del apisonado y la acción del tráfico, sin romperse por la acción de las cargas que se les impone. El ensayo que se emplea para evaluar ésta propiedad es la prueba de desgaste los Angeles. La piedras se coloca en el interior de un tambor metálico de 28 pulgs. de diámetro (711 mm) y 20 pulgs. de longitud (508 mm), con cierta cantidad de bolas de acero de 1 7/8 pulgs. (38 mm) de diámetro, y se hace dar al tambor 500 vueltas a la velocidad de 32 R.P.M. El interior del tambor está provisto de unos angulares longitudinales, lo que obli

ga a las piedras y las boles a caer con un fuerte golpe una vez en cada giro, rompiéndose las partículas en otras más pequeñas. Al final de la prueba se criba la piedra por un tamiz del No. - 12, denominándose coeficiente los Angeles la cantidad que pasa por el tamiz, expresada en porcentaje de la carga total.

Las piedras muy duras tienen un desgaste del 20% o inferior y las piedras más blandas, tal como la piedra caliza, que se raya fácilmente con navaja, dan un 50% o más. Los materiales que tienen un desgaste superior al 50% no son recomendables para su uso en pavimentos.

Estabilidad.- Las piedras que se disgregan en proporción importante bajo la acción de los agentes atmosféricos se llaman inestables. La pizarra es un material inestable típico porque el agua entra en él, causando su disgregación. Las piedras inestables resultan evidentemente insatisfactorias como material de revestimiento para pavimentos. El ensayo de estabilidad se realiza sumergiendo la piedra en una solución saturada de sulfato de sodio o de magnesio hasta saturación total y secándola en estufa alternativamente, éste proceso de saturación y secado forma un ciclo. Una piedra inestable se desintegra, se divide en trozos, se agrieta o desprende escamas después de muy pocos ciclos.

Limpieza y pureza.- La limpieza y pureza del material de revestimiento suelen determinarse a veces por observación visual, pero un cribado por vía húmeda proporciona en todos los casos una prueba positiva. Son materiales contaminantes: la vegetación, pizarras, partículas blandas, masa de arcilla y reves-

timiento de arcilla de las partículas gruesas.

Fricción Interna.- En un material de revestimiento la fricción interna es la propiedad de éstos que tiende a impedir el movimiento relativo de las piedras bajo la acción de las cargas. - Esta resistencia se debe al entrecruzamiento de las piedras y a la fricción superficial entre las partículas adyacentes.

El balasto machacado y la buena piedra caliza son materiales con alta fricción interna. Por el contrario, el rozamiento interno de las gravas no partidas, redondas y de superficies suave, es relativamente muy bajo, dado que es imposible el entrecruzamiento de las partículas y porque la fricción superficial entre éstas es muy baja.

Propiedades Superficiales.- Las superficies del material de revestimiento varía considerablemente en su afinidad por los asfaltos. Los materiales que tienen gran afinidad por el asfalto - se llaman hidrófobos y son esencialmente de naturaleza caliza. - Son ejemplos el Basalto, la caliza y la dolomita. Los materiales que son difíciles de envolver con asfalto y de los que éste se separa con facilidad, se llaman hidrofilicos, son de naturaleza silíceos; un ejemplo típico es la cuarcita.

Carpeta Asfáltica.- Está constituida por un material pétreo al que ha sido adicionado un producto asfáltico que tiene por objeto servir como aglutinante. Las funciones principales que debe satisfacer son:

A.- Proporcionar una superficie de rodamiento adecuado que permita en todo tiempo un tránsito fácil y cómodo de los vehículos.

B.- Impedir la filtración del agua de lluvia hacia las capas inferiores, para impedir así que el agua disminuya su capacidad para soportar cargas.

C.- Resistir la acción destructora de los vehículos y de los agentes climáticos.

Obtención del Asfalto.

El crudo de petróleo se transporta mediante tuberías, camiones, tanques o barcazas a la refinería, donde se separa en sus diversos componentes por un proceso continuo de destilación.

En la obtención del asfalto se utilizan dos procedimientos diferentes: La destilación al vapor y vacío, y el método de extracción por solventes.

Proceso de destilación.- El proceso de destilación por vapor al vacío separa al crudo en diversos productos. Los cambios que ocurren durante el refinado son de tipo físico; por ello es posible recombinar varios de los productos obtenidos.

El refinado del crudo del petróleo es una operación continua que se realiza bombeando primero el crudo a través de un hornotubular, donde se eleva su temperatura e introduciéndole a continuación en una torre de destilación para el primer corte o separación. La torre de separación es un cilindro vertical que contiene una serie de plataformas o bandejas superpuestas. Cuando se inyecta el crudo caliente cerca del centro de la torre, los vapores o fracciones más ligeras se reúnen en las bandejas superiores y se llevan a un condensador. En los niveles inferiores -

de la torre de destilación se sitúan grados o cortes más pesados del crudo, hasta que solo queda en el fondo de la torre de residuo más pesado que contiene el asfalto.

La fig. III.2. representa la destilación del asfalto de petróleo. Durante el primer proceso de separación, la mayoría de las refinerías separan el crudo en cinco productos que pueden clasificarse como sigue: 1) Gasolina de Destilación, 2) Meroseno Destilado, 3) Diesel-Dil, 4) Aceite Lubricante, 5) Material Residual pesado.

Cada una de éstas fracciones puede redestilarse de forma análoga para su ulterior separación en productos de propiedades bien definidas.

Si se continúa la destilación al vapor y vacío del residuo pesado, se obtienen grados más pesados de materiales asfálticos, o bien cualquier tipo de asfalto deseable. Controlando la temperatura del residuo pesado en el horno tubular y la cantidad de vacío aplicada a la torre, pueden separarse las fracciones más ligeras o los constituyentes aceitosos que quedan en el residuo pesado de la primera destilación.

Si se aumenta la temperatura del crudo en el horno tubular y el vacío aplicado a la torre, se obtiene un producto final que es un asfalto de baja penetración; inversamente, la disminución de la temperatura del crudo y del vacío aplicado producen un material de penetración más alta; es decir, más blando.

Obtención por Solventes.- Está asociado con la fabricación de aceites lubricantes de alta viscosidad que requieren un cuida

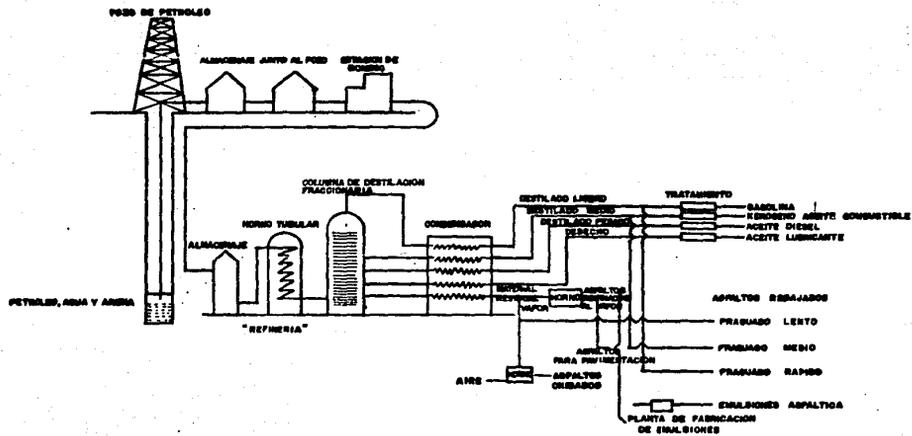


FIG. III.2 OBTENCION DE ASFALTOS DE PETROLEO

doso control de la temperatura del crudo. Para extraer el asfalto de las fracciones de aceites lubricantes se emplea el propano; usualmente el producto final es un asfalto de penetración - relativamente baja en cualquiera de los otros tipos más blandos, es necesario mezclarlos con una pequeña cantidad de material residual blando.

Cuando se mezcla cierto porcentaje de asfalto al vacío de alta y baja penetración se obtiene un material de penetración - intermedia.

TIPOS DE ASFALTOS.

1.- **Asfaltos Soplados.**- Se obtienen inyectando aire a través -- del residuo durante la última parte del proceso del refino pueden obtenerse asfaltos semisólidos de propiedades especiales. - En la fabricación de asfaltos soplados u oxidados, el proceso - de destilación se interrumbe en el momento en que el residuo pa sa a otro tanque llamado convertidor y se hace pasar aire a tra vés de el mientras se mantiene a alta temperatura. Este trata-- miento prosigue hasta que el residuo ha alcanzado las propieda-- des deseadas. Los asfaltos oxidados son los más rígidos que se fabrican y tienen la propiedad de mantener una consistencia el gade a las temperaturas que deben soportar cuando se exponen a los agentes atmosféricos. Estos asfaltos no se usan normalmente en las mezclas de pavimentación, pero sus propiedades especia les los hacen valiosos para multitud de usos industriales.

La adición de un catalizador durante el proceso de oxida ción produce un material que conserva su plasticidad a tempera-

turas muy inferiores a aquellas a la que un asfalto ordinario se hace frágil.

El asfalto oxidado catalítico tiene determinadas propiedades de elasticidad que le hacen asemejarse en cierto modo a la goma y se emplea como revestimiento de canales.

2.- Asfalto Refinado al Vapor.- Los materiales asfálticos de --
fraguado rápido, medio y lento se designan usualmente por las --
iniciales FR, FM y FL, respectivamente. De este modo, las dos --
primeras letras designan el tipo. El grado o fluidez se indica --
por una cifra que sigue a las iniciales. Los asfaltos menos vis --
cosos o más fluidos se designan por el número 0 como FR-0, FM-0 --
y FL-0. Los números 0, 1, 2, 3, 4 y 5 se designan asfaltos pro --
gresivamente menos fluidos o de mayor viscosidad al crecer los --
números. Además éste número indica un tipo definido de fluidez --
o viscosidad, independientemente del tipo de fraguado.

Los materiales asfálticos de fraguado rápido, se llaman --
así porque se fabrican por mezcla del asfalto con cierta canti --
dad de disolvente o material de corte, que se evapora rápidamen --
te después de usarlo, dejando solo el asfalto. El disolvente --
utilizado para mezclarlo con un asfalto y producir un material --
de bajo punto de ebullición, como Nafta o Gasolina. La cantidad --
de disolvente que debe emplearse con el asfalto depende del ti --
po de material asfáltico de fraguado rápido que haya de fabri --
carse; p. ej. para un FR-0, la mezcla será de un 45% de disol --
vente y un 55% de asfalto. Para FR-5, será preciso mezclar, --
aproximadamente 15% de disolvente y 85% de asfalto. La viscosi --
dad del material asfáltico depende también del porcentaje de di

solvente empleado en la mezcla. De ésto un FR-0 será el de viscosidad más baja y el FR-5 el de viscosidad más alta.

Los materiales asfálticos de Fraguado Medio.- Se fabrican mezclando asfalto con un disolvente de punto de ebullición intermedio, de tipo keroseno. Cuando ésta mezcla de materiales se riega sobre una superficie o se mezcla con revestimiento, el disolvente tipo keroseno no se evapora tan rápidamente como el de tipo gasolina empleado en el fraguado rápido. La relación entre el grado y la viscosidad en éste tipo de fraguado son las mismas que en la de fraguado rápido.

Los materiales asfálticos de fraguado lento.- Pueden fabricarse por uno de éstos dos métodos.

Primero, mezclando asfalto con Gas-Oil de alto punto de ebullición y segundo, controlando el caudal y la temperatura del crudo durante la primera destilación. Ya que el Gas-Oil que entra en la composición del tipo FL es un material semivolátil, necesita un período de curado mucho más dilatado. De hecho, los materiales del tipo FL extraídos del fondo de la torre de destilación son de curado extremadamente lento y puede no llegar a curar jamás.

3.- Emulsiones Asfálticas.- Es una combinación de agua, asfalto y un agente emulsificante. El asfalto no se disuelve en agua, de manera que agua y asfalto se mantienen en fases separadas.

En la evolución que durante el tiempo han tenido los productos asfálticos en los pavimentos flexibles, aparecieron hace algunos años las emulsiones asfálticas; que trajeron consigo --

grandes ventajas constructivas por la facilidad de su empleo, - pues permitían dejar de usar los primitivos medios de calentamiento de los asfaltos viscosos. Sin embargo, en la actualidad, los medios de calentamiento se han perfeccionado de tal manera que el empleo de los productos viscosos vuelve a resultar cómodo, aunque para ello es necesario disponer de equipo especial, - mientras que para el uso de las emulsiones éste se reduce a los elementos indispensable para el transporte y colocación en obra.

El fin que siempre se persiguió en el estudio de las emulsiones asfálticas fué el conseguir trabajar a la temperatura ambiente con un material (asfalto) que a esa temperatura no es manejable ya que se encuentra en un estado semisólido.

Las emulsiones asfálticas son líquidos de color chocolate casi tan fluidos como el agua y de la cual contienen entre 40% y 50%, siendo éste un factor importante con el conjunto.

Para conseguir que el agua y el asfalto refinado al vapor (cemento asfáltico) queden perfectamente emulsionados es necesario reducir el cemento asfáltico a pequeñas gotas de tal manera que queden flómando en el agua. La estabilidad de ésta suspensión se logra proporcionándole a las gotas de cemento asfáltico una fuerza repulsiva que impide la unión de unas con otras, lo que trae consigo que las dos fases, agua y cemento asfáltico, - se mantengan separadas.

El emulsor empleado es generalmente, un agente químico cargados negativamente (cuarcitas y silíceos) por lo cual la adherencia queda asegurada. Con los materiales pétreos básicos ten-

dría que suceder que la adherencia no fuera buena, pero como el agente emulsor contiene ácido esto hace que exista la unión.

En el momento que las partículas de cemento asfáltico son atraídas por la superficie del material pétreo, la emulsión deja de mantenerse estable y rompe, quedando el cemento asfáltico incorporado en forma de película fina al material pétreo y el agua queda libre para que se evapore posteriormente. Esto hace que sean insustituibles para ejecutar trabajos fuera de temporada.

No siendo así con las emulsiones aniónicas ya que rompen principalmente por deshidratación, lo que es causa de que en -- tiempo frío o húmedo, el tiempo de curado se prolongue excesivamente.

En conclusión los asfáltos que se utilizan en la pavimentación se clasifican en:

Cemento asfáltico.- Es el producto asfáltico obtenido directamente de la destilación al vapor del material residual.

Asfalto Rebajado.- Es el producto asfáltico destilado al vapor más disolventes.

Emulsiones asfálticas.- Es el producto asfáltico destilado al vapor se procesa en una planta de fabricación de emulsiones.

Carpeta asfáltica.- Propiedades necesarias: una carpeta asfáltica tiene que ser estable; esto es, debe resistir la deformación producida por las cargas que inciden sobre él. Los pavimentos inestables se caracterizan por la formación de surcos longitudi

nales y ondulaciones transversales, así como la deformación - que sufren bajo los neumáticos de un vehículo parado.

Ha de ser duradero no debe disgregarse bajo la acción -- del tráfico y de los agentes atmosféricos.

Debe ser antideslizante. La textura de la superficie ha- de ser tal que el coeficiente de rozamiento con los neumáti-- cos sean elevado incluso con el pavimento mojado.

Debe ser económico.- Hay que emplear los materiales me-- nos caros, capaces de producir un pavimento estable, duradero y antideslizante.

Tipos de Carpetas Asfálticas.

Las carpetas asfálticas empleada en los pavimentos flexi- bles se clasifican en:

A).- Tratamientos Superficiales.

- 1.- Simple o de un riego.
- 2.- Doble o de Dos Riegos.
- 3.- Triple o de Tres Riegos.

B).- Macadam asfáltico.

C).- Mezclas en el lugar.

- 1.- Elaborado con motoconformadora.
- 2.- Elaborado con mezcladora ambulante.

D.- Mezclas en la planta.

A continuación se describirá cada uno.

A).- Tratamientos Asfálticos Superficiales.

Son aplicaciones de material ligante asfáltico y material pétreo sobre capas de base flexible, de buena calidad y de espesor adecuado para soportar las cargas del tráfico. La función de estos tratamientos superficiales consiste en proteger la capa de base y proporcionarle una capa de desgaste sin polvo, sobre lo que el tráfico pueda moverse cómodo y seguramente.

1.- Simple o de un Riego.- Sobre la base de pavimento ya conformada, compactada, impregnada y seca se dá un riego de producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de 1.5 a 2 lts./m², inmediatamente se cubre con material pétreo número 3A (clasificado entre las mallas de 3/8" a #8) a razón de 6 a 8 lts./m²; se rastrea para uni formar la superficie y se plancha con plancha liviana de 5 a 8 tons., pudiendo abrirse el tránsito unos días después, quitando de la superficie el material pétreo sobrante para evitar que vaya a ayudar a formar ondulaciones en la carpeta. Esta carpeta es aconsejable para tránsito inferior a 200 vehículos por día. En zonas de alta precipitación pluvial, conviene mejor colocar un tratamiento superficial doble.

2.- Tratamiento Superficial Doble.- Sobre la base de pavimento ya conformada, impregnada y seca, se dá un Riego de producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 2 lt/m² e inmediatamente se cubre con material pétreo # 2 (clasificado entre las mallas de 1/2 y 1/4), a razón de unos 12 a 14 lt./m², se rastrea y se plancha -- con aplanadora liviana de 5 a 8 tons. de peso. Dos o tres días después se barre y se le da un nuevo riego de producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 1.5 a 2 lt/m² y se cubre inmediatamente con

material pétreo #38 (clasificado entre las mallas de 1/4 y #8),-- se rastrea para uniformar la superficie y se plancha con aplanadora pequeña de 5 a 8 tons. de peso. Tres días después puede -- abrirse al tránsito. Posteriormente debe retirarse el material pétreo sobrante. Este tipo de carpeta asfáltica es aconsejable -- para un tránsito inferior a 600 vehículos por día.

3.- Tratamiento Superficial Triple.- Sobre la base de pavimento conformada, compactada, impregnada y seca se dá un riego de producto asfáltico FR-3 a razón de 2.5 lt/m² e inmediatamente se cubre con material pétreo número 1 (clasificado entre las mallas - 1" y 1/2") a razón de 20 a 22 lts./m², se rastrea y se plancha -- con aplanadora pequeña de 5 a 8 tons. de peso. Dos o tres días -- después se barre el material pétreo sobrante y se coloca una carpetta de tres riegos sobre ésta, quedando así terminada la carpeta de tres riegos. Esta carpeta asfáltica admite perfectamente -- los 1,000 vehículos por día.

8).- Macadam Asfáltico.

El macadam asfáltico o de penetración es una carpeta asfáltica que consiste de capas sucesivas de piedras progresivamente -- más pequeñas de abajo hacia arriba, limpia y angulosas. Cada ca -- pa se extiende y se acuña mediante compactación por vibración -- después de lo cual se baña con producto asfáltico.

Es necesario contar con una buena base ya que siendo el Ma -- cadam Asfáltico una carpeta que presenta gran porcentaje de va -- cíos, principalmente en la parte inferior de la capa, si la capa se reblandece, el paso constante de los vehículos obligará a que

la base se incruste en la carpeta provocándose una deformación perjudicial.

C).- Mezclas en el lugar.

Las capas superficiales de asfalto y áridos mezcladas sobre el camino se construyen haciendo pasar los materiales por una planta mezcladora móvil o empleando motoniveladoras y algún otro tipo auxiliar. Las mezclas para capas de superficie fabricadas de este modo resultan más económicas y de menos calidad que las obtenidas en plantas estacionarias, por no haber un control seguro de la granulometría. Los materiales pétreos seleccionados para capas de superficies mezcladas en el lugar pueden ser naturales o tratados. Si es necesario mezclar dos o más materiales para obtener una granulometría satisfactoria, la mezcla se realiza normalmente antes de transportar el material a la obra.

1.- Elaborado con motoconformadora.- Este método de construcción es uno de los métodos más antiguos en el cual las técnicas constructivas son muy sencillas y solo emplean los elementos más comunes de maquinaria de construcción en carreteras.

El material pétreo se coloca sobre el camino en un camellón aplanado, de espesor y anchura uniforme, y se riegan abundantemente con material asfáltico. Para la aplicación de asfalto se emplean distribuidores a presión. La cantidad necesaria de asfalto se reparte en varias aplicaciones iguales; después de cada aplicación de asfalto, el material pétreo y éste se mezclan, removiendo los materiales con la motoniveladora sobre el

camino o sobre la zona de mezclado, hasta que el asfalto se ha dispersado uniformemente. Se continúa aplicando asfalto y removiendo la mezcla hasta conseguir el contenido total de asfalto necesario en buen estado de dispersión. Cuando se emplea emulsión asfáltica suele ser necesario añadir agua a la mezcla para obtener la dispersión adecuada.

Es esencial la ventilación apropiada antes de la compactación en éste tipo de mezcla. Un insignificante contenido de humedad de la mayor parte del material pétreo constituye una ayuda para la mezcla, aunque a veces resulta perjudicial si ésta se compacta con más del 2% de humedad. Por ello es necesario que se remueva lo suficiente después de efectuadas éstas mezclas, con el fin de eliminar por evaporación la mayor parte del contenido de disolvente y humedad.

2.- Elaborado con mezcladora ambulante.- Se suelen emplear plantas móviles de diversos tipos. El más común es la mezcladora mecánica, que recoge el material pétreo de un camellón y lo hace pasar a través de un mezclador tipo continuo. El material asfáltico se pulveriza sobre el material pétreo en proporciones determinadas cuando éstos entran en la cámara de mezcla.

Para obtener un control adecuado de la cantidad necesaria de material asfáltico es necesario que el material pétreo estén acoplados en un camellón uniforme, de tal forma que pueda relacionarse la velocidad de la bomba de asfalto con la velocidad de la planta y el tamaño del camellón.

Son varios los tipos y grados de material asfáltico que -

pueden emplearse en plantas mezcladoras móviles con material pétreo cuyo tamaño máximo es de 1" y que no contienen más de 40% del material que pase por la malla #10, pueden emplearse material asfáltico tipo FR-4 y FM-4. Cuando la parte del material que pase por la malla #10 es superior al 40% del total, se obtiene una mezcla más homogénea empleando material asfáltico de viscosidad inferior, como el FR-3 y FM-3. Una pequeña cantidad de agua (del 3 al 4%) coadyuva a la producción de una buena mezcla actuando como agente portador para el asfalto.

Existen tipos de plantas móviles que toman el material pétreo de su posición en el lugar, o que operan sobre un camellón aplanado.

Las plantas que toman el material pétreo de su posición en el lugar remueven el material y lo pulverizan, introducen el material asfáltico en proporción determinada y mezclan perfectamente las partes componentes. La mezcla se deja sobre el camino en estado suelto, lista para ser ventilada.

Otro tipo de planta mezcladora requiere que el material pétreo se hallen extendido en capa uniforme en estado suelto antes de empezar las operaciones de mezclado. En general son necesarias varias pasadas del mezclador antes de obtener una mezcla satisfactoria.

D).- Mezclas en Planta.

1.- Carpeta asfáltica mezclada en caliente.

En éste tipo de carpeta se produce el concreto asfáltico -

que es una mezcla elaborada por peso en plantas estacionarias, calentando los agregados y empleando en su elaboración asfalto refinado al vapor (cemento asfáltico). Los concretos asfálticos, debido a la precisión de su dosificación resultan de alta calidad. El agregado pétreo para la mezcla es secado y calentado entre 1330C y 1770C en la planta antes de entrar en la mezcladora. Después de calentado, el agregado se cribará en los tamaños especificados, que se depositarán en compartimientos, listos para ser mezclados con el cemento asfáltico. Una vez calentado y separado los diversos tamaños de agregado, se procederá a pesarlos exactamente, proporcionando sus cantidades de manera que la mezcla resultante se ajuste a la granulometría especificada. El material pétreo se introduce en la mezcladora y a continuación se añade el cemento asfáltico para proceder al mezclado. El cemento asfáltico se calienta en pailas o tanques apropiados que produzcan calentamiento uniforme. No deberá calentarse a más de 1770C.

El material mezclado en caliente se transporta, donde se deposita en una máquina extendidora, que lo coloca en capas uniformes; éstas se compactan mientras la mezcla conserva temperatura suficiente para alcanzar la densidad adecuada.

Actualmente casi todo el concreto asfáltico se coloca por medio de máquinas. El principio de funcionamiento consiste: el camión se acerca a la máquina de reserva y vierte el concreto caliente en una tolva, desde donde es transportado hacia atrás y depositado sobre el camino en capas de espesor uniforme. Algunas de éstas máquinas dan al concreto asfáltico una compacta

ción adicional por medio de pisones. Después de colocar sobre el camino la cantidad adecuada de material por metro cuadrado, se apisona éste material en dos fases: 1) Apisonado primario, - 2) Apisonado Final.

La aplanadora primaria compacta el aglomerado dándole prácticamente toda la densidad que puede admitir, mientras que la apisonadora terminadora suprime las irregularidades dejadas por la apisonadora primaria y aumenta un poco más la densidad del material.

2.- Carpeta Asfáltica mezclada en frío.

Si se emplea éste método de mezcla en frío para la construcción del pavimento, el agregado se mezcla con la cantidad especificada de asfalto. En una planta estacionaria se elabora la carpeta, ésta mezcla se lleva a cabo durante un tiempo especificado, como de 1 minuto para la mayoría de las obras, para ésta carpeta el agregado puede o no calentarse con el asfalto, generalmente no se calienta únicamente se elabora la carpeta a base de asfalto en la planta estacionaria, una vez elaborada puede usarse inmediatamente o almacenarse para uso posterior.

Esta carpeta se descarga en camiones y se acarrea a la obra en donde se extiende a mano y con un esparcidor mecánico en capas de espesor adecuado. La compactación a la densidad se obtiene con una aplanadora o con rodillos neumáticos, produciendo la presión deseada. Puede llegar a ser necesario colocar el material en dos o más capas, plenchándose cada capa, de manera de obtener una compactación uniforme en todo el espesor de pavi

mento.

CONSTRUCCION DE LA SUB-BASE.

La sub-base se construyó con material de banco. Este material es del tipo que no requiere tratamiento (arena).

Los materiales que no requieren tratamiento son los poco o nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extraerlos quedan sueltos y no contienen más del 5% de partículas mayores de 51 mm. (2").

El mezclado y tendido de material se efectuó por medio de motoconformadora luego de incorporarsele agua por medio de riegos y mezclado sucesivos con el fin de alcanzar la humedad optima. A continuación se extendió el material en capas sucesivas sin compactar de 15 cm. aproximadamente. Por último cada capa extendida se compactó hasta lograr el grado de compactación fijada (95%), sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto.

CONSTRUCCION DE LA BASE HIDRAULICA.

La construcción de la base hidráulica no presenta serias dificultades. Consiste en formar una base que presente características adecuadas para poder alojar la capa de la carpeta.

La base se construye mediante el tiro de material de revestimiento (grava 1 1/2") a lo largo de todo el camino.

Una vez que se le ha efectuado la prueba de granulometría al material y fué aprobado se procedió al acarreo en camiones -

de volteo hasta la obra donde se acamellona a lo largo del camino con motoconformadora, una vez tendido se compactó con rodillo liso (Duopactor), el grado de compactación alcanzado es comprobado por el laboratorio de suelos de PEMEX, siendo de 95 % - el grado de compactación fijado en el proyecto.

El espesor del material de base nivelado y compactado debe ser de 20 cm. de espesor.

Para la compactación se le agrega agua para mejorar el acomodo del material. Una vez alcanzado el grado de compactación del 95% que marca la especificación de proyecto se le da un riego de impregnación con un producto asfáltico de fraguado-medio (FM-1) grado 1, éste riego tiene por objeto proteger la base hidráulica de la lluvia y del tránsito normal de vehículos durante la construcción. Además, sirve como zona de transición entre la base hidráulica y la capa asfáltica siguiente. Este riego se efectúa por medio de una petrolizadora en una cantidad de 1.0 lt/m^2 según especificación particular de PEMEX. Una vez efectuado el riego se protege la superficie con una capa de arena como poreo, para evitar que el tránsito deteriore el trabajo.

CONSTRUCCION DE LA CARPETA ASFALTICA.

Una vez impregnada la superficie de la Base Hidráulica y - habiendo penetrado y fraguado el producto asfáltico FM-1, se procede a aplicar un riego de liga, éste es un tratamiento superficial para unir capas; sea una base hidráulica con una capa asfáltica, o una capa asfáltica con otra del mismo tipo. Las cantidades de emulsión que se emplean son las mínimas neces-

rias. Siempre de acuerdo con la superficie por tratar, mientras más porosas, mayor será la cantidad que se emplee.

Generalmente, el riego de liga se hace casi en el momento de realizar el tendido de la capa asfáltica. Para aplicar el riego es necesario barrer la superficie para que ésta quede libre de polvo y otros agentes que perjudiquen la liga.

El tipo de ligante que se emplea para éste riego es de un producto de fraguado rápido grado 3 (FR-3).

Después del riego de liga se procede al acarreo de la carpeta asfáltica de la planta al camino y se acamellona.

Esta carpeta es elaborada en planta estacionaria al 95% -- con material pétreo adquirido, mezclado con emulsión catiónica de rompimiento medio.

Una vez llevada la carpeta al camino se procede a efectuar el nivelado de éste con motoconformadora después del cual se compacta con compactador neumático (duopactor), procediéndose a dar un riego de taponamiento con arena.

Este riego de taponamiento tiene por objeto proteger la carpeta de la lluvia, ya que si esto no se efectúa va en detrimento de la calidad de la carpeta, éste riego es inmediato a la construcción de la carpeta.

Por último para proteger la carpeta se le da un riego de sello para proteger del tránsito de vehículos y proporcionar una superficie antiderrapante.

Antes de efectuar el riego de sello se le da otro riego - con material ligante de emulsión catiónica en proporción de -- 1.0 a 1.2 lts/m² según especificaciones particulares de PEMEX.

El riego de sello se puede efectuar con esparcidor mecánico o en camión de volteo.

El material para riego de sello empleado en éste camino - es del tipo 3-A, que cumple con especificaciones de granulometría según lo establecen los requisitos generales de construcción de la S.C.T.

Denominación del material	Que pasa por malla de.	Y se retenga en la malla de .
Pétreo.		
1	25.4 mm (1")	12.7 mm (1/2")
2	12.7 mm (1/2")	6.3 mm (1/4")
3-A	9.5 mm (3/8")	2.38 mm(#8)
3-B	6.3 mm (1/4")	2.38 mm(#8)
3-E	9.5 mm (3/8")	4.76 mm(#4)

Estos materiales pétreos deben cumplir con lo indicado en la tabla (pag. siguiente).

Después de efectuado el riego de sello se procederá a -- efectuar el barrido de la superficie con barredora mecánica para retirar el material sobrante del riego.

MALLAS	CONDICIONES	DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO				
		1	2	3-A	3-B	3-E
De 31.8 mm. (1 1/4")	Debe Pasar	100 %				
De 25.4 mm. (1")	Debe Pasar	95 % mínimo				
De 19.1 mm. (3/4")	Debe Pasar		100 %			
De 12.7 mm. (1/2")	Debe Pasar		95 % mínimo	100 %		100 %
	Debe retenerse	95 % mínimo				
De 9.5 mm. (3/8")	Debe Pasar			95 % mínimo	100 %	95 % mínimo
De 6.3 mm. (1/4")	Debe Pasar				95 % mínimo	
	Debe retenerse		95 % mínimo			
Núm. 4	Debe retenerse					95 % mínimo
Num. 8	Debe retenerse		100 %	95 % mínimo	95 % mínimo	100 %
Num. 40	Debe retenerse			100 %	100 %	

C A P I T U L O I V .

C O N T R O L E S D E O B R A .

Hasta el capítulo anterior se ha visto el proceso constructivo de la obra en sus diversas etapas, pero para llevar a cabo la construcción de cualquier obra de ingeniería es necesario -- contar con otros medios de los cuales dependerá el éxito de la ejecución de la misma, siempre tomando en cuenta que en la construcción de la obra se debe contar con los elementos suficientes como son: elementos humanos, materiales y el equipo.

Para combinar estos elementos debemos contar con un buen control administrativo en el caso de los elementos humanos y -- equipo, de calidad en el caso de los materiales.

El presente capítulo tratará lo relacionado a: Control de Calidad y Control Administrativo.

A.- CONTROL DE CALIDAD.

El control de calidad depende de las especificaciones y conceptos que comprende la obra. Para tener una idea clara de la calidad de los materiales y así poder saber si estos cumplen -- con los requisitos establecidos en el proyecto de la obra, tenemos que recurrir a las pruebas de laboratorio con el fin de conocer las propiedades Índices y Mecánicas de los materiales, para conocer el grado de compactación, granulometría, humedad óptima, contenido de cemento, asfalto, etc., en terracerías y pavimentos respectivamente.

1.- Compactación.-

Muestreo y exploración.- Para determinar el grado de compactación en la Sub-Base y Base de la plataforma de perforación, se tomaron 20 muestras a cada capa de 20 cms. de espesor y al camino se le tomaron 15 muestras, así mismo se determinó el peso volumétrico máximo Porter a cada Base y Sub-Base.

Prueba de Laboratorio.- Objeto de la prueba:

a).- Determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar el material para un procedimiento definido de compactación, así como la humedad óptima a que deberá hacerse dicha compactación.

b).- Determinar el grado de compactación alcanzado por el material de que se trate, ya sea durante la construcción o bien en caminos ya construídos, relacionando con el peso volumétrico máximo obtenido con ésta prueba el peso volumétrico determinado en el lugar.

El tipo de compactación de carga estática, que se aplica en la presente prueba, puede compararse en forma hasta cierto punto relativa con el tipo de compactación que se obtiene con los rodillos lisos o neumáticos, es decir como compactación que va de la superficie hacia abajo.

Esta prueba está limitada a los suelos que pasen totalmente por la malla de 1". Deberá efectuarse también en los suelos finos en que la prueba de compactación no puede verificarse, es decir, en las arenas de río o de mina, arenas producto de trituración

ción, tezontles francamente arenosos, y en general en todos los materiales que carezcan de cementación.

Equipo de Prueba.-

Un molde cilíndrico de compactación de 15.75 cms. (6") de diámetro interior y 20.32 cms. (8") de altura, provisto de una base con dispositivos para sujetar el cilindro.

Una máquina de compresión con capacidad mínima de 30 ton. y aprox. en las lecturas de 100 kgs.

Una varilla metálica de 1.9 cms. de diámetro (3/4") y 30 cms. de longitud, con punta de bala, para el picado del material en el molde.

Una placa circular para compactar, con diámetro de 15.50 cms., ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, que pueda sujetarse a la cabeza de aplicación de la carga.

Una malla de 1".

Una malla del No. 4.

Una balanza de 10 kgs., de capacidad y sensibilidad de 1 gr.

Una balanza con sensibilidad de 0.01 gr.

Cápsulas para determinación de humedad.

Un horno que mantenga temperatura constante hasta 110°C.

Charolas de lámina galvanizada.

Una probeta graduada de 500 c.c.

Una probeta graduada de 1000 c.c.

Una regla de 15 cms. graduada en mm.

Preparación de la muestra.-

La muestra para efectuar ésta prueba deberá pesar aproximadamente 16 kgs. y deberá haber sido secada, disgregada y cuarteada.

Una vez lograda la disgregación de los grumos, la muestra se tamiza por la malla de 1". Se cortan porciones representativas de 4 kgs. del material que pasó la malla de 1" para las determinaciones que se indican a continuación.

Procedimiento de prueba.-

La humedad óptima de compactación es la humedad mínima requerida por el suelo para alcanzar su peso volumétrico seco máximo cuando es compactado con una carga unitaria de 140.6 kgs/cm^2 .

Para obtener el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima se sigue el procedimiento que a continuación se expone.

Se incorpora cierta cantidad de agua, cuyo volumen se anota, a los 4 kgs. de material preparado, y una vez lograda la distribución homogénea de la humedad, se coloca en tres capas dentro del molde de prueba y a cada una de ellas se le dan 25 golpes -- con la varilla metálica. Al terminar la colocación de la última capa se compacta el material aplicando carga uniforme y lentamente de modo de alcanzar la presión de 140.6 Kgs/cm^2 . en un tiempo de 5 minutos, la que debe mantenerse durante 1 minuto, e inmedia

tamente hacer la descarga lentamente en el siguiente minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad del espécimen es inferior a la óptima.

A otra porción de 4 kgs. de material se le adiciona una cantidad de agua igual a la del espécimen anterior más 80 c.c., y se repite el proceso descrito. Si al aplicar la carga máxima se observa que se humedece la base del molde por haberse iniciado la expulsión de agua, el material se encuentra con una humedad ligeramente mayor que la óptima de compactación.

Para fines prácticos es muy conveniente considerar que el espécimen se encuentra con su humedad óptima cuando se inicia el humedecimiento de la base del molde, siendo ésta humedad la más adecuada para efectuar la compactación.

Se determina la altura del espécimen restando la altura entre la cara superior de éste y el borde del molde, de la altura total del molde y con éste dato se calcula el volumen del espécimen. Se pesa el espécimen con el molde de compactación y se calcula el peso volumétrico húmedo con la siguiente fórmula:

$$\gamma_w = \frac{P_i - P_t}{V}$$

Siendo:

γ_w = Peso volumétrico húmedo en grs./lt., o kg/m^3 .

P_i = Peso del espécimen húmedo + peso del molde, en grs.

P_t = Peso del molde, en grs.

V = Volumen del espécimen, en lts.

Se extrae el espécimen del molde y se pone a secar, tenien-

do cuidado de no perder material en la manipulación, a una temperatura constante de 100-110° C, hasta peso constante. Se deja enfriar el material y se pesa nuevamente para calcular la humedad.

$$W = \frac{P_i - P_t - P_s}{P_s} \times 100$$

Siendo:

W= Contenido de humedad.

P_s= Peso del material seco, en grs.

El peso volumétrico seco se calcula con la fórmula:

$$\gamma_s = \frac{W}{100 + W} \times 100$$

Siendo:

γ_s = Peso volumétrico seco, en grs./lt., o kgs./m³.

En caso de que en la segunda determinación no se humedezca la base del molde al aplicar la carga máxima, se prepara una nueva muestra incrementando la cantidad de agua en 80 c.c. con respecto a la cantidad empleada anteriormente y se repite el proceso de compactación.

Esta misma secuela de prueba se continúa hasta lograr que se inicie el humedecimiento de la base del molde.

De los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas se deduce lo siguiente:

Ubicación	Grado de Compactación (%)
Sub-Base	88.0
Base	89.6
Base Asfáltica	86.9

Los resultados obtenidos referente a granulometría, contenido de cemento asfáltico, humedad óptima y peso específico seco - máximo se presentan en los anexos I y II respectivamente.

2.- Peso volumétrico seco en el lugar.

El peso volumétrico en el lugar, o "in situ", es el peso del material seco contenido en la unidad de volumen, considerando los huecos que quedan entre sus partículas, cuando han adquirido éstas un cierto acomodo, ya sea por un proceso natural o -- por un proceso mecánico de compactación.

a).- Aplicación de la prueba.

Esta prueba encuentra su principal aplicación como prueba - de control de compactación durante la construcción de un camino. En un camino ya construido se emplea para conocer el grado de - compactación alcanzado por los suelos que forman su estructura, - con el fin de hacer el estudio de su valor relativo de soporte.

Se aplica también para conocer el abudamiento de los sue- los, de los préstamos o bancos a los caminos de transporte.

b).- Equipo necesario.

Una cuchara de albañil o una espátula con hoja de acero de- 5 cms. de ancho.

Una barreta de acero de 1" con un extremo terminado en punta y el otro plano.

Arena lavada clasificada entre las mallas Nos. 20 y 30 (3 kl los para cada determinación, aproximadamente).

Una regla de 40 cms. de longitud.

Una regla de 10 cms. de longitud.

Una balanza de 20 kgs. de capacidad y 1 gr. de aproximación.

Una balanza de 200 grs. de capacidad y 0.01 grs. de aproximación.

c).- Procedimiento de prueba.

Hágase una excavación en el suelo cuyo peso volumétrico se desea determinar, utilizando la cuchara y la barreta y procurando que sea lo mas regular posible, de sección sensiblemente circular o cuadrada. Las dimensiones deberán ser aproximadamente las siguientes:

Para materiales con agregado grueso: 25 a 30 cms. de diámetro o de lado y 15 cms. de profundidad, o igual al espesor de la capa de suelo.

Se pese inmediatamente el material extraído de la excavación en la balanza de 20 kgs. de capacidad y se toma una muestra para determinar su humedad de acuerdo a la fórmula.

$$\frac{P1 - P2}{P2 - Pt} \times 100$$

Donde:

- W = Contenido de humedad en por ciento.
 $P1$ = Peso de la muestra húmeda más el peso del recipiente.
 ($P1 = PW + Pt$)
 Pt = Peso del recipiente.
 PW = Peso de la muestra húmeda.
 Ps = Peso de la muestra seca.
 $P2$ = Peso de la muestra seca más el peso del recipiente.
 ($P2 = Ps + Pt$).

Cuando se pretenda determinar el grado de compactación alcanzado por un suelo, si se trata de un suelo fino pero que contenga partículas mayores de $3/8"$, o bien si se trata de un suelo -- granular que contenga material de tamaño mayor de $1"$, es necesario hacer la determinación únicamente del peso volumétrico del material que pase dichas mallas (ver prueba de compactación). En éste caso todo el material extraído de la excavación deberá cribarse por las mallas antes mencionadas, según el caso, y el retenido deberá colocarse paulatinamente a medida que se vaya vaciando la arena dentro de la excavación. En ésta forma queda cubicado únicamente el volumen del material que pase las mallas anteriores.

Esta porción deberá pesarse para calcular el peso volumétrico como se indica a continuación:

Se pase una cantidad conveniente de arena, que sea mayor de la que pueda llenar la excavación, anotando éste peso inicial -- " Pi ".

Llenese la excavación con la arena, dejándola caer desde -- una altura constante de 10 cms, que deberá controlarse mediante la regla de esa longitud. Nivélese la arena hasta el borde supe-

rior de la excavación dejando una superficie plana con ayuda de la regla.

Se anota el peso del resto de la arena (pf) y por diferencia se obtiene el peso de la arena que llenó la excavación.

$$P_a = P_i - P_f$$

Siendo P_a = peso de la arena que llenó la excavación.

Calcúlese el volumen de la excavación dividiendo " P_a " entre el peso volumétrico de la arena previamente determinado con toda exactitud en el laboratorio, dando la misma altura de caída constante de 10 cms.

$$V = \frac{P_a}{\gamma_a}$$

Siendo V = volumen de la excavación, en m^3 .

γ_a = peso volumétrico de la arena, en Kg/m^3 .

El peso volumétrico húmedo del suelo se calcula dividiendo el peso del material húmedo extraído de la excavación entre el volumen de la misma.

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V} \quad (1)$$

Donde: γ_w = peso volumétrico húmedo del suelo en Kgs/m^3 .

P_w = peso del material húmedo, en Kgs .

Una vez determinada la humedad que contiene el suelo se calcule el peso volumétrico seco de éste, mediante la fórmula:

$$\gamma_s = \frac{w}{100 + w} \times 100 \quad (2) \text{ o bien}$$

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V} = \frac{P_w}{V(100 + w)} \times 100 \quad (3)$$

Siendo:

γ_s = peso volumétrico seco del suelo, en Kg/m³.

w = humedad del suelo.

3.- Análisis granulométrico.

Esta es una prueba definitiva para juzgar de la calidad de un material, de acuerdo con el fin a que se le destina.

La prueba de granulometría consiste en la determinación de los tamaños de las partículas que forman el suelo por el procedimiento de cribado, o por el de sedimentación.

El primero de ellos consiste en separar las partículas de suelo, tamizándolo a través de una sucesión de mallas de abertura cuadrada y pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, a fin de relacionar dichos retenidos, como porcentajes de la muestra total, para obtener la composición granulométrica. Con este procedimiento se clasifican las partículas de suelo hasta un tamaño mínimo de 0.074 mm. (Malla No. 200).

El procedimiento de sedimentación se basa en el siguiente principio: en un líquido menos denso que el suelo, las partículas de suelo, las partículas de suelo en la misma densidad se asentarán a través del líquido con velocidades proporcionales a sus tamaños. Este principio está expresado por la ley de Stokes que da velocidad de caída de una pequeña esfera en un líquido viscoso.

El procedimiento de prueba más usual es el del hidrómetro, -

el cual consiste en determinar la variación de la densidad de la suspensión suelo-agua para diferentes tiempos por medio de un hidrómetro, y medir la altura de caída de los granos de tamaño más grande correspondientes a la densidad media. La lectura hecha con el hidrómetro mide la densidad media de la suspensión a la altura del bulbo de éste y con ella se puede determinar directamente el porcentaje en peso de las partículas de suelo con relación a la concentración original a éste nivel.

Los resultados se reportan como porcentajes de arena, limo y arcilla contenidos en la muestra original, o en el material que pasa la malla No. 40 que es con el que se hace la prueba. Se considera arena el material cuyo tamaño está comprendido entre 2.0 y 0.050 mm., limo el material de tamaños comprendidos entre 0.050 y 0.005 mm., y arcilla el material menor de éste último tamaño.

La composición granulométrica representa, gráfica o numéricamente, la distribución de los diferentes tamaños de las partículas que componen el suelo.

En términos generales puede decirse que la mayor estabilidad de un material se alcanza cuando se reduce al mínimo la cantidad de vacíos y para que esto pueda lograrse se requiere una sucesión adecuada de tamaños que permita que los huecos dejados por las partículas mayores sean ocupados por partículas de menor tamaño y que a la vez en los huecos que dejen estas últimas se acomoden partículas más finas, y así sucesivamente.

En la fig. IV.I, se muestran cuatro curvas granulométricas que corresponde a materiales bien graduados, que al ser compacto

dos darán un mínimo de vacíos. Estas curvas deben emplearse como una guía para conocer si la composición granulométrica del suelo que se está estudiando, corresponde a una sucesión adecuada de - tamaños para lograr el mínimo de vacíos.

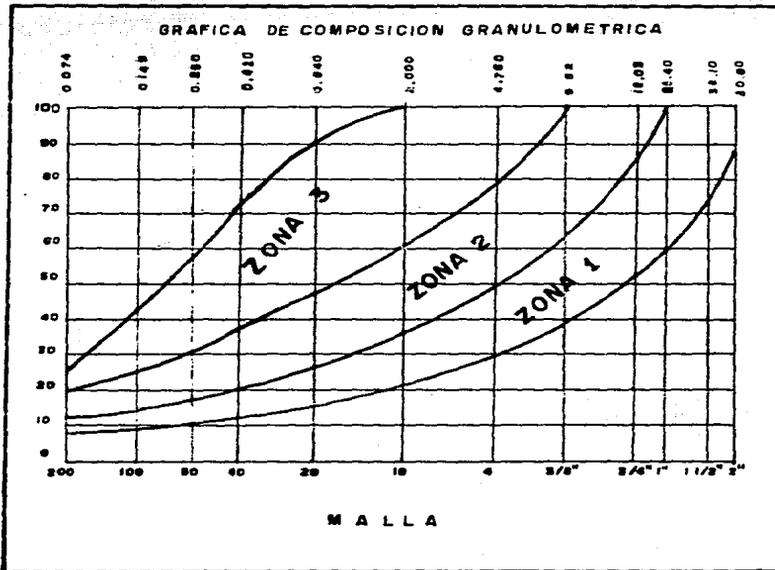


FIG. IV. 1

4.- Contenido de Cemento Asfáltico.

Muestreo y exploración.

Para conocer las características de los materiales, se tomaron muestras de la base asfáltica del camino y la plataforma de perforación, a las cuales se le determinó su granulometría, contenido de cemento asfáltico, también se muestreó el material pétreo y el cemento asfáltico del almacén de la planta, localizada en el Km 13 + 300 de la carretera Paraíso - Las Flores. Así mismo se determinó la compactación de la sub-rasante y base asfáltica del camino y plataforma antes mencionada. Pesos volumétricos, equivalente de arena y contenido óptimo de cemento asfáltico, -- con respecto al material pétreo.

Equipo necesario: Cápsula metálica, parrilla, vidrio de reloj y una balanza.

Procedimiento: Se colocan 100 grs. de la emulsión en la cápsula y se calienta a una temperatura no mayor de 100 ° C., hasta que no se forme espuma. La evaporación se comprueba colocando el vidrio de reloj sobre la cápsula para ver si hay condensación de vapores de agua, después se deja enfriar la cápsula con el residuo y se pesa. También se conoce el peso de la cápsula más la emulsión al principio.

$$\% \text{ Agua} = \frac{P1 - P2}{100} \times 100$$

Contenido de asfalto más emulsificante = 100% - % Agua.

P1 = peso de la cápsula + emulsión, al principio.

P2 = peso de la cápsula + residuo.

Resultados de la prueba.

Base asfáltica (centro) camino.	5.0 %
Base asfáltica (derecha) plataforma.	6.0 %
Base asfáltica (izquierdo) plataforma.	5.5
Contenido asfalto promedio	<u>5.5 %</u>
Equivalente de arena = 100 % - 5.5 % =	94.5 %

B. CONTROL ADMINISTRATIVO.

Después del control de calidad, un factor importantísimo en el control de obra lo es sin duda el control administrativo, el cual comprende la administración en campo y oficina.

En el campo se debe contar con un adecuado control sobre el personal y la maquinaria empleada en la construcción, cuidando del rendimiento y buen funcionamiento de estos elementos respectivamente, con el fin de que la obra se ejecute de acuerdo al programa y en el plazo establecido en el contrato establecido -- por Petróleos Mexicanos, siendo el plazo de ejecución de ésta -- obra de 60 días calendario.

La administración en oficina comprende: la planeación y programación de la obra, control del personal, pago de nóminas, fianzas, seguros, impuestos, financiamiento, elaboración y cobro de estimaciones.

La planeación se inicia con la visita de obra, ésta se realiza en compañía de un supervisor nombrado por la empresa contratante (en éste caso Pemex), que estará pendiente de la ejecución de la obra. El objeto de dicha visita es conocer el sitio de ubicación de la obra, visualizar las condiciones topográficas y los

recursos con que se cuentan para la construcción de la obra. La planeación se realiza en dos etapas, una técnica y otra administrativa; en la primera el ingeniero observa que tipo de obra es, clase de material a trabajar así como la existencia de éste cercano al sitio de la obra, que equipo se va a utilizar en base a experiencias obtenidas en obras similares.

Para la construcción de la obra Puerto Ceiba # 164 se empleó el equipo que a continuación se enumera:

Terracerías.-

- 1 Tractor Cat. D-7
- 1 Traxcavo Caterpillar 955-L
- 1 Compactador Vibrator Dynapac CA-25 D.
- 1 Motoconformadora Caterpillar 12-G.
- 1 Draga Koehring de 1 Yd³.
- 1 Camión Pipe F-600 Autobomba (10 000 lts. cap.)

Pavimentación.-

- 1 Planta estacionaria para elaboración de mezcla asfáltica.
- 1 Petrolizadora 4 000 lts. cap.
- 1 Nodriz 6 000 lts. cap.
- 1 Motoconformadora.
- 1 Rodillo vibropactor.
- 1 Plancha rodillo liso.
- 6 Camiones de volteo.
- 1 Cargador frontal.

El equipo de mantenimiento y servicio es el siguiente:

- 1 Planta de soldar de 300 amp.

- 1 Camión de servicio de 3 ton.
- 1 Camioneta tipo Pick-Up 3/4 ton.

El personal que interviene es el siguiente:

- 1 Operador de tractor.
- 1 Aydte. op. tractor.
- 1 Operador motoconformadora.
- 1 Aydte. op. motoconformadora.
- 1 Operador Traxcavo.
- 1 Aydte. op. Traxvo.
- 2 Operador Compactador.
- 1 Chofer Pipa.
Operador planta estacionaria.
- 1 Operador Petrolizadora.
- 1 Aydte. Petrolizadora.
- 1 Operador Nodrizo.
- 1 Aydte. Nodrizo.
- 6 Choferes camiones de volteo.
- 1 Chofer camión de servicio.
- 1 Mecánico.
- 1 Aydte. mecánico.
- 1 Soldador.
- 1 Aydte. Soldador.
- 1 Sobrestante.
- 1 Checador de tiempo.
- 4 Obreros generales.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

COSTO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

TRACTOR CAT. D-7	166'155,000.00
MOTOCONFORMADORA CAT. 12-G	108'744,341.00
DRAGA MOEHRING 1 YD ³	172'425,000.00
COMPACTADOR VIBRATORIO DYNAPAC CA-25 D.	65'923,532.40
AUTO TANQUE CON BOMBA	22'290,160.99
CAMION DE VOLTEO DINA	19'782,160.99
CAMIONETA DINA 3 TONS.	11'664,833.40
PLANTA MEZCLADORA	209'580,626.00
PETROLIZADORA	25'800,000.00

COSTO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

DIESEL	132.50 \$/LT.
GASOLINA	165.00
ACEITE	934.38

SUELDOS DEL PERSONAL

<u>OPERADOR DE:</u>	<u>SALARIO BASE</u>	<u>FACTOR</u>	<u>SALARIO REAL</u>
COMPACTADOR	4,186.73	1.7953	7,516.43
CARGADOR FRONTAL	4,835.32		8,680.85
TRACTOR	4,835.32		8,680.85
DRAGA	4,835.32		8,680.85
MOTOESCREPA	4,835.32		8,680.85
MOTOCONFORMADORA	4,835.32		8,680.85
CABO	5,559.52		9,981.00
CHOFER CAMION DE VOLTEO	4,008.15		7,195.83
	4,008.15		7,195.83

<u>OPERADOR DE:</u>	<u>SALARIO BASE</u>	<u>FACTOR</u>	<u>SALARIO REAL</u>
ALBAÑIL	4,008.15		7,195.83
CHOFER CAMIONETA 3 TONS.	3,783.68		6,792.84
AYUDANTE GENERAL	2,823.81		5,069.59
OBRERO GENERAL	2,572.05		4,617.61

COSTO DE LOS MATERIALES

COSTO ADQUISICION GRAVA			2,800.00
ACARREO A 123 KILOMETROS			10,615.83
PRIMER KILOMETRO (1 X 223.39)	223.39		
19 KMS.SUBSECUENTES HASTA EL KILOMETRO 20 S/PAVIMENTOS. (19 X 89.04)	1,691.76		
98 KILOMETROS SUBSECUENTES A PARTIR DEL KM.21 S/PAVIMENTOS. (98 X 83.46)	8,179.08		
5 KMS.SUBTES.A PARTIR DEL KILOMETRO 21 S/TERRACERIAS. (5 X 104.32)	521.60		
			<hr/>
			\$ 13,415.83
COSTO ADQUISICION ARENA			520.00
ACARREO A 19 KILOMETROS			1,937.46
PRIMER KILOMETRO (1 X 223.39)	223.39		
13 KILOMETROS SUBTES.HASTA EL KILOMETRO 20 S/PAVIMENTOS. (13 X 89.04)	1,157.52		
5 KILOMETROS HASTA EL KILOMETRO 20 SOBRE TERRACERIAS. (5 X 111.31)	556.55		
			<hr/>
			\$ 2,457.46
COSTO ADQUISICION CEMENTO			50.00
FLETE TRANSPORTISTA			4.85
			<hr/>
			\$ 54.85

A continuación se hace una descripción de las características del equipo que se utiliza en la construcción de ésta obra.

TRACTORES BULLDOZER.

Son máquinas que convierten la energía del motor en energía de tracción; su principal objeto, es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces pueden utilizarse para otros fines; son máquinas útiles, eficaces y generalmente indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

Se clasifican en dos formas: tanto por su rodamiento como su potencia en el volante.

- Por su rodamiento.

a).- Tractores sobre neumáticos de dos y cuatro ruedas.

b).- Tractores sobre orugas.

- Por su potencia en el volante.

Esta depende del fabricante.

MOTOCONFORMADORA.

Son máquinas de aplicaciones múltiples destinadas a mover, nivelar y afinar suelos, utilizados en la construcción y conservación de terracerías.

COMPACTADORES.-

Los compactadores autopropulsados son máquinas de diversos tipos; el integrado por cuatro tambores a los que se les agregan "Patas de Cabra" o pisones, el que se compone de dos ruedas neumáticas propulsoras y un tambor delantero.

El tipo primero.- Los hay en modelos especiales cuando se usan en fragmentos de rocas, viene equipado con hojas esparcidoras de rellenos.

El tipo segundo.- Puede traer liso el tambor delantero o también con adición de "Patas de Cabra" para ser empleados en trabajos de terracerías, también se le agrega su sistema de tracción.

TRAXCAVO.-

Esta es una máquina que se utiliza para extraer material de un banco o de un almacén, también es una máquina que se puede utilizar en la colocación de alcantarillas o jalar pequeños compactadores que necesitan ser propulsados.

Dentro de los datos registrados (bitacoras) de experiencias anteriores por la empresa en la construcción de obras similares a la de este estudio, se pueden relacionar los rendimientos del equipo a utilizar en esta obra de la forma siguiente:

TRACTORES BULLDOZER.-

- | | |
|---|-------------------------|
| a).- Utilizado en desmonte para densidad 100% vegetación tipo, monte de regiones áridas o semiáridas..... | 0.26 Ha/Hr. |
| b).- Utilizado en cortes y despalmes, desperdiciando el material..... | 700 M ³ /Hr. |
| c).- Utilizado en excavaciones, en cortes abajo de la sub-rasante en material "A".... | 250 M ³ /Hr. |

TESIS CON FALLAS DE ORIGEN

85

- d).- Utilizado en excavaciones, en cortes abajo de la sub-rasante en material "B".... 90 M³/Hr.
- e).- Utilizado en excavaciones, en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante en material "C"..... 25 M³/Hr.
- f).- Terraplenes: Compactación del terreno natural en el cesplante de los terraplenes a una compactación del 90%..... 640 M³/Hr.
- g).- Terraplenes: Formación y compactación de terraplenes adicionales con sus cufes de sobre ancho..... 370 M³/Hr.

NOTA CONFORMADORA.-

- a).- Tendidos, conformación y afinamiento para dar el acabado superficial..... 40 M³/Hr.
- b).- Reafinamiento.- Bonificación por reafinamiento..... 4.0 M³/Hr.

TRAXCAVO JD-755 2.29 M³ (3 Yd³)

- a).- Para carga de materiales almacenados.... 40 M³/Hr.

En la parte administrativa, es necesario que el ingeniero se cerciore de la jurisdicción estatal o zona en donde se localiza la obra, con el objeto de utilizar los tabuladores de salarios adecuados y los precios básicos de los materiales de consumo, así como la cercanía de poblados que puedan prestar servicios al personal que va a laborar en la obra; estos servicios se

pueden enumerar de la forma siguiente: Auxilio Médico, Comedor y establecimiento de campamentos, etc.

Programación y Control.- Conociendo los volúmenes de obra por ejecutar éstos se resumen en conceptos globales en un anexo "D", que representa el control de avances en tiempo y costo en forma mensual también se representa el tiempo propuesto de la obra, así como su costo total; el tiempo que se indica en este anexo es para cada actividad y se controla su avance en forma gráfica representada por medio de barras.

Los controles que se establecen para la ejecución de la obra, se basan en experiencias anteriores utilizando gráficas de barras para llevar así el control y avance de cada actividad del anexo "D"; también es importante establecer un control gráfico de lluvias, sabiendo de antemano que esta zona representa una área de fuertes precipitaciones durante todo el año. Este control de lluvias sirve como indicador también de avances de obra, dado que las lluvias atrasan los programas hechos con anterioridad encareciendo la obra, porque el personal y el equipo pasan muchas horas en espera de que puedan trabajar. Así que, es necesario establecer un control de lluvias y se lleva a cabo con gráficas (fig. IV.3). Este tipo de control indica cuantas horas llueve, a que horas empezó y a que horas terminó, también esto es muy importante, porque la acción de llover y que deje de llover no indica que se pueda trabajar, en algunas ocasiones pasan horas o días sin que el trabajo de la obra se pueda realizar; también junto a este control, es necesario tener personal capacitado que controle la operación básica de cada equipo, para saber cuantas horas afec

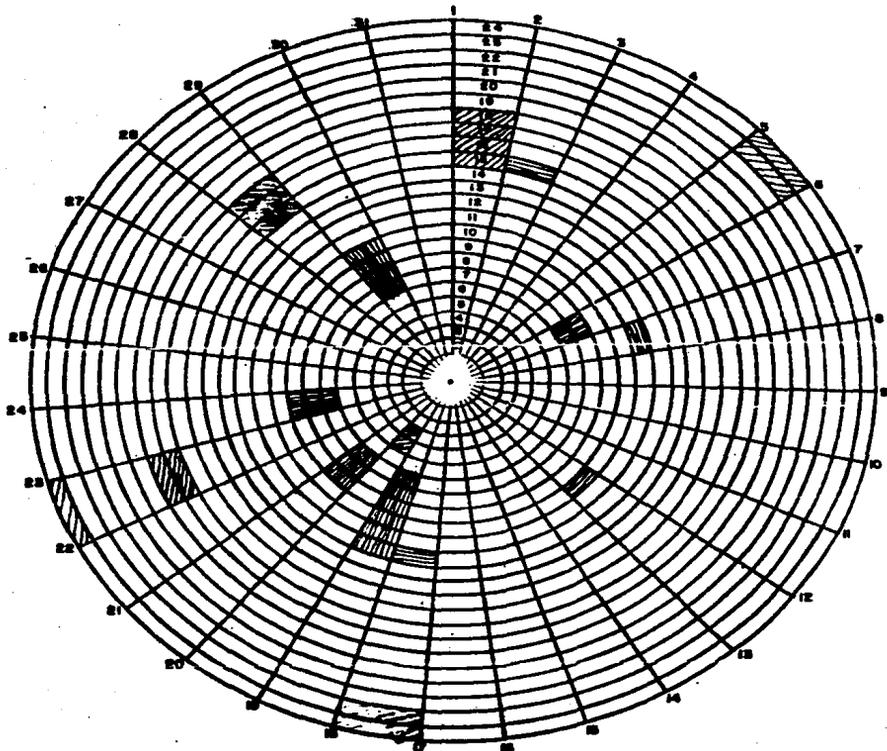


FIG. IV. 3 CONTROL MENSUAL DE LUVIAS.

-  Lluvia con interrupción de trabajo
-  Lluvia sin interrupción de trabajo
-  Parada por lluvia exterior

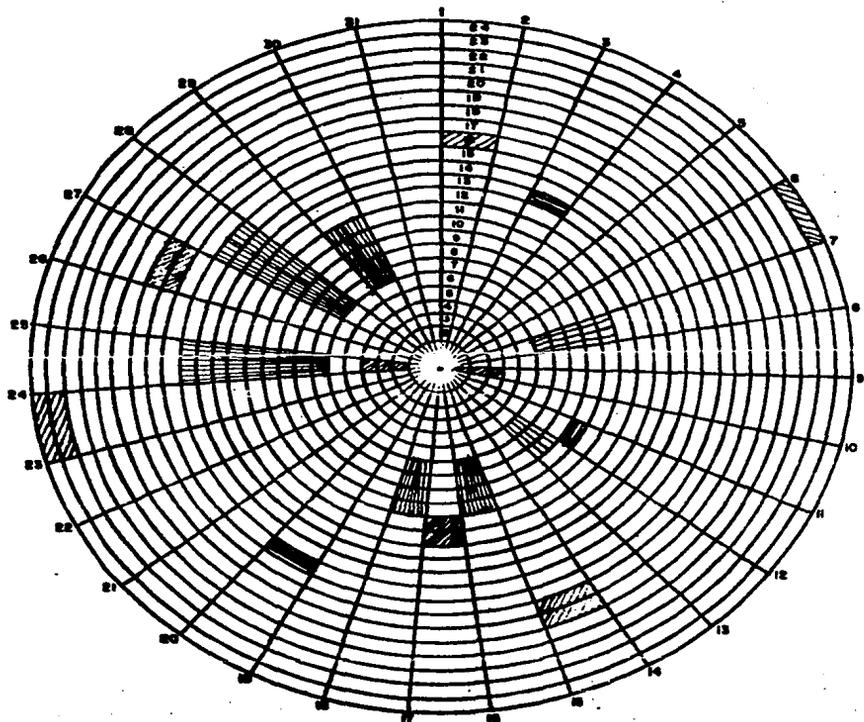


FIG. IV. 3 CONTROL MENSUAL DE LLUVIAS .

-  Lluvia con interrupcion de trabajo
-  Lluvia sin interrupcion de trabajo
-  Parada por lluvia anterior

tivas, cuantas de reparación y cuantas ociosas acumulan cada máquina; con esto se establece la producción y también se puede corregir los programas establecidos, ya sea atrasándolos o adelantándolos, según lo indique el funcionamiento de las máquinas y registros por lluvias.

La experiencia del ingeniero constructor lo obliga a conservar estos registros en forma cronológica y compararlos con los de los años anteriores a obras similares, y poder determinar de esta forma el tiempo real que las situaciones climatológicas de la región permiten.

También con los reportes de checadores se lleva la historia de cada máquina para poder programar el mantenimiento de cada una de ellas.

Las máquinas son de estructuras muy fuertes, pero a la vez muy sensibles a la falta de mantenimiento necesario, a la mala operación y a la poca conservación que se le proporcione, por estas razones el ingeniero constructor, auxiliado del personal capacitado, debiendo tener cuidado de éstas y hacer los registros de cada máquina comparandolo con la de los años anteriores; estos registros también se efectúan, no solo para el funcionamiento propio de la máquina, sino también para las condiciones de trabajo, los esfuerzos a que se someten al operar en materiales diversos, que intervienen en la obra.

Dentro de la evaluación de la obra, se debe considerar la mano de obra con su salario respectivo, según el tabulador correspondiente a la zona; la mano de obra calificada es muy difícil de conseguir, por lo que toda empresa deberá capacitar -

a su personal según los requerimientos de cada obra. Para decir, sobre la situación anterior, el ingeniero constructor tiene dos opciones; la primera, es: conseguir el personal calificado en las labores de trabajo al precio que sea, y la segunda, el adiestramiento; siendo ésta última la óptima, porque el personal que se adiestra en la empresa desde un principio se familiariza con la máquina conque está capacitándose, así como también al sistema de trabajo de la propia empresa constructora.

CAPITULO V

PRESUPUESTO

Introducción.-

Al presentar un presupuesto o análisis de costos, no solo es necesario el costo de cada concepto, sino que deberá estar referenciado con su correspondiente duración, de tal manera que esta relación nos determina un número de recursos, siendo de esta manera como deberá estudiarse el análisis de precio unitario.

Para los efectos de análisis de costos es práctica común dividir los trabajos de construcción en "Conceptos de obra", por lo tanto para realizar tal análisis es necesario describir previamente en forma clara y precisa cada concepto, indicando el alcance de los trabajos que incluyen las especificaciones y procedimientos de construcción, la unidad de medición, la forma de pago, etc.

El pago a que tenga derecho el contratista por la ejecución de la unidad de obra de un concepto se denomina "PRECIO UNITARIO" el que se considera constituido fundamentalmente por:

-EL COSTO DIRECTO.- Que es el importe de todas las erogaciones necesarias para obtener la unidad de obra, originadas por:

- a) Mano de obra.
- b) Materiales.
- c) Maquinaria y equipo de construcción.
- d) Fletes.

EL COSTO INDIRECTO.- Que incluye la parte proporcional correspondiente a la unidad de obra del importe de las erogaciones que se estimen en los siguientes aspectos:

- a) Dirección Técnica y Administrativa.
- b) Herramientas de mano.
- c) Impuestos, seguros, fianzas e intereses.
- d) Utilidad.

En cada uno de estos elementos de costo intervienen diversos factores, que es necesario determinar con precisión, con el objeto de obtener Precios Unitarios acordes con la realidad y dentro de las condiciones que se fijen como norma para su obtención. Dichos factores que se indican en el cuadro siguiente:

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS.

I.0 COSTO DIRECTO.

- | | |
|--------------------|--|
| 1.10 Mano de Obra. | 1.11 Cantidad, especialidad y categoría del personal. |
| | 1.12 Salario base o tabulado. |
| | 1.13 Salario real. |
| | 1.14 Rendimientos. |
| | 1.15 Transporte de personal, viáticos y/o alojamiento. |
| | 1.16 Destajos. |
| 1.20 Materiales. | 1.21 Cantidad. |
| | 1.22 Calidad. |
| | 1.23 Costo. |

- 1.30 Maquinaria y equipo de construcción.
- 1.40 Fletes de mat. proporcionados por la Empresa.
- 1.31 Clase de equipo.
- 1.32 Renta.
- 1.33 Rendimiento.
- 1.34 Transporte.
- 1.41 Cantidad.
- 1.42 Distancia de acarreo.
- 1.43 Tarifas.
- 2.00 Costo Indirecto.
 - 2.10 Dirección técnica y administrativa
 - 2.11 Administración central.
 - 2.12 Administración de campo.
 - 2.13 Dirección, supervisión, y control de campo.
 - 2.14 Transporte de personal técnico y administrativo.
 - 2.15 Almacenamiento y control de materiales en la obra.
 - 2.20 Herramienta de mano.
 - 2.30 Impuestos seguros y fianzas.
 - 2.31 Intereses.
 - 2.32 Seguros y fianzas.
 - 2.33 Cooperación Sindicatos para obras Sociales.
 - 2.34 Impuestos.
 - 2.35 Riesgos.
 - 2.36 Responsabilidad Laboral.
 - 2.40 Utilidad e impre-
vistos.

- 1.10 Mano de obra.
- 1.11 Cantidad, especialidad y categoría del personal.- El personal necesario para el desarrollo del trabajo correspondiente al concepto cuyo precio unitario se analiza, debe estar dentro de las especialidades y categorías indicadas en el contrato colectivo de Trabajo, por lo que las unidades de trabajo deberán ser consideradas lógicamente y de manera que sus componentes ostenten las categorías adecuadas al trabajo por realizar, de acuerdo con las relaciones de labores aprobadas por Pemex.
- 1.12 Salario Base o Tabulado.- Es el pago en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos), mientras dura la relación laboral, y por el cual fué contratado.
- 1.13 Salario real.- Es la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por conceptos de impuestos y pago a instituciones de beneficio social. Debiendo efectuarse de la siguiente manera:
- a).- La obligación patronal de cubrir las cuotas del Seguro Social que representan un porcentaje del importe de los salarios. Cuando el trabajador percibe el salario mínimo de Ley el patrón debe pagar la totalidad del seguro.
- b).- Los pagos que por Ley le corresponden al trabajador son los siguientes:

10	Por cuota diaria (art. 83)	365 días
	Por prima vacacional 0.25 x 6 días de vac.	1.5
	Por aguinaldo	<u>15</u>
	S U M A	381.5 días

20	Descanso por Ley con goce de sueldo:	
	Por séptimo día	52 días
	Por días festivos	7.17
	Por vacaciones	<u>6</u>
	S U M A	65.17 días

30 También es necesario considerar como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario íntegro, como pueden ser.

	Por fiestas de costumbre	3 días
	Por enfermedad no profesional	2
	Por mal tiempo y otros	<u>4</u>
	S U M A	9 días

En resumen, se tiene que los días pagados al trabajador por año son: 381.5 días; y los días realmente trabajados son: $365 - 65.17 - 9 = 290.83$ días. Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, que es:

$$\frac{381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 1.3118$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador deberá considerarse un incremento del 31.18% sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

INFONAVIT

Con el fin de dotar de una habitación cómoda a los trabajadores, se creó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).- Dicho fondo está formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, del 5% sobre los salarios ordinarios de los trabajadores, por lo que al integrar el salario real del trabajador, el ingeniero deberá incluir en él, las cuotas que se deben cubrir por este concepto.

El factor que por este concepto modifica el salario real del trabajador será :

$$\frac{0.05 \times 381.5 \text{ días de salario ordinario}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0656$$

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

El régimen obligatorio de la Ley, comprende los siguientes seguros:

- I.- Riesgos de trabajo.
- II.- Enfermedades y maternidad.

III.- Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte.

IV.- Guarderías para hijos de asegurados.

T A B L A V . I

C U O T A S S E M A N A L E S					TOTAL CUOTA SEMANAL		
Enfermedad y Maternidad			Invalidez, Vejez, Cesantía y Muerte				
Del Patrón	Del Asegurado.	Cuota obrero P.	Del Patrón	Del Asegurado	Cuota O. Patronal.	Pat. Aseg. Suma.	
5.625%	2.250%	7.875%	3.75%	1.500%	5.250%	9.75	3.75 13.125%

Cuotas obrero - patronales al Seguro Social, por semana.

También debemos considerar dentro de los pagos por cuotas al Seguro Social, un pago adicional por riesgos de trabajo, que comprende un porcentaje de la cuota obrero-patronal del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte.

La prima de seguro por riesgos de trabajo para la industria de la construcción es de 125%.

GUARDERIA.

Con el fin de que las trabajadoras dispusieran de lugares apropiados para el cuidado de sus hijos durante las horas de trabajo, se creó el Seguro de Guarderías para hijos de asegurados y de acuerdo a los artículos 190 y 191 de la Ley del Seguro Social, los patronos cubrirán íntegramente el importe de la prima correspondiente, independientemente de que tengan o no trabajadoras a su servicio; además el monto de dicha prima será del 1% sobre la cantidad que por salario paguen a todos sus trabajadores en efectivo por cuota diaria.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.01 \times 365 \text{ días de cuota diaria}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0126$$

IMPUESTOS SOBRE REMUNERACIONES PAGADAS

Por decreto presidencial, a partir del 10 de febrero de 1965 se creó el pago de un impuesto del 1% sobre diversas percepciones y erogaciones, que se dedica a la enseñanza media y superior, técnica y universitaria, actualmente integrado a la Ley de Ingresos de la Federación. El pago de dicho impuesto corresponde a una erogación real del patrón que repercute en el costo de la obra de mano, ya que deberá pagar el 1% del total de remuneraciones pagadas, lo que modifica la integración del salario real del trabajador, en:

$$\frac{0.01 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0131$$

Cuotas correspondientes al Seguro Social:

a) Para el trabajador de salario mínimo:

Enfermedades y maternidad (tabla V.I):	7.8750%
Invalidez, vejez, etc.	5.2500
Riesgo de trabajo 125% de la cuota obrero-patronal de invalidez, vejez, cesantía y muerte: 1.25 X 5.25 =	6.5625

19.6875%

$$\frac{0.196875 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.2583$$

b).- Para los trabajadores de salarios mayores que el mínimo:

Enfermedad y maternidad (tabla V.I)	5.6250 %
Invalidez, vejez, etc. (tabla V.I)	3.7500
Riesgo de trabajo 1.25 X 5.250%	5.5625
	<hr/>
	15.9375 %

$$\frac{0.159375 \times 381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.2091$$

Integración del salario real del trabajador:

Factor aplicable al salario base del trabajador por obligaciones y prestaciones -
 marcadas por la Ley Federal del Trabajo. 1.3118

Incremento al factor por cuotas al INFONAVIT 0.3556

Incremento al factor por cuotas patronales -
 al Seguro Social debidas a los seguros de: -
 Riesgos profesionales, enfermedad y materni-
 dad, invalidez, vejez, cesantía y muerte.

a).- Para categorías de salario mínimo. 0.2583

b).- Para categorías de salarios mayores que
 el mínimo. 0.2091

Incremento al factor por cuotas patronales al
 Seguro Social debidas al seguro de Guarderías. 0.0126

Incremento al factor por impuestos sobre remu-
 neraciones pagadas al trabajo. 0.0131

SUMANDO LOS INCREMENTOS ANTERIORES OBTENEMOS EL FACTOR DE SALARIO REAL PARA:

- a).- Salario mínimo 0.6614
 b).- Salarios mayores al mínimo. 0.6122

De manera que al multiplicar estos factores por el salario base se obtiene el salario real, el cual será considerado en el análisis de precios unitarios.

2.0 MATERIALES.

Al analizar un proceso productivo, integramos materiales semi elaborados, elaborados, mano de obra y equipo para obtener un producto; por lo tanto, los precios base de los materiales, serán componentes de un costo unitario con valores en función del tiempo y del lugar de aplicación.

Es de mucha importancia para el ingeniero constructor, conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo, de servicio (calidad) y acordes con sus limitaciones económicas.

Para la construcción de la obra "Camino y plataforma para perforación", petróleos mexicanos proporcionó los bancos de materiales, así como la ubicación de éstos. Esta información servirá al contratista para elaborar sus análisis de precios unitarios en base a las tarifas autorizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

TARIFAS DE ACARREOS CORRESPONDIENTE A LA ZONA SURESTE CON VIGENCIA 5 DE NOVIEMBRE DE 1986.

A continuación se presentan las tarifas de acarreos aplicables a fleteros, que deberán apegarse como base para presupuestos

internos de los concursos, así como a los contratos de signación directa que se llevan a cabo en ésta Zona. Dichas tarifas tienen vigencia a partir del 5 de Noviembre de 1986.

DESCRIPCION	PRIMER KM. (\$/M ³)	DEL KM. 2 AL 20. (\$/M ³ -KM).	DEL KM. 21 EN ADEL. (\$/M ³ -KM).
Acarreo sobre- caminos <u>pluvimen-</u> tado en terre- no plano-lome- rio o montaña.	\$294.12	\$89.04	\$83.46
Acarreos sobre- caminos de te- racerías o ca- minos revesti- dos y brachas - en terreno pla- no lomerío o - montaña.	\$323.39	\$114.32	\$104.32
Acarreos de los bancos de tierra cerías o las pe- ras en construc- ción y acarreos en los comple- jos industria- les de Petróleos Mexicanos, sobre			

DESCRIPCION	PRIMER KM. (\$/KM)	DEL KM.2 AL 20 (\$/M ³ -KM)	DEL KM.21 EN ADEL.(\$/M ³ /KM).
caminos de terracerías <u>reves</u> tidos o brechas en cualquier tipo de terreno.	\$245.42	\$133.12	\$125.29

3.0.- MAQUINARIA.

Este es un aspecto muy importante para el cálculo del precio unitario, por lo que en este trabajo se explican en forma sencilla los lineamientos a seguir para el cálculo de los costos horarios apegándose a las normas generales para la Construcción y Ejecución de Obras Públicas.

Para el análisis de costos horarios se consideran los siguientes cargos:

- Cargos fijos
- Cargos por Consumo
- Cargos por Operación
- Cargos por Transporte

A su vez los cargos fijos y los cargos por consumo se subdividen de la manera siguiente:

- Inversión
- Depreciación
- Cargos fijos Seguros
- Almacenaje
- Mantenimiento

Combustible

Lubricantes

Cargos por Consumo Corras Fuentes de Energía

Alcantas

Cargos fijos.- Son cargos que nos ayudan a determinar el costo horario independientemente de que el equipo esté operando o inactivo.

Inversión.- Es el cargo equivalente a los intereses del capital, invertido en maquinaria.

Depreciación.- Es la resultante de la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considera una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Seguros.- Se refiere a los posibles accidentes de trabajo, como podrían ser la destrucción imprevista de un equipo, - es un riesgo que se puede cubrir a través de la compra de seguro o que la compañía constructora decida absorber ese gasto funcionando como autoaseguramiento.

Almacenaje.- El equipo requiere de un almacenamiento en las épocas en que está inactivo, por lo tanto habrá que considerar los gastos correspondientes a la renta o amortización, mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para las máquinas.

Mantenimiento.- Es necesario mantener los equipos en las mejores condiciones de operación, con el fin de que trabajen con su rendimiento normal durante su vida económica. Por tanto el mantenimiento es fundamental para este fin.

Cargos por Consumo.- Estos cargos se consideran cuando el equipo está en funcionamiento, ya que requiere entonces del consumo de combustible, lubricantes y llantas, así como otras fuentes de energía.

Combustible.- Es el derivado de todas las erogaciones originales por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo.

Otras fuentes de Energía.- Cuando se utilicen otras fuentes de energía diferentes de los combustibles señalados en el punto anterior, el cargo por la energía que se consume requerirá un estudio especial en cada caso.

Lubricantes.- Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites, incluye los costos necesarios para el suministro y puesto en las máquinas.

Llantas.- Se considera este cargo solo para aquella maquinaria en la cual al calcular su depreciación se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Cargos por Operación.- Es el que se deriva de las erogaciones - que hace el contratista por concepto del pago de los salarios del personal encargado de la operación de la máquina por - hora efectiva de la misma.

Cargos por transporte.- Este cargo se refiere al costo del flete el cual puede ser estimado de acuerdo a tres diferentes consideraciones o alternativas que son:

- 1.- Considerar el costo del flete como costo directo, como un concepto de trabajo específico.
- 2.- Considerar los costos por flete dentro de los costos indirectos.
- 3.- Calcular el costo horario correspondiente a fletes por equipo y por obra de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$CH_f = \frac{CF}{H}$$

Donde:

CH_f = Costo horario de flete.

CF = Costo total del flete (ida y vuelta)

H = Horas de utilización del equipo en esa obra.

COSTO DE LA HORA MAQUINA (H M D)

<u>CARGO</u>	<u>FORMULA</u>	<u>NOMENCLATURA</u>
DEPRECIACION	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	D = Cargo por depreciación por hora efect

CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
		tiva de trabajo.
		Va= Valor de adquisición de la máquina.
		Vr= Valor de rescate de la máquina.
		Ve= Vida económica de la máquina en horas.
INVERSION	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i$	I = Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.
		Va= Valor de adquisición de la máquina.
		Vr= Valor de rescate de la máquina.
		Ha= Número de horas efectivas de trabajo de la máquina en un año.
		i= Tasa anual de intereses, expresada como fracción.
SEGUROS	$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} s$	S= Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.
		s= Prima anual, expresada como fracción.
ALMACENAJE	A= K e-D.	A= Cargo por almacenamiento por hora efectiva de trabajo.

CARGOFORMULANOMENCLATURAMANTENIMIENTO $T = Q \cdot D$

Ka= Coeficiente calculado o experimental.

D= Depreciación.

T= Cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.

Q= Coeficiente experimental.

D= Depreciación.

COMBUSTIBLES $E = c \cdot P_c$

E= Cargo por combustible por H.E.T.

c= Cantidad necesaria de combustible por H.E.T.

Pc= Precio unitario del combustible puesto en la máquina.

LUBRICANTES $L = a \cdot P_l$

L= Cargo por lubricantes por H.E.T.

a= Cantidad de aceite por H.E.T.

Pl= Precio unitario del aceite puesto en la máquina.

LLANTAS $LL = \frac{V_{ll}}{H_v}$

Vll= Valor de adquisición de las llantas por H.E.T.

Hv= Vida económica de las llantas en H.E.T.

LL= Cargo por llantas por H.E.T.

OPERACION $O = \frac{S_o}{R}$

O= Cargo por operación por H.E.T.

So= Salario por turno del personal que opera la máquina.

CARGOFORMULANOMENCLATURA

H= Horas trabajadas por la máquina en el turno.

TRANSPORTE

Puede considerarse como costo directo, como un concepto de trabajo específico o como indirecto.

RESUMEN DE CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO.DIRECTO POR
MANO DE OBRA

$$Mo = \frac{S}{R}$$

Mo= Cargo por mano de obra.

S= Salario del personal considerado en forma individual o por cuadrilla.

R= Rendimiento por unidad de tiempo.

DIRECTO POR
MATERIALES

$$M = VaC$$

M= Cargo por materiales.

Va= Precio por unidad más económico del material de que se trate, puesto en la obra.

C= Consumo del material por unidad de obra, incluyendo mermas, desperdicios y número de usos en su caso.

DIRECTO POR
MAQUINARIA

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

CM= Cargo por maquinaria.

HMD= Costo directo de la hora máquina.

RM= Rendimiento horario de la máquina.

CARGOFORMULANOMENCLATURADIRECTO POR
HERRAMIENTA $Hm = KMo$ $Hm =$ Cargo por herramienta de
mano. $K =$ Coeficiente experimental
según el tipo de obra. $Mo =$ Cargo unitario por mano-
de obra.CARGO POR
INSTALACIONESGenerales: Su costo se conside-
rará como cargo indirecto. Es-
pecíficas se considerará como
cargo directo o como concepto
de trabajo específico.CARGOS
INDIRECTOSGastos generales para la ejecu-
ción de la obra no incluidos -
en los cargos directos tales -
como: percepciones del perso-
nal técnico, directivo y admi-
nistrativo. Costo y operacio-
nes temporales, costo de servi-
cios, fletes y acarreos y ges-
tos de oficina.

UTILIDAD

Ganancia que debe percibir el-
contratista.

CARGOS ADICIONALES

Los correspondientes a eroga-
ciones estipuladas en el con-
trato y que no están incluidos

en los cargos directos ni
en los indirectos.

INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO EN EL COSTO:

Tanto la correcta formulación de un presupuesto, como el análisis de precios unitarios deben tener un sólido sustento estadístico de observaciones de campo que conformen series históricas idealmente procesadas de acuerdo a los procedimientos matemáticos normados por la ciencia estadística.

Debemos postular que ninguna observación analizada de campo sobre rendimiento en los trabajos tienen ningún valor; simplemente nos dé una idea, sin que permita saber que tan grande es su desviación respecto al promedio.

EL COSTO RESPECTO AL RENDIMIENTO.-

Como se había mencionado con anterioridad el rendimiento es un factor importante en el análisis de costos ya que cualquier variación en el rendimiento se refleja en el costo -- tanto de mano de obra como de maquinaria y podríamos decir -- que estos dos conceptos representan en promedio un 60% del -- costo directo de una obra.

Es principio establecido que los rendimientos de la unidad -- de trabajo, bien sea cuadrilla, pareja o trabajador varían -- de acuerdo con diversos factores entre los cuales podemos citar principalmente:

- a) CONDICIONES DE CONTRATACION.- Se han observado grandes -- diferencias si a los trabajadores se les pago por volumen de obra ejecutada o por tiempo. En general cuando se tra-

baja a base de destajos, se obtienen mejores rendimientos.

También influyen el tipo de prestaciones que se les otorgue, (que varían según el lugar); los salarios - que se les paguen, los incentivos aplicados, etc. Debe tenerse en cuenta que en muchos casos, los contratistas de PEMEX no pueden trabajar a base de destajos, debido a la obligación que se les impone de emplear personal del S. R. T. P. R. M.

- b) **CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.**- El calor, el frío excesivo y la frecuencia de las lluvias se refleja en una forma clara en una disminución de la capacidad de --- trabajo; por lo tanto, los rendimientos son menores - en áreas de trabajo sujetas a condiciones climatológicas desfavorables.
- c) **DISPONIBILIDAD DE PERSONAL CALIFICADO.**- Cuando la obra se realiza en zona en que se efectúan constantemente - trabajos de la especialidad solicitada, el personal -- tendría una mayor experiencia que se traduce en mayor calidad de trabajo ejecutado.

Los rendimientos que se consideren en el análisis de un precio unitario, deberán ser aquellos que sean comunes en el área o zona en que se efectúa el trabajo y - de acuerdo con las condiciones del mismo.

En el caso de que no existan o no se cuente en el momento de hacer un estimado de costos por precios unita

rios con los rendimientos estadísticos, lo más conveniente es hacer un análisis de rendimiento en base a nuestra experiencia, criterio, etc.

P R E S U P U E S T O

DATOS PROYECTO GEOMETRICO.-

TERRACERIAS:

CAMINO:

longitud: 800 mts.
 ancho corona : 7 mts.
 altura promedio terraplén: 1.10 mts.
 taludes: 1.5 : 1
 derecho de vía: 20 mts.

PLATAFORMA:

Largo: 120 mts.
 ancho: 60 mts.
 altura terraplén: 2.0 mts.
 Superficie de la plataforma incluyendo 10 mts. de derecho de vía:
 2.96 Ha.

BORDOS:

Longitud: 810 mts.
 ancho corona: 4.0 mts.
 taludes: 1.5 : 1
 altura: 2.0 mts.

PAVIMENTO:

Espesores:

Sub-rasante: 0.20 mts.
 base: 0.20 mts.
 base negra y carpeta: .15 mts.

ESPECIFICACIONES PARTICULARES.-**SUB-RASANTE.-**

Se escarificará la superficie existente a una profundidad de 0.20 mts. acamellado por alas para recomprimir la superficie descubierta al 95% previa incorporación de humedad óptima; posteriormente se aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico FR-3 a razón de 1.5 lts/m² sobre una superficie seca.

CARPETA.-

Previo barrido de la superficie se aplicará un riego de liga con FR-3 a razón de 1.0 lts/m²; posteriormente se tenderá una carpeta de mezcla asfáltica de 0.15 mts. de espesor compactado al 95% de su P.V.S.M.- Para proteger la carpeta se hará un riego tapón con arena previo riego de liga con FR-3.

RIEGO DE SELLO.-

Previo barrido de la superficie, se aplicará un riego de sello con arena, el cual se ligará con un riego de asfalto FR-3 a razón de 1.5 lts/m², con un espesor de 10 lts/m².-

CONCEPTOS DE OBRA.-**1.- DESMONTE.-****a) Selva o bosque**

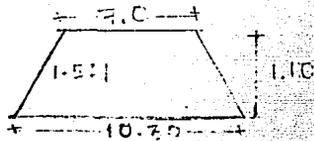
Camino= 800 x 20 = 1.6 Ha.

Pera: 142 x 145 = 2.06 Ha.

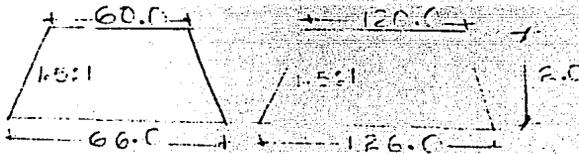
Presa quemada: 0.90 = 0.90 Ha.

Banco de material: 100 x 100 = 1.0 Ha.

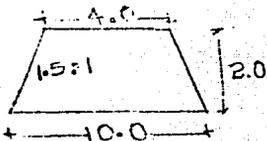
T o t a l: 5.56 Ha.

2.- CORTES.-**2.1.- Despalme.-****CAMINO.-**

$$V = 800 \times 10.30 \times 0.20 = 1648.00$$

PLATAFORMA.-

$$V = 126 \times 66 \times 0.20 = 1663.20$$

BORDOS.-

$$V = 10 \times 810 \times 0.20 = 1620 \text{ mts.}^3$$

$$V = 1648 + 1663.20 + 1620 + 2000 = 6931.20 \text{ mts.}^3$$

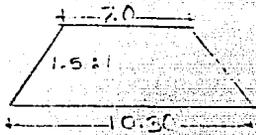
BANCO:

$$100 \times 100 \times .20 = 2000 \text{ mts.}^3$$

3.- PRESTAMOS.-

3.1.- DE BANCO.-

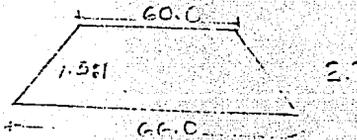
CAMINO.-



$$A = \frac{7.0 + 10.30}{2} (1.10) = 9.52 \text{ mts}^2$$

$$V = 9.52 \times 800 = 7616.0 \text{ mts}^3$$

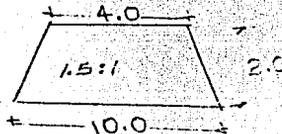
PERA.-



$$A = \frac{60 + 66}{2} (2) = 126 \text{ mts}^2$$

$$V = 126 \times 120 = 15.120 \text{ mts}^3$$

BORDOS.-



$$A = \frac{4 + 10}{2} (2) = 14 \text{ mts}^2$$

$$V = 14 \times 810 = 11340 \text{ mts}^3$$

PRESTAMO DE BANCO:

$$V = 7,616 + 15,120 + 11,340$$

$$V = 34,076 \times 1.12$$

$$VT = 38,165 \text{ mts}^3$$

4.- TERRAPLENES, FORMACION Y COMPACTACION.-

V= 34,076 mts³

5.- REFINAMIENTO.-

5.1.- Rastreo de camino - - - - 15 km.

5.2.- Carga de materiales almacenados (grava)

(800x7.0 + 120 x 60) (10.20) = 2,560 mts³

6.- TERRACERIAS.-

Acarreo de terracería del banco a la pera sobre cualquier camino. (medido en banco)

6.1.- Primer kilómetro.- 38,165 x 1 = 38,165 mts³

6.2.- Del Km. 2 al Km.20.- 38,165 x 4 = 152,660 mts³

II.- P A V I M E N T O S.-

7.- Operación de mezclado, tendido y compactado en la construcción de sub-bases y bases:

DE SUB-BASES:

a) cuando se emplea un material pétreo compactado al 95%

(7x800 + 120x60)0.20 = 2560 mts³

8.- Agua empleada en compactación:

(34,076+2560) mts³ x 0.20% = 7327.20 mts³

9.- Revestimiento:

9.1.- Acarreo de material de revestimiento

a) Primer Km. 2,560 x 1 = 2560 mts³

b) Kms.subs: del Km.2 al Km.20: 2,560 x 9 = 23,040 mts³

10.- ESTABILIZACION.-

10.1 Estabilización con cal hidratada en pera
 $(120 \times 60 \times 0.20) \text{ mts}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 72,000 \text{ Kg}$

10.2.- Estabilización de material previamente acamellonado
 $120 \times 60 \times 0.20 = 1,440 \text{ mts}^3$

12.- Riego de impregnación con FR-3
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 1.8 \text{ lts} = 23,040 \text{ lts.}$

13.- Riego de liga en carpeta y sello
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 1.5 \times 2 = 38,400 \text{ lts.}$

14.- Emulsión catiónica para la elaboración de carpeta asfáltica
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 0.08 \times 150 \text{ lts.} = 153,600.00 \text{ lts.}$

15.- Barrido de la superficie por tratar previo a los riegos de -
 liga e impregnación.
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 2/10,000 = 2.56 \text{ Ha.}$

16.- Carpeta asfáltica elaborada en planta estacionada
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 0.008 = 1,024 \text{ mts}^3$

17.- Riego tapón
 $(800 \times 7 + 120 \times 60) 0.01 = 128 \text{ mts}^3$

18.- Acarreo de material para carpeta y material para riego -
 tapón

a) Primer kilómetro: $1,152 \times 1.152 = 1,290 \text{ mts}^3$

b) Kms. subs. hasta el Km.20 = $1,290 \times 9 = 11,610 \text{ m}^3\text{-km}$

P R E S U P U E S T O I N T E R N O

<u>PARTIDA:</u>	<u>C O N C E P T O:</u>	<u>UNIDAD:</u>	<u>CANTIDAD:</u>	<u>P.U.:</u>	<u>I M P O R T E:</u>
1.-	TERRACERIAS				
1.-	Desmonte para densidad 100% vegetación tipo:				
	a) selva o bosque - - - - -	Ha	5,56	200,522.46	1.114.904.88
2.-	CORTES				
2.1	Despalme desperdiciando el material. No incluye carga para desplante de terraplenes en material "A" - - - - -	M3	6,931	74.49	516.290.19
3.-	PRESTAMOS:				
3.1	Excavaciones en préstamos laterales.				
3.2	De banco (incluye extracción, almacenaje y carga) - - - - -	M3	38,165	313.30	11,957.094.50
4.-	TERRAPLENES:				
4.1	Formación y compactación de terraplenes adicionado con sus cuñas de sobre ancho.				
	a) para 90% - - - - -	M3	34,076	123.37	4,203,956.12

<u>PARTIDA:</u>	<u>C O N C E P T O:</u>	<u>UNIDAD:</u>	<u>CANTIDAD:</u>	<u>P.U.:</u>	<u>I M P O R T E:</u>
5.-	REFINAMIENTO.-				
5.1	Rastros de caminos - - - - -	Km	15	10,035.89	150,538.35
5.2	Carga de materiales almacenados - - (grava) - - - - -	M3	2560	989.80	2,533,888.00
6.-	TERRACERIAS.-				
	Acerreo de terracería del banco a la pava sobre cualquier tipo de camino - en terreno plano, lomerío o montaña - (medido en banco)				
6.1	Primer kilómetro - - - - -	M3	38,165	326.41	12,457,437.65
6.2	Del Km.2 al Km.20 - - - - -	M3	152,660	177.05	27,028,453.00
II.- PAVIMENTOS					
7.-	Sub-bases y bases.				
7.1	Operación de mezclado, tendido y com- pactado en la construcción de sub-ba- ses y bases.				
	De sub-bases:				
	a) cuando se emplea un material pé- treo compactado al 95% - - - - -	M3	2,560	1,078.86	2,761,881.60

<u>PARTIDA:</u>	<u>C O N C E P T O:</u>	<u>UNIDAD:</u>	<u>CANTIDAD:</u>	<u>P.U.</u>	<u>I M P O R T E:</u>
8.-	Agua empleada en compactación y - su acarreo - - - - -	M3	7,327	70.75	518,305.25
9.-	Revestimiento (base)				
9.1	Acarreo de material de revestimien- to sobre caminos de terracerías o caminos revestidos en terreno plano, lomerío o montaña (medio punto)				
	a) Primer kilómetro - - - - -	M3	2,560	297.11	760,601.60
	b) Kms. subs. del Km.2 al Km.20 - - -	M3	23,040	148.04	3,410,841.60
10.-	Estabilización.-				
10.1	Estabilización con cal hidratada in- cluye: suministro, acarreo del lugar de adquisición al lugar de aplicación, carga, descarga y aplicación del mate- rial - - - - -	Mq.	72,000	54.56	3,928,320.00
10.2	Estabilización del material previamen- te escamellado, mezclado, tendido y compactado al 95% - - - - -	M3	1,440	999.63	1,439,467.20

<u>PARTIDA:</u>	<u>C O N C E P T O:</u>	<u>UNIDAD:</u>	<u>CANTIDAD:</u>	<u>P.U.:</u>	<u>I M P O R T E:</u>
III.-	DRENAJE.-				
11.-	Tubo de sección circular sin revestimiento tipo desarmable e intercambiable de 90 cms. de diámetro calibre 14 y peso de 55.4Kg/m (incluye adquisición, acarreo y colocación) - - - - -	ML	72	43,173.75	3.108,510.00
12.-	Riego de impregnación con FR-3, - incluye: suministro, almacenamiento, bombeo, riego y acarreo del centro de adquisición al lugar de aplicación. - - - - -	Lt.	23,040	125.73	2.896.819.20
13.-	Riego de liga con FR-3, incluye: - suministro, almacenamiento, bombeo, riego y acarreo del centro de adquisición al lugar de aplicación - -	Lt.	38,400	125.73	4.828,032.00
14.-	Emulsión catiónica para la elaboración de carpeta asfáltica en planta estacionaria; incluye: suministro, almacenamiento, bombeo, aplicación y acarreo del centro de adquisición al lugar de aplicación. Lt.	Lt.	153,600	140.22	21.537.792.00

<u>PARTIDA:</u>	<u>C O N C E P T O:</u>	<u>UNIDAD:</u>	<u>CANTIDAD:</u>	<u>P. U.:</u>	<u>T M P O R T E:</u>
15.-	Barrido de la superficie por tratar previo a los riegos de liga e imprimación: - - - - -	Ha.	2,56	63,885.00	163,545.60
16.-	Carpeta asfáltica elaborada en planta estacionaria, compactada al 95% con material pétreo (arena) adquirida por el contratista, mezclada con emulsión catiónica de rompimiento medio (no incluye emulsión ni acarreo de la mezcla)	M3	1024	5,497.62	5,629,362.88
17.-	Riego tapón.- Aplicación, operación, de tendido, planchado, rastreo y remoción del material (arena); incluye adquisición y acarreo.- - - - -	M3	128	6,583.60	842,700.80
18.-	Acarreo de materiales para carpeta y riego tapón en cualquier tipo de camino.				
	a) Primer kilómetro - - - - -	M3	1290	297.11	383,271.90
	b) Km. subs. hasta el Km. 20 - - - - -	M3-Km	11,610	148.04	1,718,744.40
IV.-	VARIOS.-				
19.1	Derecho de banco - - - - -	M3	38,000	80.00	3,040,000.00
				T O T A L - -	116,931,038.72

(CIENTO DIECISEIS MILLONES NOVECIENTOS TREINTA Y UN MIL TREINTA Y OCHO PESOS SETENTA Y DOS CENTAVOS MONEDA NACIONAL)

A N E X O I

A N T E C E D E N T E S:

A solicitud de la Empresa PETROLEOS MEXICANOS, se efectuó estudio de las características, compactación y abundamiento de los materiales que se utilizaron en la construcción de la obra -- "CONSTRUCCION CAMINO DE ACCESO Y PLATAFORMA DE PERFORACION - PUERTO CEYSA 164", localizada en el Distrito Comalcalco, Tabasco.

MUESTREO Y EXPLORACION.-

Para conocer las características de los materiales, se tomarán 3 muestras de la base asfáltica del camino y plataforma, para determinar el contenido de cemento asfáltico. Asimismo se determinó la compactación de la base asfáltica, base y sub-base del material de relleno utilizado en la construcción.

Para determinar el porcentaje de abundamiento de los bancos - se tomaron muestras del material en dos estratos (superior e inferior), a los cuales se les determinó su peso volumétrico y humedad del lugar. Posteriormente se determinó el peso volumétrico máximo porter y humedad óptima.

Los resultados generales se presentan en las páginas siguientes de este anexo.

C O N C L U S I O N :

De los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas se deduce lo siguiente:

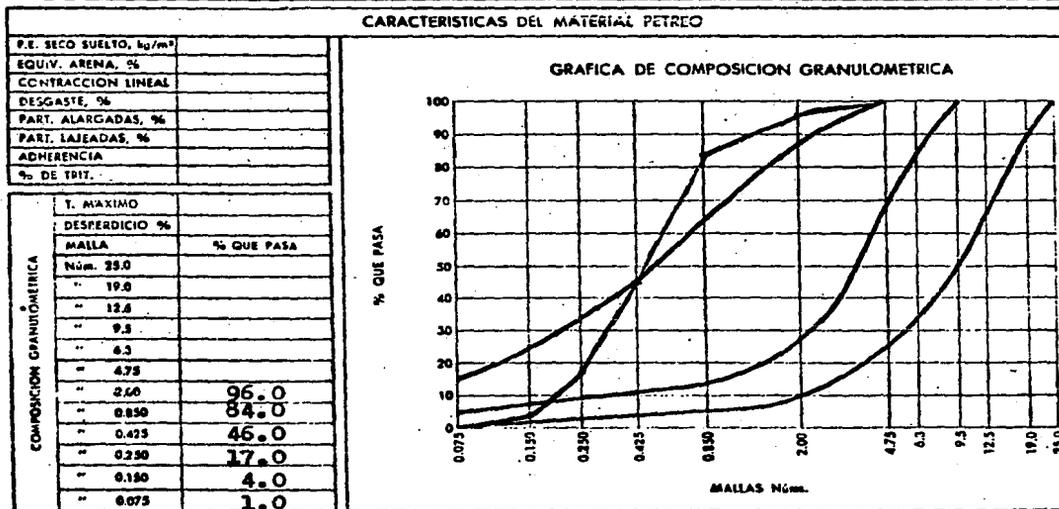
Concepto:	Camino:	Plataforma:
Contenido medio de cemento - asfáltica - - - - -	6.25%	5.50 %
Compactación.-		
Base asfáltica - - - - -	90.2	86.9 %
Base sub-rasante - - - - -	91.2	89.6 %
Sub-base subrasante - - - -	----	88.0 %
Abundamiento promedio de los Bancos - - - - -		9.0 %

CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

OBRA	CANINO DE ACCESO A PLATAFORMA DE PERRO	ENSAYE N°	020
LOCALIZACION	RAJON " PUERTO CEIBA 164 "	FECHA DE RECIBO	
	<small>(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORILLA DEL CADENAMIENTO, ETC.)</small>	FECHA DE INF.	

DATOS DEL MUESTRO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	BASE ASFALTICA.	PARA USARSE EN
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	CANINO	
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO		
	TRAMO DE km.	0+300	A km



SUP. ESPECIFICA, m ² /kg
DENSIDAD
ABSORCION, %
INDICE ASFALTICO, kg/m ³

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
TIPO	OPT. DE ASF. % EN PESO		P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	6.0	P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (L)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

Vº. Bº.

CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

OBRA PLATAFORMA DE PERFORACION PUESTO CEIBA 164	ENSAYE N° 022
LOCALIZACION DISTRITO DE CONACALCO <small>(CIUDAD, CARRILLO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)</small>	FECHA DE RECIBO _____
	FECHA DE INF. _____

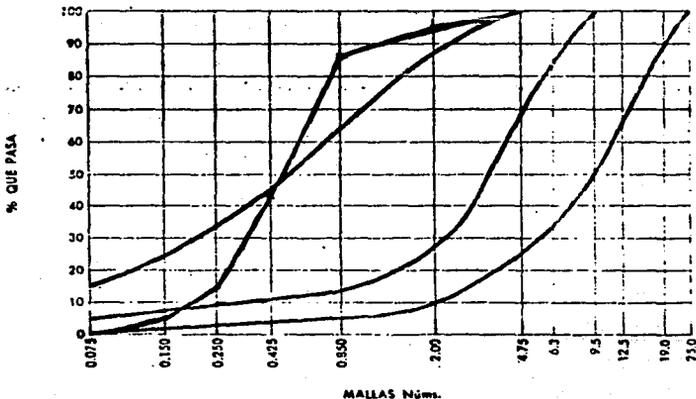
DAIOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL BASE ASFALTICA	PARA USARSE EN _____
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO PERRA	
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____	
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO _____	
	TRAMO DE ϕ 0+050 IZQUIERDA	A ϕ _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO

P.E. SECO SUETTO, kg/m ³	
EQUIV. ARENA, %	
CONTRACCION LINEAL	
DESGASTE, %	
PART. ALARGADAS, %	
PART. LAJADAS, %	
ADHERENCIA	
% DE TRIT.	

COMPOSICION GRANULOMETRICA	T. MAXIMO	
	DESPERDICIO %	
	MALLA	% QUE PASA
	Núm. 25.0	
	" 19.0	
	" 12.5	
	" 9.5	
	" 6.3	
	" 4.75	
	" 3.60	95
	" 0.850	86
	" 0.425	43
" 0.300	15	
" 0.150	6	
" 0.075	1	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



SMP. ESPECIFICA, m ³ kg		CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA
DENSIDAD		TIPO	OPT. DE ASF. % EN PESO
ABSORCION, %		DENSIDAD	ASP. EN MEZCLA % EN PESO 5.5
INDICE ASFALTICO, kg/m ³		RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (L)
			P.E. SUETTO kg/m ³
			P.E. MAX. kg/m ³
			P.E. DEL LUCAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

Vc. B.

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME DE TERRACENIAS

OBRA: <u>PLATAF. DE PRR. Y CAMINO DE ACCESO</u>	ENSAYES: No. <u>122/124</u>
LOCALIZACION: <u>A LA IZQ. PUERTO OTERA 164.</u>	FECHA DE RECIBO: _____
<u>30-10-1980. T-3-596.</u>	FECHA DE REPORTE: _____

CUESTI- ON	NO. DE ENSAYE	122	123	124			
	ESTACION	BASF	BASF	sub.			
	LADO	INTERIOR					
	CAPA			BASF			

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TARADO MÍNIMO	122	123	124			
	% RETENIDO EN CUBIETA N.º 20						
	% QUE PASA MALLA DE 0.75 mm						
	" " " " DE 0.60 mm						
	" " " " DE 0.425 mm						
	" " " " DE 0.25 mm						
	EQUIVALENTE DE UNIDAD CAMPO %						
	LÍMITE LÍQUIDO %						
	ÍNDICE PLÁSTICO %						
	CONTRACCIÓN LINEAL %						
	P.E.S. SUELTO kg/cm^2						
	P.E.S. NATIVO kg/cm^2	1930	1760	1750			
	HUMEDAD ÓPTIMA %	10.0	13.5	14.0			
	HUMEDAD NATURAL %						
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR %						
V.S.D. ESTANDB. SATURADO %							
EXPANSIÓN %							
CLASIFICACIÓN SUCS							

SITUACIÓN DE ESPESORES EN LA CUBIETA	TIPUS DE PRUEBA	122	123	124			
	CURVA DE PROYECCIÓN						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPESOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPESOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPESOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPESOR REQUERIDO, cm						

NOTA: En gráficos adjuntos por separado se hace el análisis en conjunto de los U.C.S. y espesores de pavimento requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: Hora-Maquina

U. N. A. M.

Máquina= TRACTOR CAT.

Hoja No. _____

Modelo= D-7/FIAT ALLIS

Calculo= A. L. C.

Detos Adic.= HD=15

Reviso= _____

Fecha= ENE/87

TESIS PROFESIONAL

DATOS GENERALES

Precio adquisición= \$156'155,000.00

Fecha Cotización= 12-I-87

Equipo adicional= _____

Vida económica (V_e)= 5.0 años

Horas por año (H_a)= 2,000 hr/año

Motor= _____ de _____ H.P.

Valor Inicial (V_i)= _____

Factor operación= _____

Valor rescate (V_r)= 20.0 % = \$33'231,000.00

Potencia operación= 180 H.P. op

Tasa Interés (I)= 25.0 %

Factor mantenimiento (Q)= 0.3

Prima seguros (S)= 1.0 %

Coefficiente almacenaje (K)= 3.05

I= CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{V_i - V_r}{V_e} = \frac{166'155,000 - 33'231,000}{5 \times 2,000} = \$ 13,292.40$

b) Inversión: $i = \frac{V_i + V_r}{2 H_a} = \frac{49,846.50 \times 0.26}{2 \times 2,000} = 12,960.09$

c) Seguros: $S = \frac{V_i + V_r}{2 H_a} = \frac{49,846.50 \times 0.01}{2 \times 2,000} = 498.47$

d) Mantenimiento: $M = QD = 0.3 \times 13,292.40 = 3,987.72$

e) Almacenaje: $A = KD = 0.06 \times 13,292.40 = 797.54$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$31,536.22

II.- CON SUMOS.

a) Combustible = E = e PC

Diesel: $E = 0.11 \times 180 \text{ H.P. op.} = \$132.54/\text{hr.} = \$2,524.29$

Gasolina: $E = 0.24 \times \text{H.P. op.} = \$ \text{ /hr.} = \$$

b) Otras fuentes de energía: _____ = _____

c) Lubricantes: $L = a P_e$

Capacidad Carter: $C = 25$ litros

Cambios aceite: $f = 150$ horas

$e = C/f + \frac{0.0033}{0.0030} \times 180 \text{ H.P. op.} = 0.75/\text{hr.}$

$L = 0.75/\text{hr} \times \$ 934.38/\text{lit} = 710.13$

d) Lientas: $L_i = \frac{V_i}{H_v}$ (valor lantas)

H_v (vida económica)

Vida económica: $H_v =$ _____ horas

$L_i =$ _____ horas

SUMA CONSUMO POR HORA \$3,334.42

III.- OPERACION.

Salarios: S

operador: \$8,680.85

Sal/turno-prom. \$8,680.85

Horas/turno-prom. (H)

$H = 8 \text{ horas} = \text{(factor rendimiento)} = 8 \text{ horas}$

∴ Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{8,680.85}{8} = \$1,085.11$

SUMA OPERACION POR HORA \$1,085.11

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$35,955.75

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: Hora-Maquina

U N. A. M.

 Máquina DRAGA KOEHRING
 Modelo = 304
 Datos Adic. = 1 YD3

 Hoja No. _____
 Calculo = A. L. C.
 Revisó: _____
 Fecha = ENE/87

TESIS PROFESIONAL

DATOS GENERALES

Precio adquisición = \$ 172'425,000.00

Equipo adicional = _____

Fecha Cotización = 12-I-87Vida económica (Vt) = 7.5 añosHoras por año (Ha) = 1,333.33 hr/añoMotor = 66 H.P.

Valor Inicial (Vi) = _____

Valor rescate (Vr) = _____

Tasa Interés (i) = 25.0 %Prima seguros (s) = 1.0 %Factor operación = 90.0 H.P opPotencia operación = 0.3 H.P opFactor mantenimiento (O) = 0.3Coeficiente almacenaje (K) = 0.06

I- CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{V_i - V_r}{V_e} = \frac{172'425,000 - 34'485,000}{7.5 \times 1,333.33} = \$ 13,794.03$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{V_i + V_r}{2 \cdot H_a} = \frac{77,591.44}{2} \times 0.26 = 20,173.77$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{V_i + V_r}{2 \cdot H_a} = \frac{77,591.44}{2} \times 0.01 = 775.91$$

$$d) \text{ Mantenimiento: } M = O \cdot D = 0.3 \times 13,794.03 = 4,136.21$$

$$e) \text{ Almacenaje } A = K \cdot D = 0.06 \times 13,794.03 = 827.64$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 39,709.56

II- CONSUMOS.

a) Combustible = $E = a \cdot P_c$ Diesel: $E = 0.11 \times 90.0 \text{ H.P op.} = \$ 132.54 / \text{hr.} = \$ 1,312.15$ Gasolina: $E = 0.24 \times \text{H.P op.} = \$ \text{ /hr.} = \$$

b) Otras fuentes de energía: _____

c) Lubricantes: $L = a \cdot P_c$ Capacidad cárter = $C = 18$ litrosCambios aceite: $1 = 150$ horas $a = C / 1 + \frac{0.0033}{0.0030} \times 90 \text{ H.P op.} = 0.42 \text{ lit/hr.}$ $\therefore L = 0.42 \text{ lit/hr} \times 934.38 / \text{hr} = 392.44$ d) Lianas: $L_i = \frac{L \cdot (\text{valor Lianas})}{H_v (\text{vida económica})}$ Vida económica: $H_v =$ horas $\therefore L_i =$ horasSUMA CONSUMO POR HORA \$ 1,704.59

III- OPERACION.

Salarios \$

operador: \$ 8,680.85_____ \$ 5,059.59Sal/turno-prom. \$ 13,750.44

Horas/turno-prom. (H)

 $H = B \text{ horas} = (\text{factor rendimiento}) = 8 \text{ horas}$ $\therefore \text{Operación} = O = \frac{13,750.44}{8} = 1,718.81$ SUMA OPERACION POR HORA \$ 1,718.81COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 43,132.96

TESIS PROFESIONAL

U.N.A.M.

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA
RESPONDIENTES A LA CONVOCATORIA No. GZSE-CO-505/86.

CONTRATISTA: _____

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: DESMONTE PARA DENSIDAD (100) CIENTO POR CIENTO VEGETACION
PO: MONTE DE REGIONES DESERTICAS, ZONAS CULTIVADAS O DE PASTIZALES.

CANTIDAD: HA.

MATERIALES

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Directo	Importe

SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES \$ _____

MANO DE OBRA

Categoría	Cantidad	Unidad	Salario	Importe

INDIEMIENTO _____
TOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA. \$ _____

MAQUINARIA

Descripción	Cantidad	Unidad	Renta	Importe
			35,955.75	35,955.75

INDIEMIENTO 0.26 Ha/Hr.
SUMA 35,955.75
TOTAL (3): IMPORTE POR MAQUINARIA Y EQUIPO \$ 138,291.35

SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) \$ 138,291.35

INDIRECTOS (%) UTILIDAD(%)= 45% \$ 62,231.15

TOTAL PRECIO UNITARIO \$ 200,522.46

TESIS PROFESIONAL

U.N.A.M.

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA CORRESPONDIENTES A LA CONVOCATORIA No. GZSE-CO-505/86.

CONTRATISTA: _____

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: CORTES.-DESPALME DESPERDICIANDO EL MATERIAL NO INCL. CARGA: PARA DESPLANTE DE TERRAPLEN EN MATERIAL "A".

UNIDAD: M³.

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Directo	Importe
SUBTOTAL (1) IMPORTE POR MATERIALES				\$ _____
MANO DE OBRA				
Categoría	Cantidad	Unidad	Salario	Importe
RENDIMIENTO _____				\$ _____
SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA.				\$ _____
MAQUINARIA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Renta	Importe
TRACTOR CAT. D-7.		HR	35,955.75	35,955.75
RENDIMIENTO <u>700 M³/HR.</u>				SUMAS 35,955.75
SUBTOTAL (3): IMPORTE POR MAQUINARIA Y EQUIPO				\$ _____ 51.37
SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)				\$ 51.37
INDIRECTOS (%) + UTILIDAD (%) = 45%				\$ 23.12
TOTAL PRECIO UNITARIO				\$ 74.49

TESIS PROFESIONAL

U.N.A.M.

FORMA PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA CORRESPONDIENTES A LA CONVOCATORIA N.º. GZSE-CO-505/86.

CONTRATISTA: _____

DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO: PRESTAMOS DE BANCO (INCL. EXTRACCIÓN, DEPOSITO PARA SU ESCURRIMIENTO Y CARGA DEL MATERIAL ALMACENADO (CON DRAGA).

UNIDAD: M³.

M A T E R I A L E S				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Directo	Importe
SUBTOTAL (1) IMPORTE POR MATERIALES			\$ _____	
M A N O D E O B R A				
Categoría	Cantidad	Unidad	Salario	Importe
RENDIMIENTO _____			\$ _____	
SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA.			\$ _____	
M A Q U I N A R I A				
Descripción	Cantidad	Unidad	Renta	Importe
DRAGA KOEHRING 1 YD3.	1	HR	43,132.96	43,132.96
TRAXCAVO 955 L.	1	HR	27,304.60	27,304.60
RENDIMIENTO <u>326 M³/HR.</u>			SUMA \$ 70,437.56	
SUBTOTAL (3): IMPORTE POR MAQUINARIA Y EQUIPO			\$ _____	216.07
SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)			\$ _____	216.07
INDIRECTOS (%) + UTILIDAD(%) = 45%			\$ _____	97.23
TOTAL PRECIO UNITARIO			\$ _____	313.30

CONCLUSION.

Anteriormente los caminos y plataformas unicamente eran revestidos con material pétreo (grava), de tal manera que la construcción de éstos fuera económico. Pero debido a las intensas precipitaciones, era necesario un mantenimiento continuo con el fin de que los caminos y principalmente las plataformas estuviesen en buenas condiciones de tránsito, evitando así, que los trabajos de perforación fueran suspendidos por falta de mantenimiento a las instalaciones, ya que un equipo parado representa una enorme pérdida económica para la empresa.

Con la pavimentación a los caminos y plataformas los mantenimientos han disminuido y por lo tanto las inversiones por éste concepto también, si tomamos en cuenta las alzas en los precios de combustibles y refacciones, esto viene a repercutir en las tarifas de acarreo que hacen que los fletes por transporte de material sea costoso, pues los bancos de materiales (grava) para revestimiento se localizan a 136 kilómetros del banco de almacenamiento de Petróleos Mexicanos.

B I B L I O G R A F I A .

TOPOGRAFIA

ING. MIGUEL MONTES DE OCA.

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS.

APUNTES DE LA CLASE DE CARRETERAS.

ING. BERNARDO MOGUEL SARMIENTOS.

INSTRUCTIVO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS
FLEXIBLES PARA CARRETERAS.

S . A . H . O . P .

PAVIMENTOS ASFALTICOS.

J. ROGER MARTIN Y HUGH A. WALLACE

EMULSIONES ASFALTICAS.

GUSTAVO RIVERA E.

MECANICA DE SUELOS, TOMO I.

JUAREZ BADILLO Y RICO RODRIGUEZ.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION PARTE IV:

PAVIMENTOS.

S . A . H . O . P .

BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION

FACULTAD DE INGENIERIA. U . N . A . M .

FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS.

FACULTAD DE INGENIERIA. U . N . A . M .