

13  
20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
" A R A G O N "**

**"PRECIOS UNITARIOS EN LAS TERRACERIAS  
DEL FERROCARRIL: MEXICO-QUERETARO,  
TRAMO: AHORCADO-LA GRIEGA".**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
I N G E N I E R O C I V I L  
P R E S E N T A :  
RUBEN PEREZ HERNANDEZ**

**San Juan de Aragón, Méx.**

**1 9 8 6**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

RUBEN PEREZ HERNANDEZ  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 20 de julio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSE ANTONIO SUAREZ HERNANDEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " PRECIOS UNITARIOS EN LAS TERRACERIAS DEL FERROCARRIL: MEXICO-QUERETARO, TRAMO: AHORCADO-LA GRIEGA ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presenta da por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterar a usted las bondades de mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., agosto 11 de 1983.  
EL DIRECTOR

LIC. SERGIO ROSAS ROMERO

c.e.p. Coordinación de Ingeniería.  
Unidad Académica.  
Departamento de Servicios Escolares.  
Director de Tesis.

# I N D I C E

## CAPITULO PRIMERO

Introducción .	1
a.- Los Ferrocarriles y la transportación en general.	1
b.- Economía de la transportación.	3
c.- Sinopsis histórica del Ferrocarril.	4
d.- Antecedentes históricos en México de los Ferrocarriles.	5

## CAPITULO SEGUNDO

Estudio Geotécnico a lo largo de la Línea Férrea : México - Querétaro. Tramo : Ahorcado - La Griega, Así como en los Bancos .	6
---	---

## CAPITULO TERCERO

El proceso constructivo en las terracerías .	20
a.- Generalidades .	20
b.- Especificaciones .	21
c.- Tipo de secciones .	54

## CAPITULO CUARTO

Análisis de Precios Unitarios en las Terracerías para minimizar los costos .	57
a.- Generalidades .	57
b.- Cargos que integran un Precio Unitario .	57
c.- Estudio de Indirectos y análisis de Precios Unitarios para este trabajo .	67

## CAPITULO QUINTO

Conclusiones .	148
Bibliografía .	151

## CAPITULO PRIMERO

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

El objetivo de este trabajo, es, estudiar los análisis de Precios Unitarios, lo más apegado a la realidad, aplicando los estudios Geotécnicos efectuados - durante la construcción de las terracerfas, en la Línea Férrea México - Queré - taro, tramo El Ahorcado - La Griega, así como también referirlos a las Especificaciones Generales de Construcción, que veremos más adelante.

La información contenida en este trabajo, se puede utilizar como un conocimiento general para el análisis de Precios Unitarios, en las obras por construirse de terracerfas.

Sin embargo estos no pueden aplicarse tal y como estan expuestos en este trabajo, aunque, tengan puntos semejantes, ya que existen tantas variaciones en los costos de los materiales, equipo y mano de obra de una localidad a - - otra.

En la industria de la construcción se dá el caso excepcional de que el precio de venta del producto es determinado y convenido previamente a la elaboración del mismo; con base en análisis en las que no todas las condiciones que prevalecerán en la ejecución de la obra son previsibles, y en costos experimentales que en muchos casos por variaciones de mercado resultan de una validéz sólo relativa.

El problema de preveer los precios unitarios se complica cuando intervienen factores como los retrasos en los pagos concertados, que originan gastos financieros; como las suspensiones de trabajos por mal tiempo, etc.

Los costos unitarios de conceptos en construcción son esencialmente variables, dependiendo entre otros factores del volúmen de obra por ejecutar, de la zona en que se trabaja, del equipo disponible, del procedimiento constructivo, de la política empresarial, de la seguridad del proceso, de la continuidad del trabajo, del clima obrero - patronal, del programa de realización, así como de otros factores.

En este capítulo, también se hace un breve resúmen de los ferrocarriles.

#### LOS FERROCARRILES Y LA TRANSPORTACION EN GENERAL.-

La observación panorámica de la transportación en general nos permite valorar con realismo, los problemas del tráfico con pasajeros y los movimientos de carga realizados por los ferrocarriles.

El progreso tecnológico de los últimos 30 años ha venido modificando los transportes, con mayor trascendencia que todo un siglo anterior, por lo que la Distribución del Tráfico entre los diversos medios, resulta variable, a causa -

de la palpable y necesaria competencia entre los Portadores, los cuales luchan ofreciendo un servicio público de transporte, cada vez mejor, aún dentro de los controles estatales para vigilar y regular la legal coexistencia del conjunto.

El ferrocarril en su proyección, tiene plena confianza fundada en su costo-mínimo terrestre consecuencia de la mínima resistencia entre riel y rueda, del gran tonelaje de un tren y derivado de usar sólo 2HP por tonelada bruta de carga y un máximo de 5HP por tonelada bruta de tren de pasajeros.

Los costos mínimos actuales, derivados de las velocidades actuales que dependen de la potencia empleada en las locomotoras, podrían incrementarse hasta perder su economía comparativa cuando la velocidad se le pretenda variar en exceso, respecto al mínimo precio que es la característica primordial de servicio ferroviario.

El ferrocarril tiene a su favor, la posibilidad de poder operar con los máximos adelantos que le permitan los mejores equipos modernos auxiliados cibernéticamente.

La adaptabilidad y gran tamaño del ferrocarril, la posibilidad de electrificar sus vías y la de disponer de amplio margen para mejorar sus equipos, vías, talleres, los métodos comerciales y la coordinación, representa un panorama del todo optimista hacia el futuro del ferrocarril, como un regulador del transporte capaz de contener la inflación fomentada por una indebida alza en los precios del flete en general.

El ferrocarril (en los países subdesarrollados donde su deficiencia es máxima) tiene entre sí una factible replanificación con un amplio margen de superación y permanencia; evitando la repetición de los errores experimentados en países desarrollados.

El ferrocarril consume el mínimo de carburante por tonelada kilómetro, y ello garantiza su creciente demanda ante un futuro que puede llegar hasta la escasez mundial y el encarecimiento del petróleo y sus derivados independientemente de la posibilidad para electrificar, los prospectos más recomendables.

El ferrocarril precisa mantener sus costos por abajo de los autotransportes, como único medio práctico para sobrevivir ante un competidor que es capaz de resolver cualquier servicio de puerta en puerta en un tiempo mínimo, independientemente de la coordinación materializada por los trailers sobre plataformas.

Los problemas ferroviarios de México y de otros países en pleno desarrollo, difieren del programa evolutivo ejercitado por naciones altamente desarrolladas, donde las redes de ferrocarril no sólo son completas, si no superabundantes y donde la modernización de las vías de gran tráfico han sido objeto de una previa labor de adiciones y mejoras realizada sin interrupción.

Planear inversiones ferroviarias, demanda una visión gran angular del panorama del transporte de cada país, sin más limitaciones que la capacidad econó-

mica disponible para la resolución del problema general, donde no es posible retardar en exceso la fecha de conclusión del programa, a causa de la continua evolución tecnológica que presenciamos y que afecta a los intereses creados - sustitutivos y cuyo exceso provoca un gravamen contra la economía general.

El servicio ferroviario para cada país, representa una continua lucha comercial por sobrevivir, en medio de una dura competencia que consideramos estimulante para el desarrollo del Tráfico y Transporte en general, con beneplácito público.

## ECONOMIA DE LA TRANSPORTACION

Desde el punto de vista económico, la transportación es una necesidad -- consecuente de la insuficiencia de producción en cualquier localidad, de todos los bienes de consumo necesarios, así como la posibilidad de fabricar otros -- productos, en cantidad superior al consumo local.

Es muy poco frecuente, la existencia de localidades capaces de producir todo lo que consumen y generalmente se encuentran en esos casos, las regiones muy poco desarrolladas, donde se carece de los máximos beneficios de la civilización.

La transportación terrestre moderna, ha hecho posible el fomento de la industria y el desarrollo de las grandes ciudades, sobre todo de la formación de aquellas zonas industriales, localizadas fuera de la zona de los ríos navegables y de las zonas portuarias marítimas.

Con anterioridad a 1830, casi todas las grandes ciudades se encontraban en zonas portuarias, en todos los pequeños poblados del interior, se comunicaban por diligencias de tracción animal sobre caminos reales, apenas superiores a las elementales veredas de herradura.

La época del transporte moderno, principia con la construcción de los ferrocarriles, a partir de la invención de la locomotora de vapor y puede decirse que el progreso de la civilización actual (desde 1830 hasta 1920), estuvo apoyado casi totalmente, en el transporte ferroviario. A partir de esta fecha, hace su aparición en forma muy importante, el transporte automotor, y la carretera se convierte en el verdadero rival en la transportación terrestre y ha producido el magnífico efecto de obligar a los ferrocarriles a modernizarse y hacer posible la tendencia actual hacia un relativo equilibrio económico en los transportes terrestres, consistente en aprovechar el autocamión y el ferrocarril, cada uno de esos medios, en las zonas y clase de carga donde producen mayor eficiencia, procedimiento que representa la coordinación de los transportes en beneficio general.

La economía en los transportes es una de las partes fundamentales de la economía nacional.

En algunos países europeos, el costo promedio de los transportes representa algo menos del 10% del valor total de las mercancías transportadas a los cen

tros de consumo. En México, probablemente el porcentaje es mayor y en algunas regiones cuya explotación se inicia, la mayor parte de las mercancías elaboradas y consumos necesarios para principiar la explotación de esas nuevas regiones, hacen que el valor del transporte de las mercancías alcance cifras seguramente superiores al 20% del valor de las mismas.

### SINOPSIS HISTORICA DEL FERROCARRIL

En la infraestructura, el ferrocarril remonta su origen al igual que el camino, por donde transitaban mayas, incas, guerreros y comerciantes a pie y á caballo - en carretas y diligencias desde hace 3,000 años hasta el de 1808, en que nace la locomotora de vapor.

El ferrocarril usa en la superestructura, rieles en vez de la superficie asfaltada de rodamiento y ruedas de acero en lugar de los neumáticos de los autotransportes.

El ferrocarril emplea locomotoras para remolcar trenes hasta de 100 carros con una longitud total de un kilómetro y medio; por los caminos y calles no pueden circular trenes pero los transitan camiones casi tan grandes como un carro de ferrocarril, en cada uno necesita su propia fuerza tractiva y tripulación, con la ventaja de poder usar las vías asfaltadas de casi todos los caminos y calles.

Por su parte el ferrocarril necesita vencer una resistencia al rodamiento, 5 veces menor que la carretera y el personal empleado para un ferrocarril también es 5 veces menor que el necesario para igual auto transporte, el ferrocarril y el camino se complementan y se compiten y gracias a ello, la humanidad ha logrado el enorme desarrollo que el automóvil y el camión han mostrado desde el viejo Ford modelo "T" de 1920, hasta un autobus moderno o un tractor de 350 H.P., con remolque de 25 toneladas igualmente, la primera máquina de vapor de 1808 (fabricada en Inglaterra por Trevithick) llamada pomposamente "Alcanzame si puedes" por su velocidad de 15 millas por hora en solo 150 años, se convierte en la locomotora eléctrica "BB" serie 7000 que bate el record de 331 kph en los ferrocarriles franceses.

Para 1825, en Inglaterra, Stephenson construye la primera locomotora eficiente (después de la Trevithick) y en 1829 se remolca un tren de 40 toneladas de peso que corre a 26 kph jalado por la locomotora "Rocket" tipo Stephenson en el primer ferrocarril comercial que fué el de Liverpool a Manchester.

Las vías con rieles y durmientes o traviesas, se usaban desde 1670 en el transporte del carbón en las minas (tirando las vagonetas con semovientes). También se dice, que los faraones usaron carriles en sus acarreos de grandes piedras, labradas, pero el ferrocarril propiamente dicho, nace en 1825 para los ingleses, en 1839 para los franceses, en que Mr. Sequin, escribe un tratado sobre el arte de trazar y construir caminos de fierro.

Para 1840, las últimas máquinas de los Stephenson, corrieron trenes a 93 kph, máxima con promedios de 80 kph, en las mejores vías de Francia e Inglaterra.

En 1850, las locomotoras Crampton de 800 H.P., alcanzaron velocidades de 125 kph.

En 1865, en Estados Unidos, un tren con locomotora "American" alcanza 165 kph, Bélgica aporta la distribución de vapor según el excelente tipo Walshaert, - Mallet en Francia produce la Compound y Baldwin en Estados Unidos fabrica: - American, Pacific, Santa Fé y docenas de tipos se desarrollan en todo el mundo - bajo la tremenda expansión ferroviaria que produjo la primera revolución indus- - trial mundial, acaecida entre 1825 y 1925, siglo de la máquina de vapor que aho- - ra evoluciona ante las eléctricas, las diesels eléctricas y las hidráulicas y el - - control electrónico.

En Estados Unidos, el ferrocarril se inicia con la máquina "Old Ironsides" -- que se conserva como una reliquia en el museo del Baltimore & Ohio Ry, y aue- - cornó trenes en Filadelfia a partir de 1830.

El desarrollo histórico de las vías férreas americanas fué como sigue: 217 - kms. de vía en 1833; 4534 en 1840; 16,000 en 1850 y 400,000 kilómetros para-- 1950.

#### ANTECEDENTES HISTORICOS EN MEXICO DE LOS FERROCARRILES

Se inició el Ferrocarril Mexicano a Veracruz en 1850 y se termina en 1866.-- después de la guerra contra la intervención de Maximiliano.

En 1884 se termina la vía Central entre México y Cd. Juárez: para 1905, la- - red asciende a 16,630 kilómetros.

En 1910, la revolución interrumpe la terminación de la red básica que lenta- - mente crece en 1926 hasta 18,450 kms. y en 1964 hasta 23,500 kms., que es la - - extensión actual.

Se supone que para 1985 la red férrea básica estará terminada y su longitud- - total será de 27,000 kilómetros, o sea que a la fecha falta construir 3,500 kiló- - metros de vías arteriales y conexiones básicas para completar la red, además de la gran labor de modernizar lo existente.

## CAPITULO SEGUNDO

ESTUDIO GEOTECNICO A LO LARGO DE LA LINEA FERREA : MEXICO - QUERETARO, TRAMO AHORCADO - LA GRIEGA, ASI COMO EN LOS BANCOS.

### GENERALIDADES . -

Se entiende por terracerías, al conjunto de cortes y terraplénés de una obra vial, ejecutados hasta la sub-rasante, siendo los materiales utilizados los que constituyen la corteza terrestre, los cuales se clasifican en suelo, fragmentos de roca y roca.

El término suelo se aplica a aquellas partículas de materiales menores de 7.6 cm. (3").

Fragmentos de roca, mayores de 7.6 cm. (3") y que no forman parte de un manto rocoso.

### a) .- TRABAJOS DE CAMPO.

Para conocer el grado de utilidad de cada uno de los materiales que se localizan a lo largo de la zona donde se aloja el proyecto, es necesario un estudio de campo. Estos consisten en interpretaciones fotogramétricas de proyectos construídos, con características semejantes, así como reconocimientos para hacer verificaciones de los materiales, determinando sus características físicas (tamaño, color, etc.); procediendo después a efectuar ensayos de campo, para identificar los materiales que están constituyendo esta zona, haciendo determinaciones estimativas de clasificación -- aproximada de los materiales, tanto por ciento en volúmen de suelos, tanto por ciento en volúmen de fragmentos de roca.

En los fragmentos de roca se deben determinar las siguientes propiedades en los tamaños de 7.6 a 20 cm. de 20 a 75 cm. y de 75 a 2.00 metros, (chicos, medianos y grandes).

En los suelos se debe determinar el tanto por ciento de grava, arena y finos (material que se retiene en la malla número 4, el que pasa esta malla y el que se detiene en la malla número 200, así como el que pasa ésta).

Las principales bases para la identificación de suelos finos en campo son las características de : dilatancia, tenacidad y de resistencia en estado seco.

**DILATANCIA.** - Es la propiedad que tienen los materiales para retener ó expulsar el agua mediante la aplicación de una amasada y presión de suelo y puede ser rápida, lenta, muy lenta y nula.

Las arenas limpias y finas expulsan más rápido el agua que las arcillas plásticas.

**TENACIDAD.** - Es la dificultad al remoldeo que presenta una porción de suelo con una humedad cercana al límite plástico (nula, media y alta).

**RESISTENCIA EN ESTADO SECO.** - Es la resistencia que presenta una porción de suelo al desmoronamiento de grumos en estado seco (nula, ligera, media, alta y muy alta).

Otras de las características para la identificación de materiales es el color y olor. Así tenemos que con cierta experiencia el color nos puede indicar la presencia de materia orgánica coloidal (negro y tonos oscuros); los colores claros y brillantes son propios de suelos inorgánicos.

El olor pertenece más bien a suelos orgánicos, siendo más intenso cuando está húmedo y disminuye con la exposición al aire, aumentando por el contrario con el calentamiento de la muestra húmeda.

En el campo además se hacen estimaciones de la estratigrafía de los materiales así como su superficie por cuantificar volúmenes aproximados, características geográficas como: morfología, hidrología, localización de posibles bancos de materiales, etc.

**Muestreo de campo.** - Para conocer las características físicas de los materiales disponibles para la construcción de una obra vial es una operación costosa; requiere del muestreo de los materiales para lo cual hay que efectuar sondeos y luego la ejecución de ensayos para determinar su calidad, dependiendo de la buena o mala recolección de muestras es el éxito o el fracaso del trabajo, ya que dichas muestras deben de ser representativas de los materiales a utilizar durante la construcción.

Para que el muestreo sea eficiente, además son necesarias las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras en forma adecuada.

En el caso de fragmentos de roca, el muestreo se efectúa en forma similar al que se realiza en los suelos.

El muestreo del suelo puede ser de dos tipos:

- a) - Muestras inalteradas, que son aquellas que conservan sus características del lugar donde se obtengan así como estructura, humedad. Estas se obtienen casi exclusivamente en suelos finos que pueden labrarse sin que se disgreguen, las herramientas y el material utilizado es: picos, palas, carreras, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes, arcos de segueta con alambre de acero, estufa, brochas, manta de cielo, brea, parafina, cajones de madera, cinta métrica de lienzo de 20 m., de longitud, flexómetro y recipiente metálico.

La muestra se obtiene marcando un cuadro de 40 cm., y se excava alrededor con herramienta, labrando un cubo de las dimensiones señaladas sin dañar la estructura, se cubre las caras con parafina y brea, se identifica en el interior del envase y otra sujeta al exterior, además conteniendo, fecha, obra y tramo, número de sondeo, número de muestra y la profundidad a la que se tomó, espesor de estrato correspondiente, clasificación de campo, uso del material, nombre del operador y observaciones.

En el caso de bancos se hace un croquis de localización de los sondeos, capacidad del banco, estratos, así como su uso.

b).- Muestras Alteradas.- Son aquellas que están constituidas por el material -- disgregado o en fragmentos en las que no se toman precauciones especiales de conservar sus características de la estructura y humedad. Estas se pueden obtener de una excavación o de un frente, ya sea de corte o de banco o bien de perforaciones con herramientas especiales, tomando además muestras de cada capa que se atravesase. Las herramientas que se utilizan son: picos, palas, carretas, pulsetas, posteadoras, barrenas helicoidales, equipo de perforación, bolsa de lona aulada, frascos o cápsulas de aluminio, etc.; La cantidad mínima del material que se requiere es de 80 kg., para ensayos de laboratorio.

Las muestras pueden ser superficiales hasta una profundidad de 1 (un) metro, siendo el caso de préstamos laterales o para cimentaciones obtenidas a esa profundidad.

El espaciamiento de sondeos y el número de muestras que se tomen deben de estar de acuerdo con la homogeneidad del suelo y el nivel de estudio de que se trate.

La identificación de las muestras alteradas se hace en la misma forma que las inalteradas.

#### ENSAYES DE CAMPO PARA CLASIFICACION APROXIMADA.

Estos ensayos se efectúan en fragmentos de roca y suelos para fines de -- clasificación cualitativa de algunas de sus propiedades mecánicas, para determinar su posible uso durante la construcción, tomando en cuenta su tamaño, forma, textura, grado de alteración, etc. Estos materiales deberán separarse previamente para efectuar su clasificación, a través de la malla 3".

La preparación de las muestras de suelos consiste esencialmente en secar el material extendiéndolo, separándolo por la malla de 3", disgregándose con el maso de grumos y volviéndose a cribar, para luego estimar los porcentajes de fragmentos de roca y suelo con respecto al volúmen.

#### ENSAYES PARA LA IDENTIFICACION DE LOS FRAGMENTOS DE ROCA. -

a).- Composición de Tamaños.- Se estiman los fragmentos comprendidos entre 0,75 y 2,00 metros, entre 20 y 75 cms.

Este método consiste en separar las partículas del suelo pasándolo a -- traves de las mallas número 4 y 200, relacionando en tanto por ciento las -- porciones en peso de la muestra total, obteniendo una granulometría no muy detallada.

b).- Prueba de Dilatancia.- Se toma una porción de la muestra que pasa la malla número 40 de 100 gr., aproximadamente, de esta fracción se toman 10 -- c.c., depositándolos en la palma de la mano, agregándole una cantidad adecuada de agua hasta obtener una mezcla de consistencia suave y que no pre

sente flujo; una vez obtenida la mezcla de consistencia adecuada, fórmese una pastilla y sacudiéndola horizontal, golpeándola contra la otra mano para provocar la solidez del agua a la superficie de la pastilla hasta tomar una apariencia lustrosa; esta operación se repite sin adicionar agua, hasta que la pastilla se vuelva tiesa y finalmente se agriete y desmorone.

Estífmese la rapidéz, con que la superficie de la pastilla adquiere la apariencia lustrosa y de acuerdo a ésta, reportese la dilatancia como nula, muy -- lenta, lenta, o rápida.

c) - Prueba de Tenacidad.- Consiste en tomar una porción de suelo que pase -- la malla número 40, y amasándola con una poca de agua (prueba de dilatan -- cia), y formese con una porción de ella un rollito de 3 mm., de diámetro, -- volviéndose a amasar y tomar nuevamente dicho rollito hasta que pierda hu -- medad y finalmente se rompa, lo que indica en estas condiciones el suelo, -- es que tiene una humedad cercana a la del límite plástico.

Después juntense las fracciones del rollito y amasense ligeramente -- con los dedos hasta que la masilla se desmorone, estimándose cada vez -- la resistencia que ponga al remoldeo, así como el tiempo que tarda el rolli -- to para desmoronarse y reportádo lo estimado como tenacidad nula, ligera, -- media o alta.

d) - Prueba de Resistencia en Estado Seco.- Consiste en formar una masilla -- del suelo que pasa la malla número 40, se forma luego una pastilla de 4 -- cm., de diámetro y de 1 cm., de espesor aproximado, se deja dicha pasti -- lla en donde pierda cierta humedad sin que se agriete, hasta que se consi -- dere practicamente seca, a continuación rómpase y desmoronese con los -- dedos estimándose la dificultad al romperse y desmoronarse y se reporta -- como resistencia nula, ligera, media alta ó muy alta.

Obteniéndose, con los datos anteriores una clasificación aproximada, y formándose una tabla.

Para clasificar una roca se sigue el siguiente procedimiento.

Una vez examinada cuidadosamente una muestra de roca deberán definirse -- los aspectos de: Textura, minerales que la constituyen y su ubicación den -- tro de las rocas, ígneas, sedimentarias y metamórficas, procediendo a di -- ferenciarlas mediante eliminaciones sucesivas entre las subdivisiones de -- cada tipo de roca (según tablas), que nos indican su origen, agente trans -- portador, naturaleza, sedimento suelto, sedimento consolidado, etc. con -- respecto a los suelos y fragmentos de rocas no basta solamente con ubi -- car el material según su división, sino sus compartimientos mecánicos que -- son de mucha importancia y a veces escapan de las pruebas que se reali -- zan como la compacidad (muy suelto, suelto, semi-compacto, compacto y -- muy compacto).- otra es la cementación, condiciones de humedad, estrati -- ficación, condiciones de humedad, estratificación y características de dre -- naje.

La clasificación de los materiales para presupuesto es otro dato impor -- tante, adoptado por la S.C.T., siendo además un elemento para determinar -- o tener una idea del costo de movimiento de terracerfas.

Esta clasificación esta basada en la dificultad que presentan los mate

iales para su extracción, llamándolos material (A), material (B) y material (C).

Los materiales pueden estar constituidos por los tres tipos antes mencionados obteniendo sus porcentajes para fines de pago.

#### ENSAYES DE LABORATORIO.

Preparación de Muestras.- Comprenden las operaciones de secado, disgregación y cuarteo, que son necesarias para obtener las porciones representativas en condiciones adecuadas, para efectuar los ensayos correspondientes.

- a).- Secado de Muestras.- Deberán secarse las muestras con el objeto de facilitar su disgregación y manejo. Esta operación se lleva a cabo, poniendo el material en charolas y metidas al horno a una temperatura entre 40°C y 60°C, no siendo estas mayores, para no alterar sus características naturales, tales como, plasticidad, contenido de materia orgánica, etc.
- b).- Disgregación.- Tiene por objeto separar las diferentes partículas que la constituyen, para facilitar las operaciones de mezclado y cuarteo posteriores.
- c).- Cuarteo.- De la muestra ya disgregada, según párrafo anterior, deberán separarse mediante el cuarteo las diferentes porciones necesarias para efectuar las distintas pruebas.
- d).- Determinación de la Humedad.- Es la relación entre el peso del agua y el peso de sus partículas sólidas (tanto por ciento). Este ensayo es una etapa fundamental, y con él determinamos el contenido de agua que contiene el suelo, que nos da idea cualitativa de su consistencia o su probable comportamiento. También se determina la porción del material pétreo retenido en la malla de 52 mm., (3/8"); consistiendo esta prueba en saturar el material durante 24 horas, y a una temperatura de 15°C a 25°C.

#### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO RELATIVO A LOS SUELOS.

Para hacer esta determinación es necesario tomar en cuenta lo siguiente :

- a).- Peso específico de un material, es la relación entre el peso del mismo y su volumen.
- b).- Peso específico relativo de un material, es la relación entre su peso específico y el peso específico del agua destilada en las condiciones de temperatura y presión barométrica del lugar.
- c).- Si se representa esquemáticamente la masa de la muestra de suelo o material pétreo, formada por sus fases, sólida, líquida y gaseosa, pueden establecerse las siguientes relaciones, volumétricas y gravimétricas :
  - 1).- Peso específico de la masa del suelo o del material pétreo en gramos por centímetros cúbicos.

$$\gamma_m = P_m = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m}$$

- 2).- Peso específico seco de la masa de suelo o de material pétreo en gr/cm<sup>3</sup>.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$$

3). - Peso específico, de la fase sólida (gr/cm<sup>3</sup>).

$$\rho_s = \frac{W_s}{V_s}$$

4). - Peso específico relativo de la masa de suelo.

$$\rho_m = \frac{\rho_m}{\rho_o} = \frac{W_m}{V_m \rho_o}$$

5). - Peso específico relativo aparente o densidad aparente de la masa de suelo o material pétreo.

$$S_d = \frac{\rho_d}{\rho_o} = \frac{W_s}{V_m \rho_o}$$

Donde :

$W_m$  = Peso total de la masa de suelo o de material pétreo.

$V_m$  = Volúmen total de la masa de suelo o de material pétreo.

$W_s$  = Peso de los sólidos de la masa de suelo o de material pétreo.

$W_w$  = Peso del agua de la masa de suelo o de material pétreo.

$V_s$  = Volúmen de los sólidos de la masa de suelo o de material pétreo.

$\rho_o$  = Peso específico del agua.

Para efectuar la prueba de Densidad aparente, peso específico relativo aparente, del material retenido en la malla de 3/8", por el método del pignómetro, se tomará en cuenta lo siguiente.

Las partículas que se toman son las mayores de 3/8", cuando se considera al volúmen total de las partículas, incluyendo vacíos. Generalmente esta prueba de termina la absorción, dándonos una idea de la calidad del material pétreo; comúnmente, a pesos específicos altos y absorciones bajas, corresponden a materiales compactos y resistentes.

Para la prueba de densidad aparente o peso específico relativo aparente del material retenido en la malla 3/8", por el método de peso sumergido, hay que tomar lo siguiente.

Este procedimiento tiene mayor precisión que el anterior, ya que elimina los posibles errores en la medición del volúmen de agua trasvasada del pignómetro a la probeta.

El peso específico de los suelos varfa de 2.0 (suelos orgánicos) y 2.9 gr/cm<sup>3</sup>, (suelos arcillosos).

Al procedimiento que se usa para determinar las proporciones de tamaño de las partículas que componen los suelos, se le denomina análisis granulométrico, siendo muy importante, para juzgar la calidad del material, este se obtiene mediante cribado.

En términos generales se puede decir que la mayor estabilidad de un material,

Se alcanza cuando se reducen al mínimo la cantidad de vacíos, ya que para lograr esto es necesario de una sucesión de tamaños, que permita que los huecos de los vacíos sean ocupados por las partículas mayores, sean ocupados por las de menor tamaño.

Para fines de clasificación de suelo, deberán calcularse los coeficientes de uniformidad y de curvatura que se emplean para juzgar la graduación del material.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1)$$

Cu = Coeficiente de uniformidad

D60 = Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor.

D10 = Llamado por Haz en diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10%, en peso, del suelo.

En realidad, la relación (1) es un coeficiente de no uniformidad, pues su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos con  $Cu < 3$  se consideran muy uniformes; aún las arenas naturales muy uniformes rara vez presentan  $Cu < 2$ .

Como dato complementario, necesario para definir la uniformidad, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la expresión:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Cc = Coeficiente de curvatura.

D30 = Se define análogamente que los D10 y D60.

Esta relación tiene un valor entre 1 y 3, en suelos bien graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

#### LIMITE DE ATTERBERG Y PRUEBAS COMPLEMENTARIAS.

Las propiedades de un suelo formado por partículas muy finas como la arcilla no estructurada, depende en gran parte de la humedad. Cuando el contenido de agua es alto, se tiene una suspensión sin resistir al esfuerzo cortante, y al perder agua va adquiriendo características de un sólido, pudiendo entonces resistir esfuerzos considerables de compresión y tensión, por lo que se le llama a estos ensayos de consistencia.

Se entiende por consistencia al grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a las fuerzas exteriores, que tienden a deformar o destruir su estructura. Estos límites de consistencia están representados por contenidos de humedad, siendo estos: límite líquido, límite plástico y límite de contracción.

Límite líquido, es el menor contenido de humedad para el cual un suelo tiende a fluir; el límite plástico es el punto en que el suelo pierde sus característi - -

cas, y el de contracción es la cantidad de agua que saturaría a un suelo contraído por secamiento.

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado en por ciento de su peso seco, bajo el cual el suelo no logra ligar íntimamente los bordes interiores de una ranura, en una longitud de 13 mm. para determinarlo, el suelo se coloca en una copa de latón del aparato de Casa Grande y se divide en mitades, utilizando el ranurador, accionando la manivela, se hará caer la copa de una altura de 1 cm., a razón de 2 golpes por segundo, el número de golpes para que la ranura se cierre se va anotando y se determina su humedad, si para lograr que la ranura se cierre y se hayan empleado 25 golpes, la humedad en éstas condiciones será la del límite líquido.

En este punto del límite líquido, nos da una idea de la resistencia al corte, generalmente con una humedad cercana a éste límite, la resistencia es prácticamente nula.

El límite plástico, se determina tomando una muestra, haciendo una bola de 13 mm., aproximadamente, después se le dará una forma cilíndrica colocándola sobre un cristal y rodillándola con la palma de la mano hasta alcanzar el cilindro de un diámetro de 3.2 mm., (1/8"), si al llegar a este diámetro el cilindro no se ha roto, se tiene una humedad inferior al límite plástico; por otro lado, si el cilindro se rompe al llegar al diámetro mencionado, se recogerán los fragmentos y se determinará su humedad, para conocer el límite plástico.

Los suelos que no puedan rodillarse para alcanzar el diámetro especificado con ningún contenido de humedad, se considerarán como no plásticos; los limos son poco plásticos, las arcillas tienen límites líquido y plástico altos.

Las terracerías y el sub-balasto no deben compactarse cuando el material que lo constituye contenga humedad igual o mayor a su límite plástico.

El límite de contracción de un suelo, está representado por aquel contenido de humedad con el cual cesa la contracción de su masa, aún cuando continúe el proceso de evaporación del agua.

Para efectuar este ensaye, se coloca una pasta de la muestra, con humedad aproximadamente igual a la del límite líquido en un vasito de porcelana, se seca la muestra en un horno y luego se extrae del vasito para registrar su peso y su volumen, para luego introducirlo en un vaso lleno de mercurio; la cantidad de éste desalojado nos indica el volumen, de la muestra seca y el límite estará dado por la expresión:

$$L_c = W - \frac{(V - V_s) \times 100}{W_s}$$

Contracción lineal de un suelo, es la reducción del volumen del mismo; medida en una de sus dimensiones y expresada como porcentaje de la dimensión original, se utiliza la muestra con un grado de humedad del límite líquido:

$$CL = 100 \frac{(L_1 - L_2)}{L_1}$$

#### Equivalente de Arena.

Consiste en determinar las proporciones volumétricas del material grueso de suelo, con respecto a los suelos finos plásticos que contiene, empleando un procedimiento que amplifica el volumen de los materiales finos plásticos en forma proporcional a sus efectos perjudiciales.

Para esta determinación se emplea la porción del suelo que pasa la malla número 4 (arena y finos). Este procedimiento cuantifica bajo ciertas condiciones arbitrarias de la prueba, el volumen total del material inactivo en la muestra, incorporando los finos no plásticos a la tracción arenosa del suelo.

#### PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR.

Se utilizan los suelos que pasan la malla número 4, y se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen, así como la resistencia a la penetración de un suelo que ha sido compactado con diferentes grados de humedad.

Los objetivos principales de esta prueba son .

- a) Determinar el peso volumétrico máximo, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación.
- b) Grado de compactación alcanzado durante la construcción.

La prueba se reproduce en el laboratorio semejante a la de campo con equipo de compactación, tipo pata de cabra.

Esta prueba esta limitada a los suelos que pasen totalmente la malla número 4, y no debe quedar retenido un volumen mayor de 10%, en dicha malla y deberá pasar totalmente la malla de 3/8". No deben efectuarse en materiales que carecen de cementación.

La prueba consiste en elaborar en el cilindro de proctor, especímenes de suelo a diferentes humedades con incremento del 2%, en tres capas, compactándolas con el pisón metálico de 2.5 kgs., el que se deja caer desde una altura de 30 cm., la prueba se suspende cuando ha habido una disminución del peso volumétrico, trazando una curva con humedades (abscisas) y pesos volumétricos (ordenadas).

$$PVS = \frac{(PVH) \times 100}{(100 + W)}$$

La curva de saturación teórica, representa la humedad y su respectivo peso volumétrico que sería necesario, para que todos los vacíos que dejen entre sí todas las partículas sólidas, estuvieran llenas de agua.

La curva teórica de saturación tiene las siguientes aplicaciones principales.

- a).- Comprobar si la curva de proctor fue correctamente determinada.

b).- Determinar si un suelo en el estado en que se encuentra, es susceptible de adquirir humedad o mayor peso volumétrico.

Si el valor del volúmen de vacíos es mayor de 6.5%, el suelo se encuentra en condiciones de adquirir un peso volumétrico mayor con la humedad que contiene o bien sin variar su peso volumétrico seco, incrementar la humedad.

Para los suelos cuyo peso volumétrico, proctor, es mayor de 1,300 kg/m<sup>3</sup>, - el por ciento de huecos llenos de aire, cuando alcanzan el 100% de compactación con la humedad óptima, es un promedio del 6.5%, tomando como base la curva de saturación teórica, para una densidad aparente de 2.65.

La gráfica nos muestra una curva húmeda, óptima-peso volumétrico seco máximo, obtenida en promediar un considerable número de datos de pruebas verificadas. Los datos que se obtienen pueden tener una diferencia 1.5%, en la humedad para pesos volumétricos mayores 1,300 kg/m<sup>3</sup>, y para pesos menores que éste, los resultados son algo discordantes.

#### PRUEBA ESTANDAR DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE.

Se hace con el fin de conocer la calidad de los suelos en cuanto a valor de soporte, se refiere, midiendo la resistencia a la penetración del suelo compacto y sujeto a un determinado período de saturación.

El material que se utiliza es el que pasa por la malla de 1", y se retiene en la malla número 4, teniendo en cuenta que no queda retenido una cantidad mayor del 15%, en la malla de 1".

La prueba consiste en medir la resistencia a la penetración de un espécimen compactado y con la humedad proctor, después de haber sido saturado en agua hasta lograr su máxima expansión.

El período de saturación varía de 3 a 5 días.

La expansión sufrida por el espécimen se relaciona con su altura y se expresa en tanto por ciento (%).

#### DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION.

El molde del espécimen saturado se coloca en la prensa después de dejarlo - escurrir por 3 (tres) minutos y, se colocan las placas de carga, se aplica una carga inicial de 10 kg.

Se deben tomar las cargas que producen las siguientes deformaciones, 1.2, - 2.5 ..... y 12.70 mm.

La carga registrada para la penetración de 2.54 mm., se expresa como un porcentaje de la carga estandar de 1,360 kg., y si la prueba estuvo bien ejecutada el porcentaje así obtenido es el valor relativo de soporte.

Los datos de la carga para la penetración dada, sirven para trazar una curva, penetración-carga, y definir si la prueba estuvo bien ejecutada o es necesario corregirla.

## PRUEBA MODIFICADA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA DIFERENTES GRADOS DE COMPACTACION.

Se refiere esencialmente a una prueba de proyecto, es decir, que los resultados obtenidos con ella al hacer la prueba del material provenientes de bancos de terracerías, deberán ser verificados en la construcción a fin de comprobar dichos resultados o hacer las correcciones necesarias de acuerdo con los nuevos datos. Tiene aplicación esta prueba cuando ya se construyó el sub-balasto y se considere que los suelos que los forman son susceptibles de adquirir mayor humedad que pueden originar una disminución apreciable del valor relativo de soporte.

Se presentan 4(cuatro) casos principales.

- 1.- Suelos cuya estructura vaya a ser alterada por compactación o remoción, que además permitan la incorporación uniforme del agua y la manipulación en el laboratorio.
- 2.- Suelos cuya estructura vaya a ser alterada por compactación o remoción, que además permitan la incorporación y distribución uniforme del agua y manipulación en el laboratorio.

Si la vía se localiza en una región de precipitación media y está mal drenado, la prueba se efectuará a diversas compactaciones, aumentando la humedad de prueba, desde la humedad óptima, hasta una humedad de 3% mayor de la óptima, o sea; para una compactación del 100%, se utilizará la humedad óptima, para 95%, la humedad óptima, más 1.5%, y las compactaciones de 90% a 75%, la humedad óptima deberá incrementarse en 3.0%.

- 3.- Suelos cuya estructura no vaya a ser alterada por compactación, que permita la manipulación del laboratorio o la incorporación uniforme del agua, cuando se considere que son susceptibles de adquirir mayor humedad que ocasione una disminución apreciable de su resistencia a la carga que le son transmitidas por las capas superiores.

Si la obra esta localizada en una región de precipitación baja o media sin buen drenaje, la prueba deberá efectuarse al peso volumétrico del lugar y con una humedad igual a la óptima de compactación.

- 4.- Suelos cuya estructura no vaya a ser alterada por remoción o compactación, que permitan su manipulación en el laboratorio y la incorporación de agua uniforme, cuando se considere que son susceptibles de adquirir mayor humedad que ocasione una disminución apreciable de su resistencia a las cargas que le son transmitidas por las capas superiores.

Si la obra se encuentra en regiones de alta precipitación o está mal drenada, la prueba se hará al peso volumétrico seco del lugar y, con la humedad que le corresponda al grado de compactación alcanzado de acuerdo con las siguientes recomendaciones. Si el suelo se encuentra al 100% de compactación, se usará para la prueba la humedad óptima; si se encuentra a una compactación entre 75% y 90%, la humedad de prueba será de 3%, superior a la óptima.

## PRUEBA DIRECTA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE EN EL LUGAR.

Se aplica únicamente a suelos que estén formando terracerfas o del terreno natural y cuya estructura no vaya a ser alterada por compactación; si se considera que al tiempo de hacer la prueba contiene ya la mayor humedad que son susceptibles de adquirir de acuerdo con las condiciones locales de drenaje y precipitación pluvial.

#### PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE EN MUESTRAS INALTERADAS.

Esta prueba se aplica en el mismo caso anterior, salvo que se trate de suelos sin cohesión o con agregados gruesos que impidan la obtención de la muestra inalterada; así como el labrado de la prueba.

#### PRUEBA DE COMPACTACION DINAMICA ASTHO ESTANDAR.

Esta consiste en determinar el peso específico máximo y la humedad óptima en suelos que se emplean en la construcción de terracerfas. Se preparan especímenes utilizando una misma muestra de material y diferentes contenidos de humedad, compactándolas mediante impactos, para determinar el peso específico máximo y la humedad óptima, teniendo 3 (tres) variantes.

- a) Para materiales que pasan la malla N° 4 y se compactan en moldes de 101.6 mm., (4") de diámetro interior.
- b) Solo cambia el diámetro a 6" (152.4 mm.).
- c) Esta variante utiliza material retenido en la malla N° 4, se utiliza la fracción -- que pasa la malla (3/4") 19.0 mm. y se compacta en molde de 101.6 mm., (4") de diámetro interior.

La compactación de los especímenes se efectúa en 3 capas, dándole a cada capa 25 golpes para la variante "a" y "c" y 56 para la variante "b", con una altura de caída de 30.5 cm., y un pistón metálico de 2.5 kg., esta prueba es muy similar a la proctor.

#### PRUEBA DE COMPACTACION MODIFICADA ASTHO.

Esta es similar a la prueba estándar ASTHO, con la variante de altura de -- caída de 45.72 cm., (18") y el pistón de 4.5 kg.

#### Obtención de Pesos Volumétricos.

Peso volumétrico húmedo de un suelo, es el peso del agua y el peso de las partículas sólidas, contenidas en las unidades de volumen.

Peso volumétrico seco de un suelo, es el peso de las partículas sólidas contenidas por unidad de volumen.

Peso volumétrico suelto, es el peso del material que ha sido secado a peso constante en un horno a una temperatura de 100 - 110°C.

#### DETERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION.

Consiste en determinar el grado de acomodo que tienen las partículas de un

suelo en su estado natural o un material sometido a un procedimiento de construcción y que está formando parte de una estructura. Se relaciona el peso volumétrico seco del lugar, con su correspondiente peso específico máximo, y sirve para estimar la posibilidad de que dicho material sufra reacomodamientos, así como para ver si cumple con las normas de construcción respectivas.

El grado de compactación se determina como sigue :

- Se obtiene el peso específico del material seco máximo.
- Se obtiene el peso específico del material en el lugar, siguiendo uno de los métodos descritos anteriormente, así como la determinación de su humedad.
- Se calcula el peso específico del material en el lugar.

$$\gamma_{d1} = \frac{\gamma_{m1}}{100 + W_1}$$

$\gamma_{m1}$  = Peso específico en el lugar del material húmedo en kg/m<sup>3</sup>.

$W_1$  = Contenido de agua del material en el lugar (%).

- El grado de compactación será :

$$G_c = \frac{\gamma_{d1}}{\gamma_{dm}} \times 100$$

$\gamma_{dm}$  = Peso específico seco máximo del material (kg/m<sup>3</sup>).

#### DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA.

Estos procedimientos consisten en conocer las variaciones de volumen, debido al cambio en el acomodo de sus partículas, este coeficiente de variación volumétrica se expresa en forma decimal y sin unidades, utilizándose en los materiales que están formando bancos, préstamos, etc. Y también con el objeto de acarrear volúmenes abundados y reducciones de volumen cuando se aplica el tratamiento de compactación.

Los coeficientes de variación son : de estado natural del material a suelo; de estado natural a compacto y de estado suelto a compacto. En el primer caso es la relación del volumen del material en estado suelto, respecto al mismo en estado natural, obteniéndose en la forma siguiente :

- Se determina el peso específico en el lugar al material en estado natural así como su humedad ó contenido de agua.
- Se determina el peso específico del material en estado suelto y su humedad.
- Se calculan los pesos específicos secos de los materiales en los 2 (dos) estados.

$$\gamma_{dn} = \frac{\gamma_{mn}}{100 + W_n} \times 100$$

$$\gamma_{ds} = \frac{\gamma_{ms}}{100 + W_s} \times 100$$

Entonces el coeficiente de variación volumétrica del material de estado natural a

suelto.

$$Cns = \frac{Pdn}{Pds}$$

En forma análoga se calculan los otros 2 (dos) casos.

Todo lo anterior, expuesto someramente, es lo que se debe realizar para un estudio Geotécnico.

Para este trabajo se realizó un estudio Geotécnico a lo largo del tramo: El Ahorcado - La Griega, de la Línea Férrea México - Qro., así como de los - - - bancos de materiales a utilizarse, el cual aparece a continuación:

# ESTUDIO GEOTECNICO

EL AHORCADO - LA GRIEGA  
Km 216 000 - Km 222 000  
VIA FERREA  
MEXICO - QUERETARO

## EXPLORACION

Con el propósito de determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo, se efectuaron 12 pozos a cielo abierto, excavados a 2.50 m de profundidad y distribuidos a cada 500 m a lo largo de la línea de proyecto.

Durante la ejecución de los pozos se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas, las que se enviaron al laboratorio, para efectuar en ellas los ensayos necesarios.

En las Figs. 1 y 2 se muestra un croquis de la localización del tramo estudiado y de los pozos excavados.

## LABORATORIO

A las muestras obtenidas se les determinó su contenido de agua y se les clasificó de acuerdo con el S.U.C.S., en base a pruebas índice, tales como: límites de plasticidad y granulometrías.

En las Figs. 3 a 4 se muestra el perfil estratigráfico de cada pozo excavado.

En el caso de formación de terraplén, en cañadas profundas, donde el equipo de construcción no pueda penetrar, se harán los rellenos a volteo, hasta ser posible la compactación en capas.

A dichas compactaciones se les dará la humedad óptima, ya sea en el préstamo ó en el camino.

La capa sub-rasante, tendrá un espesor mínimo de 30 cms., debiendo compactarse el material a 95 ó 100%, según se indique en el proyecto.

#### TOLERANCIAS GEOMETRICAS EN LOS TERRAPLENES.

- 1.- Niveles de sub-rasante  $\pm$  3 cms.
- 2.- Ancho de corona, al nivel de sub-rasante + 10 cms.

#### b.- ESPECIFICACIONES.

Se puede definir a las especificaciones como "La descripción detallada de características y condiciones mínimas de calidad que debe reunir un producto.

Para este trabajo se tomaron como base Las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, parte segunda, 4a. Edición, que a continuación se describirán.

##### I.- DESMONTE.

##### 8-01.- DEFINICION

8-01.1.- Despeje de la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes:

- 1.- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- 2.- Roza, que consiste en quitar la maleza, hierba, zacate ó residuos de las siembras.
- 3.- Desentraice, que consiste en sacar los troncos ó tocones con raíces ó cortando éstas.
- 4.- Limpia y quema, que consiste en retirar el producto del desmonte al lugar que indique la Secretaría, estibarlos y quemar lo no utilizable, a criterio de la propia Secretaría.

##### 8-04.- EJECUCION.

8-04.1.- Para fines de desmonte, se consideran en estas especificaciones los siguientes tipos de vegetación:

- 1.- Manglar
- 2.- Selva y bosque
- 3.- Monte de regiones áridas ó semi-áridas.
- 4.- Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas ó de pastizales.

En muestras alteradas representativas se efectuaron ensayos de compactación tipo Proctor estándar.

Además en muestras inalteradas, se efectuaron ensayos de valor relativo de Soporte y de Expansión bajo carga.

Los resultados de estas pruebas se presentan en las Figs. 15 a 23.

En la tabla No. 1 se resumen las propiedades índice de las muestras inalteradas y en la No. 2 los resultados de las pruebas de Expansión bajo carga.

#### ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

El predio estudiado se encuentra en una zona plana y practicamente horizontal, cuya estratigrafía es relativamente homogénea, a saber:

Superficialmente existe una capa de arcilla arenosa negra, orgánica, cuyo espesor es de aproximadamente 0.30 m. Esta capa es de mala calidad y se debe eliminar de las terracerías.

Subyace un manto limo arenoso y/o arcillo arenoso, color café claro, cuyo contenido de agua es del orden del 20%.

El límite líquido varía de 40 a 60%, su peso volumétrico seco máximo promedio en los ensayos Proctor resultó de -----  
1360 kg/m<sup>3</sup>, con humedad óptima promedio de 32%.

En lo que respecta a las pruebas de Expansión bajo carga, los valores obtenidos son 2% de expansión sin sobrecarga. Para las

8-04.2.- La vegetación tipo manglar es la constituida predominantemente por manglar y demás especies de raíces aéreas, típicas de los esteros y pantanos de los climas cálidos.

8-04.3.- La vegetación tipo selva es la constituida predominantemente por árboles típicos de las zonas bajas y cálidas; son ejemplos de vegetación selvática, las siguientes variedades: palmeras, amates, chicozapotes, celbas, caobas, mangos, cedros, parotas, cerones, chacas y chijoles. La vegetación tipo bosque es la constituida predominantemente por árboles típicos de las zonas altas de clima templado o frío; son ejemplos de vegetación de zonas boscosas, las siguientes variedades: pinos, madroños, oyemeles, abedules, piñoneros, encinos y eucaliptos.

8-04.4.- La vegetación de monte de regiones áridas o semi-áridas, es constituida predominantemente por árboles de poca altura y diámetro reducido y por arbustos. Ejemplos de esta vegetación son: mezquites, pirules, tejocotes, huizaches y espinos.

8-04.5.- La vegetación de monte de regiones desérticas, zonas cultivadas y de pastizales, se caracteriza por estar constituida predominantemente por cactáceas, vegetación de sembradío o zacatales respectivamente. Ejemplos de este tipo de vegetación son: sahuaros, órganos, nopales, biznañas, candelillas, guayules, gobernadoras, ocotillos, mezquitillos, pitahayas, y magueyes; sembradíos de maíz, trigo, arroz, cebada, y caña; zacate y herbáceas.

8-04.6.- Las operaciones de talar, rozar, limpiar y quemar, como se definen en este capítulo, se ejecutarán en todo o en parte del derecho de vía, según lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría; igualmente se ejecutarán estos trabajos en la superficie limitada por las líneas trazadas cuando menos a un (1) metro fuera de los ceros de los canales y contracunetas y de las zonas que limitan los préstamos, bancos y otras superficies fuera del derecho de vía, que la Secretaría ordene desmontar. Estos trabajos deberán ejecutarse de manera que se asegure que toda la materia vegetal proveniente del desmonte quede fuera de las zonas destinadas a la construcción.

8-04.7.- La operación de desenraizar como se define en este capítulo se ejecutará, por lo menos, en las superficies limitadas por líneas trazadas a un (1) metro fuera de los ceros para: cortes, terraplén con espesor menor de un (1) metro, canales y contracunetas; y zonas de préstamos, bancos y otras superficies en que la Secretaría ordene que se efectúe el desenraice. Este trabajo deberá ejecutarse de tal manera que se asegure la eliminación completa de la materia vegetal, para que no se revuelva con el material destinado a la construcción.

8-04.8.- Las operaciones de desmonte podrán hacerse a mano o con máquina. Cuando se hagan a mano, el corte de los árboles deberá quedar a una altura máxima sobre el suelo de setenta y cinco (75) centímetros y el de los arbustos a cuarenta (40) centímetros, excepto en las superficies en que deba efectuarse el desenraice. Las ramas de los árboles situadas fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, deberán ser cortadas como lo indique la Secretaría.

probetas con  $0.124 \text{ Kg/cm}^2$  de sobrecarga, las expansiones resultaron del 1% y para sobrecarga de  $0.250 \text{ Kg/cm}^2$  se obtuvieron 3 probetas con expansiones del 1% y en 2 de ellas, asentamientos del 1%.

En general los resultados obtenidos corresponden a suelos de ~~nula a baja~~ expansividad.

### CONCLUSIONES

Considerando la estratigrafía del subsuelo en el tramo estudiado y los resultados de las pruebas de laboratorio, se puede concluir que: previa eliminación de la capa de arcilla arenosa negra de 30 cm de espesor, se pueden desplantar los terraplenes sobre el limo arenoso y/o arcillo arenoso café claro e incluso este material se puede utilizar como material de préstamo lateral para la formación del cuerpo del terraplen.

En la Fig. 24 se muestra una sección en terraplen, indicando las especificaciones que debe cumplir cada una de las capas que constituyen dicho terraplen.

8-04.9.- Todo el material aprovechable proveniente del desmante, deberá ser estibado en los sitios que indique la Secretaría; la materia vegetal no utilizable, salvo indicación en contrario de la Secretaría, deberá ser quemada tomando las providencias necesarias para no provocar incendios en los bosques. En caso de que la quema, por seguridad para bosques ó propiedades vecinas ó por cualquier otro motivo, no pueda hacerse antes de que se inicie el ataque de las terracerfas, el material destinado a ser eliminado en esta forma, se depositará en los lugares y como lo indique la Secretaría; en su oportunidad, será quemado.

8-04.10.- El desmante deberá estar terminado cuando menos un (1) kilómetro adelante del frente de ataque de las terracerfas. La Secretaría fijará, de acuerdo con los programas de obra, la longitud máxima del tramo por desmontar.

8-04.11.- El proyecto y/o la Secretaría indicarán los árboles ó arbustos que deberán respetarse; en este caso, el Contratista deberá tomar las providencias necesarias para no dañarlos y únicamente se cortarán las ramas que quedan a menos de ocho (8) metros sobre la corona de la carretera, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol.

8-04.12.- Los daños y perjuicios a propiedad ajena, ocasionados por trabajos de desmante ejecutados indebidamente, dentro ó fuera del derecho de vía, serán de la responsabilidad del Contratista.

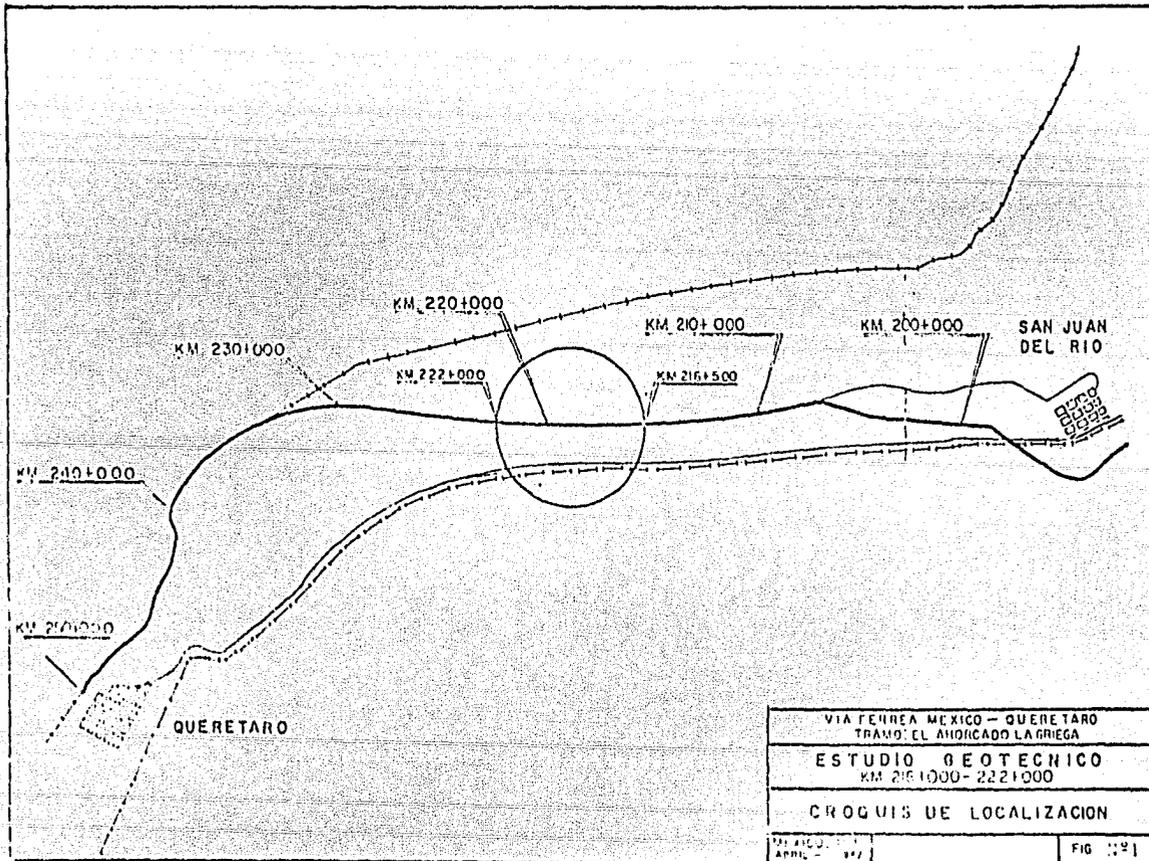
8-04.13.- Cuando exista material aprovechable producto del desmante, tal como árboles y arbustos, la Secretaría gestionará de las autoridades competentes, que dicho material quede en beneficio del propietario afectado, reconociendo la Secretaría que esos materiales, cuando no exista propietario, pasen a poder de la dependencia del Ejecutivo que le corresponda atender este aspecto, según las disposiciones legales en vigor. Si la Secretaría necesitase la madera para la obra, hará las gestiones que se requieran.

#### 8-05.- MEDICION.

8-05.1.- El desmante se medirá tomando como unidad la hectárea. El resultado se considerará con una (1) decimal.

8-05.2.- Previamente al desmante, la superficie por demontar se dividirá en tramos de características de vegetación semejante, según los tipos indicados en la cláusula 8-04.

8-05.3.- Los tramos con vegetación correspondiente a los párrafos 8-04.1B) y 8-04.1C), se dividirán en sub-tramos con densidad de vegetación sensiblemente uniforme. En los tramos con vegetación correspondiente a los párrafos 8-04.1A) y 8-04.1D), la densidad se considerará como del cien por ciento (100%) independientemente de lo poblado del manglar, del monte, de los sembrados y de los pastizales y en estos casos no se hará la división en sub-tramos.



VIA FERREA MEXICO - QUERETARO  
 TRAMO: EL AMORCADO LA GRIEGA

ESTUDIO GEOTECNICO  
 KM 216+000 - 222+000

CROQUIS DE LOCALIZACION

EST. GEO. 1972  
 APRIL 1972

FIG. 112

8-05.4.- La densidad de vegetación, para el desmonte a que se refiere el párrafo 8-04.1B), se determinará en cada sub-tramo, relacionando la sección neta total de madera de los troncos de árboles y arbustos por hectárea, con la densidad máxima del cien por ciento (100%), correspondiente a cien (100) metros cuadrados de sección neta de madera por hectárea. La sección neta de cada árbol se determinará a uno punto cincuenta (1.50) metros y la de los arbustos a sesenta (60) centímetros, de altura sobre el nivel del suelo.

8-05.5.- La densidad de vegetación, para el desmonte a que se refiere el párrafo 8-04.1C) se determinará en cada sub-tramo, relacionando la sección neta total de madera de los troncos de árboles y arbustos por hectárea, con la densidad de cien por ciento (100%), correspondiente a cincuenta (50) metros cuadrados de sección neta de madera por hectárea. La sección neta de cada árbol se determinará a uno punto cincuenta (1.50) metros y la de los arbustos a sesenta (60) centímetros, de altura sobre el nivel del suelo.

8-05.6.- No se medirá el desmonte de las áreas que el Contratista haya desenraizado contraviniendo lo fijado en el proyecto y/o por la Secretaría.

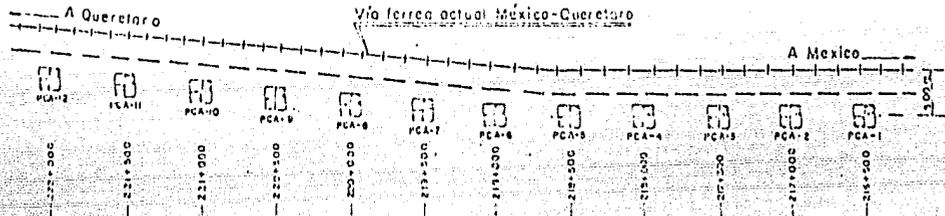
8-06.7.- En el caso de que la quema de material vegetal no aprovechable, depositado en el lugar fijado por la Secretaría, no haya podido ejecutarse de inmediato, se medirá únicamente un avance del noventa por ciento (90%) del desmonte ejecutado. Cuando se haga la quema y se determinen totalmente los trabajos del desmonte, se medirá el diez por ciento (10%) faltante.

8-05.8.- El desmonte por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad la hectárea. No se dividirá el desmonte en tramo con características de vegetación semejante según su tipo, ni en sub-tramos con densidad de vegetación sensiblemente uniforme, ni se determinará la densidad de vegetación en los sub-tramos. El resultado se considerará con una (1) decimal.

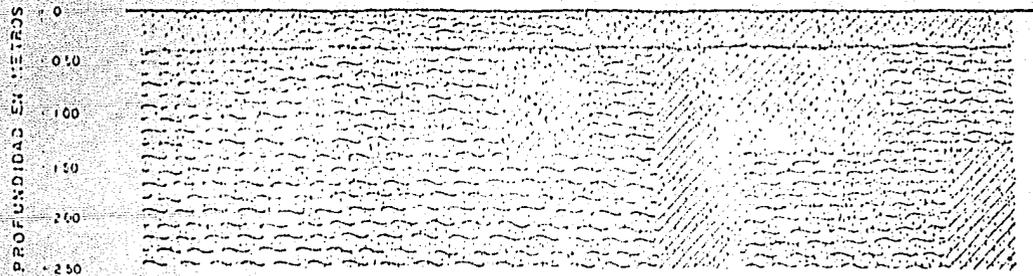
#### 8-06.- BASE DE PAGO.

8-06.1.- El desmonte se pagará a los precios fijados en el contrato para la hectárea con densidad de cien por ciento (100%), de cada uno de los tipos de vegetación a que se refiere el inciso 8-04.1. Estos precios unitarios incluyen todos los trabajos necesarios para ejecutar las operaciones de tala, roza, desenraice, limpia y quema.

8-06.2.- El pago del desmonte, por unidad de obra terminada, es decir sin clasificar la vegetación, comprendiendo uno, algunos o todos los tipos de vegetación indicados en el inciso 8-04.1, independientemente de la proporción y densidad en que intervenga cada uno de ellos, se hará el precio fijado en el contrato para la hectárea. Este precio unitario incluye todos los trabajos necesarios para ejecutar las operaciones de tala, roza, desenraice, limpia y quema.



PLANTA ESC. HOR. 1:30000



ESC. VER. 1:50 CORTE ESTRATIGRAFICO

SIMBOLOGIA

- POZO A CILINDRO ABLENTO
- ANQUELLA
- VIA FERREA ACTUAL
- VIA FERREA EN PROYECTO
- AREA

VIA FERREA MEXICO - QUERETARO TRAMO EL ANQUELLADO LAGUEGA	
ESTUDIO GEOTECNICO KM 212+000 - 222+000	
LOCALIZACION DE SONDEOS Y PERFIL ESTRATIGRAFICO	
MEXICO, D. F. AÑO 1962	FIG. N° 2

## II.- CORTES.

### 9-01.- DEFINICION.

9-01.1.- Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes en derrumbes, en escalones y en despalmes de cortes ó para el desplante de terraplenes, con objeto de preparar y/o formar la sección de la obra, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

### 9-02.- MATERIALES

9-02.1.- Los materiales de cortes, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasificarán tomando como base los tres (3) tipos siguientes:

Material "A"  
Material "B"  
Material "C"

9-02.2.- Material "A" es el blando ó suelto, que puede ser eficientemente excavado con escropa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas, de noventa (90) a ciento diez (110) caballos de potencia en la barra, sin auxilio de arados ó tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos.

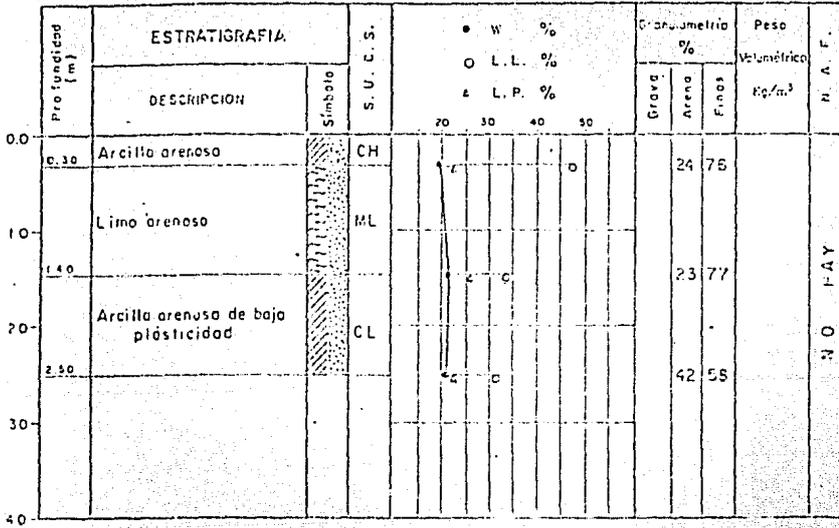
Además, se consideran como material "A", los suelos poco ó nada cementados, con partículas hasta de siete punto cinco (7.5) centímetros (3"). Los materiales más comunmente clasificables como Material "A", son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

9-02.3.- Material "B" es el que, por la dificultad de extracción y carga, solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable, de ciento cuarenta (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra, ó con pala mecánica de capacidad mínima de un (1) metro cúbico, sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilicen estos para aumentar el rendimiento; ó bien, que pueda ser aflojado con arado de seis (6) toneladas jalado con tractor de orugas, de ciento cuarenta (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra. Además, se consideran como Material "B", las piedras sueltas menores de setenta y cinco (75) centímetros y mayores de siete punto cinco (7.5) centímetros (3"). Los materiales más comunmente clasificables como Material "B", son las rocas muy alteradas, conglomeradas medianamente cementadas, areniscas blandas y tapetates.

9-02.4.- Material "C" es el que, por su dificultad de extracción, solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos; además también se consideran como material "C", las piedras sueltas con una dimensión mayor de setenta y cinco (75) centímetros. Entre los materiales clasificables como Material "C", se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomeradas fuertemente cementadas, calizas, riolitas, gran --

# P. C. A. I

LOCALIZACION : KM. 216+500



## SIMBOLOGIA

-  RELLENO
-  ARCILLA
-  LIMO
-  ARENA
-  GRAVA

VIA FERREA DEL ILO - OCUAYARU	
TRAMO II ANCHASOLA-GREGA	
<b>ESTUDIO GEOTECNICO</b>	
RM 1164000-7274000	
<b>PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>	
MEXICO, D. F.	FIG. N.º
AÑO 1972	

los y andesitas sanas.

9-02.5.- A los materiales que presentan mayor dificultad de extracción que los descritos como Material "A", pero menor que los descritos como Material "B", y a los que presentan mayor dificultad de extracción que los descritos como Material "B", pero menor que los descritos como Material "C", se les fijará una clasificación intermedia, de acuerdo con la dificultad que hayan presentado para su extracción y carga, asignando porcentajes de Material "A" y "B" ó "B" y "C" respectivamente, en proporción con las características medias del material de que se trate.

9-02.6.- En la clasificación de materiales se observarán las siguientes disposiciones:

A.- Para clasificar un material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción y carga, asimilándolo al que corresponda de los Materiales "A", "B" ó "C", siempre se mencionarán los tres (3) tipos de material, para determinar claramente de cuál se trata, así por ejemplo, un suelo poco ó nada cementado, con partículas menores de siete punto cinco (7.5) centímetros, se clasificará 100-0-0, correspondiendo la primera cifra Material "A" y los ceros a los Materiales "B" y "C". Para un material que presente mayor dificultad de extracción que el material "A", pero menor que el material "B", deberá apreciarse la clasificación intermedia que le corresponda, asignándole el porcentaje de Material "A" y "B" de acuerdo con su menor ó mayor dificultad de extracción y carga; así por ejemplo, un material precisamente intermedio se clasificará 50-50-0. Un material que en condiciones semejantes se encontrará entre los Materiales "B" y "C", se clasificará 0-50-50.

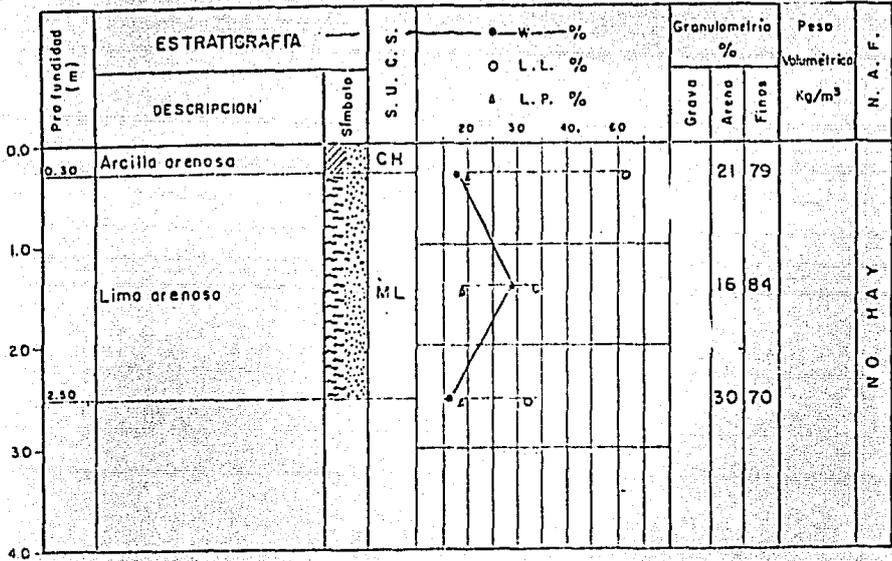
B.- Si el corte por clasificar está compuesto por materiales de diferente grado de dificultad para su extracción cuando muestran separación definida, cada material se clasificará por separado, tomando en cuenta los volúmenes parciales; posteriormente se computará la clasificación general resultante para el volumen total, considerando siempre los tres (3) tipos de material "A", "B", y "C". Así por ejemplo, una capa de material "A" que corresponde a una clasificación 100-0-0, con volumen equivalente al treinta por ciento (30%) del total, colocada sobre material que represente una clasificación en el promedio entre "B" y "C", ó sea 0-50-50, el volumen total se clasificará 30-35-35. Si en el mismo caso, el material anterior es "C", ó sea 0-0-100, la clasificación general resultante será 30-0-70 y si es "B", ó sea 0-100-0, se clasificará el volumen total 30-70-0.

C.- Cuando no sea posible hacer la clasificación separada de cada uno de los materiales encontrados, se fijará a todo el volumen del corte una clasificación representativa de la dificultad de extracción y carga, considerando siempre los tres (3) Materiales "A", "B" y "C", aún cuando para alguno de ellos corresponda cero (0).

9-02.7.- Cuando el corte de clasificar esté formado por Material "C", alternando en capas ó con bolsas de otros de menor clasificación, en proporción tal que el Material "C" constituya por lo menos el setenta y

# P. C. A. 2.

LOCALIZACION : KM. 217+000



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA TIERRA MEXICO - QUERETANO	
TRAMO EL AMERICANO A GICSA	
ESTUDIO GEOTECNICO	
KM 216+000 - 222+000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
ENCARGADO DEL ESTUDIO	FIG. N° 1

cinco por ciento (75%) del volúmen total, el conjunto se considerará como Material "C". En aquellos casos en que la disposición de los materiales y el espesor de sus capas sea tal que permita atacarlos con eficiencia aisladamente, los distintos volúmenes se clasificarán por separado, aún cuando el volúmen del Material "C" sea igual ó mayor que el setenta y cinco por ciento (75%) del volúmen total del corte por clasificar.

### 9-03.- EJECUCION.

9-03.1.- El equipo de construcción deberá ser previamente autorizado por la Secretaría. Cuando los cortes se paguen por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización mencionada.

9-03.2.- Cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, se despalmará el sitio de los cortes, desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuada para la congtrucción de los terraplenes. Los despalmes se ejecutarán solamente en Material "A". El material producto del despalme siempre se desperdiciará, colocándolo en el lugar que indique la Secretaría.

9-03.3.- Las excavaciones en los cortes se ejecutarán siguiendo un sigtema de ataque que facilite el drenaje del corte. Cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, las cunetas se construirán con la oportunidad necesaria y en tal forma que su desague no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes; las contracunetas cuando las indique el proyecto y/o ordene la Secretaría, deberán hacerse simultáneamente con los cortes. Iguales disposiciones se observarán cuando se trate de trabajos resultantes de la modificación de los cortes, en una terracería existente.

9-03.4.- Los materiales obtenidos de los cortes se emplearán en la formación de terraplenes ó se desperdiciarán, como lo indique el proyecto y/o lo ordene la Secretaría.

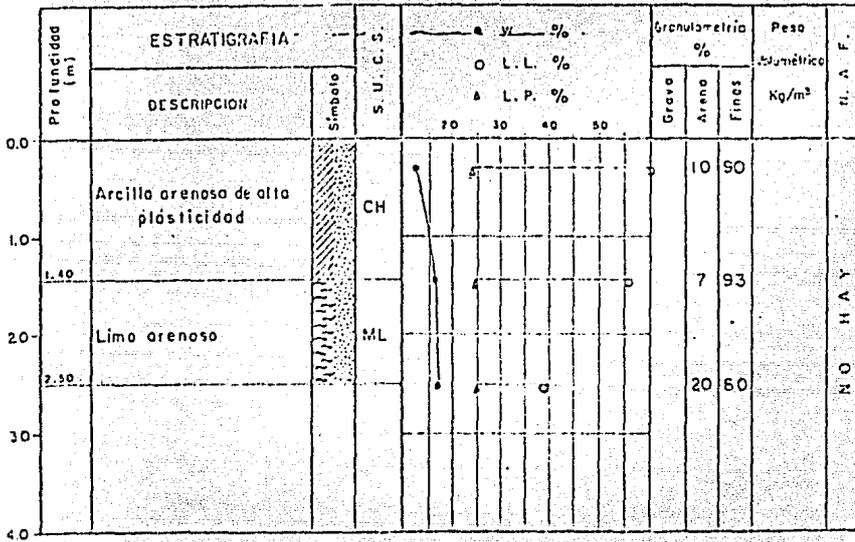
9-03.5.- Todas las piedras flojas y material suelto de los taludes, se rán removidos.

9-03.6.- Al hacer los cortes, particularmente cuando se empleen explosivos, se evitará hasta donde sea posible aflojar el material en los taludes más allá de la superficie teórica fijada en el proyecto y/o ordenada por la Secretaría. En caso de no ser así ó de que existan defectos de construcción, todo el material que se derrumbe ó se encuentre inestable en los taludes será removido y reparada la obra como lo ordene la Secretaría.

9-03.7.- En los cortes en Material "C" y cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría en los que se realicen en Materiales "A" y/o "B", la excavación se hará hasta una profundidad media de treinta (30) centímetros abajo de la sub-rasante de proyecto, para formar la cama, no de biendo quedar salientes de roca a menos de quince (15) centímetros abajo de la sub-rasante; en casos especiales, la Secretaría podrá aumentar y/o

# P. C. A. 3

LOCALIZACION : KM. 217 + 500



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FERREA MEXICO - GUATEMALA  
 TRAMO EL ANCHASTLAN - LA PAZ

**ESTUDIO GEOTECNICO**  
 PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PROYECTO: [ ]      FIG. [ ]

disminuir la profundidad media de la sobre-excavación. Todo el material proveniente de la excavación adicional abajo de la sub-rasante, deberá acarreararse fuera del corte y depositarse en el lugar que indique la Secretaría.

9-03.8.- Antes de iniciar los cortes en los tramos de terracerías compensadas, la construcción de alcantarillas y/o muros de sostenimiento siempre deberá haberse terminado dentro de los quinientos (500) metros contiguos adelante de cada frente de ataque. La Secretaría fijará la longitud que juzgue necesaria, para casos que considere especiales.

9-03.9.- En los tramos de terracerías compensadas, antes de efectuar préstamos de ajuste, deberán vaciarse totalmente los cortes, utilizando todo el material aprovechable en la formación de terraplenes. La Secretaría fijará los tramos que se excluyan de lo indicado en este inciso, para casos que considere especiales.

9-03.10.- En laderas lisas cuya pendiente transversal sea igual ó mayor de veinticinco por ciento (25%), para obtener una buena liga entre los terraplenes y el terreno natural y con el fin de evitar deslizamientos, se construirán escalones dentro del área donde se apoyen los terraplenes, de acuerdo con lo indicado en el proyecto y/o lo ordene la Secretaría. Los escalones tendrán una plantilla de dos punto cincuenta (2.50) metros cuando se excaven en Material "A" ó "B", cuando se excaven en material "C", el proyecto y/o la Secretaría indicarán en cada caso la dimensión de la plantilla.

9-03.11.- El despalme del área de desplante de los terraplenes se ejecutará, cuando sea necesario en los tramos de terracerías compensadas antes de iniciar la construcción de los mismos, removiendo los materiales inadecuados hasta la profundidad fijada; el despalme deberá haberse terminado dentro de los quinientos (500) metros contiguos adelante de cada frente de ataque de las terracerías. El material producto del despalme siempre se desperdiciará colocándolo en el lugar que indique la Secretaría. El despalme se ejecutará solamente en Material "A".

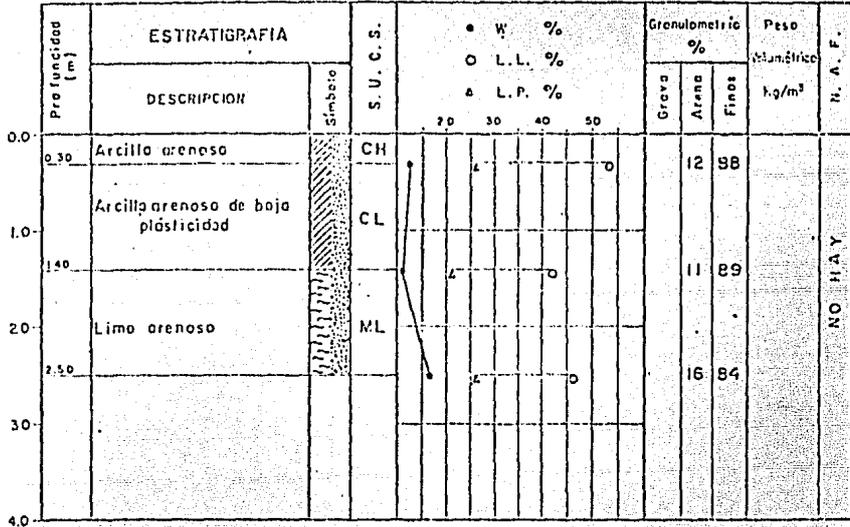
9-03.12.- Todos los derrumbes serán removidos por el Contratista en la forma y momento que ordene la Secretaría, macizando los taludes.

9-03.13.- Para dar por terminado un corte al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría, dentro de las tolerancias que se indican a continuación.

- A) Ancho de la corona, al nivel de la capa sub-rasante,  
del centro línea a la orilla..... + 10 cm.
- B) Salientes aisladas, con respecto a la superficie topográfica del talud.
- 1) En material "A" ó "B" ..... 10 cm.
  - 2) En material "C" ..... 50 cm.

# P. C. A. 4

LOCALIZACION : KM. 218+000



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA TIERRA A MEXICO - GUATEMALA  
 TRAMO EL ANGELOLA GRUPO  
 ESTUDIO GEOTECHNICO  
 KM 218+000 - 222+000  
 PERFIL ESTRATIGRAFICO  
 FIG. N° 1

#### 9-04.- MEDICION.

9-04.1.- Los conceptos de obra a que se refiere este capítulo se medirán tomando como unidad el metro cúbico. En ningún caso se considerará abundamiento. El resultado se redondeará a la unidad.

9-04.2.- Para los volúmenes producto del despalme de cortes y del despalme para desplante de terraplenes se considerarán los volúmenes que indique el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados por la Secretaría.

9-04.3.- Para los volúmenes de cortes, los adicionales excavados abajo de la sub-rasante, los de ampliación y/o abatimiento de taludes de cortes y los de rebajes en la corona de cortes y/o de terraplenes existentes se consideran los volúmenes que indique el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados por la Secretaría. Se determinarán los volúmenes correspondientes a cada uno de los Materiales "A", "B" y "C".

9-04.4.- Los volúmenes de los escalones excavados en laderas se cubirán en la excavación misma, por medio de seccionamiento y siguiendo el método del promedio de áreas extremas.

9-04.5.- Para la ampliación y/o abatimiento de taludes de cortes y las modificaciones de sub-rasante, profundizando un corte ó rebajando un terraplén, se tomará en cuenta lo siguiente:

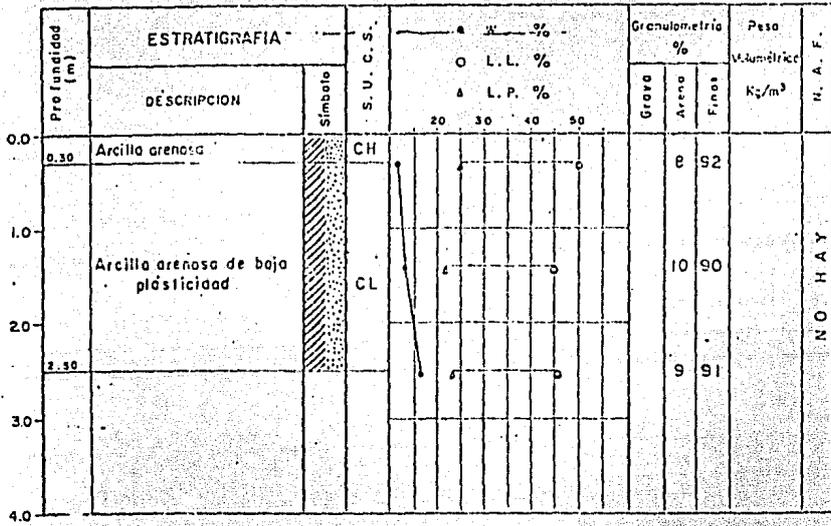
A) Cuando se amplie lateralmente un corte ya vaciado hasta el talud de proyecto en una obra en proceso ó en cortes ya existentes de una obra atacada con anterioridad, solamente se medirán como ampliación de volúmenes excavados cuando la distancia entre el talud actual del corte y del nuevo proyecto medio horizontalmente a la altura del piso de la obra en proceso ó de la cama del corte existente, sea igual ó menor de tres (3) metros.

B) Cuando se abatan los taludes de un corte ya vaciado hasta los taludes de proyecto en una obra en proceso ó de cortes ya existentes en una obra atacada con anterioridad, siempre se medirán como abatimiento los volúmenes resultantes, cualesquiera que sean las dimensiones del mismo.

C) Cuando se modifique la sub-rasante profundizando un corte ó rebajando un terraplén ya iniciados ó terminados, solamente se medirán como excavaciones abajo de la sub-rasante ó rebaje de terraplenes, los volúmenes excavados si la distancia vertical entre la sub-rasante del nuevo proyecto y la actual de la construcción, medida en el nuevo eje de la obra sea menor de veinte (20) centímetros, en materiales con clasificación igual ó menor que cero cien cero (0-100-0), ó de uno punto veinte (1.20) metros si se trata de materiales con clasificación mayor.

# P. C. A. 5

LOCALIZACION : KM. 218+500



## SIMBOLOGIA

-  RELLENO
-  ARCILLA
-  LIMOS
-  ARENA
-  GRAVA

VIA FERREA MEXICO - QUERETARO  
 TRAMO EL ZARZARON DE BARRA  
 ESTUDIO GEOTECNICO  
 PM 218+000 - 218+100  
 PERFIL ESTRATIGRAFICO

D) No se medirán como ampliación y/o abatimiento de taludes, como excavaciones abajo de la sub-rasante ó como rebaje de terraplenes aquellos volúmenes ya previstos en el proyecto, antes de haber iniciado las excavaciones, cualesquiera que sea el espesor del corte y la forma de la sección. Tampoco se considerarán como tales, los volúmenes provenientes de la construcción ó la modificación de escalones ó la extracción de derrumbes.

E) Cuando en una misma sección, la modificación a un corte en proceso de construcción ó ya existente, implique que éste debe ampliarse lateralmente y profundizarse hasta la nueva sección de proyecto, se dividirán las áreas mediante una horizontal que parta del piso actual del corte en construcción ó del fondo de la cuneta del corte ya existente, respectivamente, y solo se medirán como ampliación y/o abatimiento de taludes de acuerdo con los párrafos 9-04.5A) y 9-04.5B), los volúmenes correspondientes a la modificación lateral hasta dicha horizontal. Los volúmenes correspondientes a profundizar el corte a partir de esa horizontal se medirán como excavaciones en corte ó como modificación de sub-rasante, tomando en cuenta lo indicado en el párrafo C) de este inciso.

9-04.6.- Para efectos de medición, los materiales de cortes, escalones ampliación y/o abatimiento de taludes de cortes, rebajes en la coronación de cortes y/o terraplenes existentes, se clasificarán en la propia excavación por estaciones.

9-04.7.- Para fines de estimación mensual de trabajos, podrá hacerse apreciación parcial del avance en la excavación del volumen de una estación, solamente cuando éste sea mayor de cuatrocientos (400) metros cúbicos.

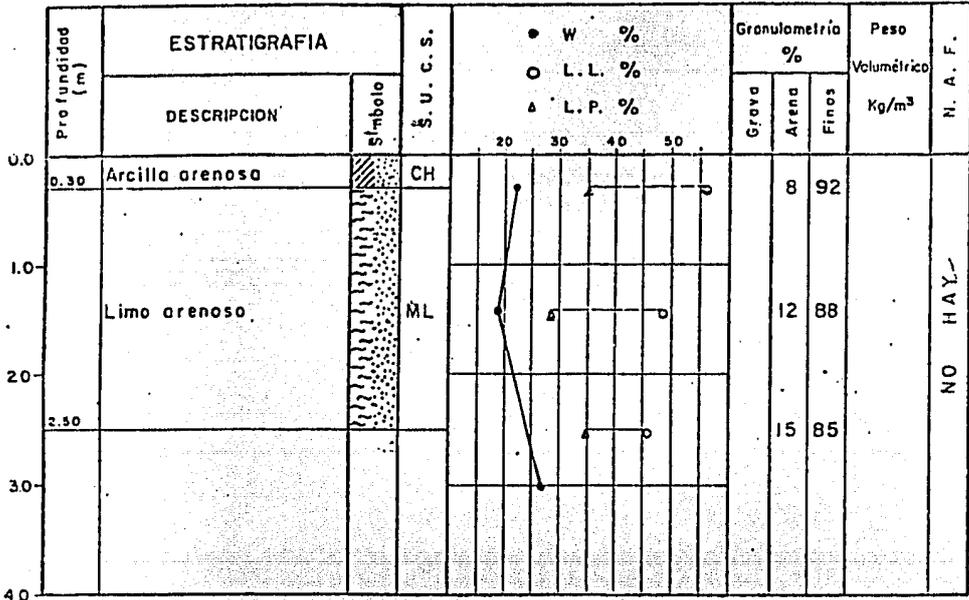
9-04.8.- Cuando se midan avances parciales en una excavación se clasificará el volumen correspondiente a cada avance parcial, según los materiales encontrados. En caso de que al medir el volumen correspondiente al siguiente avance parcial, se encontrará que los materiales que lo componen son de diferente clasificación que los anteriores se asignará a este último volumen la clasificación que le corresponda, independientemente de las otorgadas a los volúmenes ya estimados. Cuando a la terminación de una excavación que se haya estimado mensualmente con la clasificación correspondiente a lo ejecutado en cada mes, se observe que las clasificaciones parciales mensuales no correspondan a la realidad, se hará el ajuste que se requiera.

9-04.9.- Los derrumbes ocasionados por causas ajenas al Contratista - deberán clasificarse y medirse directamente en el material derrumbado. La cubicación del derrumbe se hará mediante seccionamiento y siguiendo el método del promedio de áreas extremas.

9-04.10.- En tanto no se ejecuten el afinamiento y macizo de los taludes de un corte ó de una ampliación y/o abatimiento de taludes, no se medirá un veinte por ciento (20%) del volumen total, que constituirá una

# P. C. A. 6

LOCALIZACION : KM. 219 + 000



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA TERREÑA, MEXICO - OUIRETAHO	
TRAMO: EL AHORCADO LA GRUFA	
ESTUDIO GEOTECNICO	
KM. 219+000 - 222+000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
MEXICO, D. F. 21.08.1962	FIG. N.º 8

retención para garantizar la correcta terminación de las obras. La medición del volúmen retenido se hará cuando se hayan terminado satisfactoriamente el afinamiento y macice a juicio de la Secretaría.

9-04.11.- En tanto no se hayan terminado las contracunetas correspondientes a un corte ó a una ampliación y/o abatimiento de taludes, cumpliendo con lo indicado en el inciso 9-03.3 de este Capítulo, no se medirá un diez por ciento (10%) del volúmen total, que constituirá una retención para garantizar la correcta terminación de las obras. La medición del volúmen retenido se hará cuando se hayan terminado satisfactoriamente las contracunetas, a juicio de la Secretaría.

9-04.12.- No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, que provengan de las tolerancias de ejecución especificadas en este capítulo.

9-04.13.- No se medirán los derrumbes ni la remoción de los materiales inestables, cuando ambas situaciones sean provocadas por causas imputables al Contratista.

9-04.14.- Los volúmenes de cortes y sus despalmes, los adicionales excavados abajo de la sub-rasante, los de ampliación y/o abatimiento de taludes, los rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, los de despalmes para desplantes de terraplenes y los de escalones, por unidad de obra terminada, se medirán tomando como como unidad el metro cúbico, sin clasificar el material, ó sea comprendiendo uno, algunos o todos los tipos de material, independientemente de la proporción en que incluya a cada uno de ellos; además, se tomará en cuenta lo que corresponda de lo indicado en los incisos 9-04.2, 9-04.3, 9-04.4, 9-04.5, 9-04.7, 9-04.10, 9-04.11, 9-04.12 y 9-04.13 de esta cláusula. El resultado se considerará redondeando a la unidad.

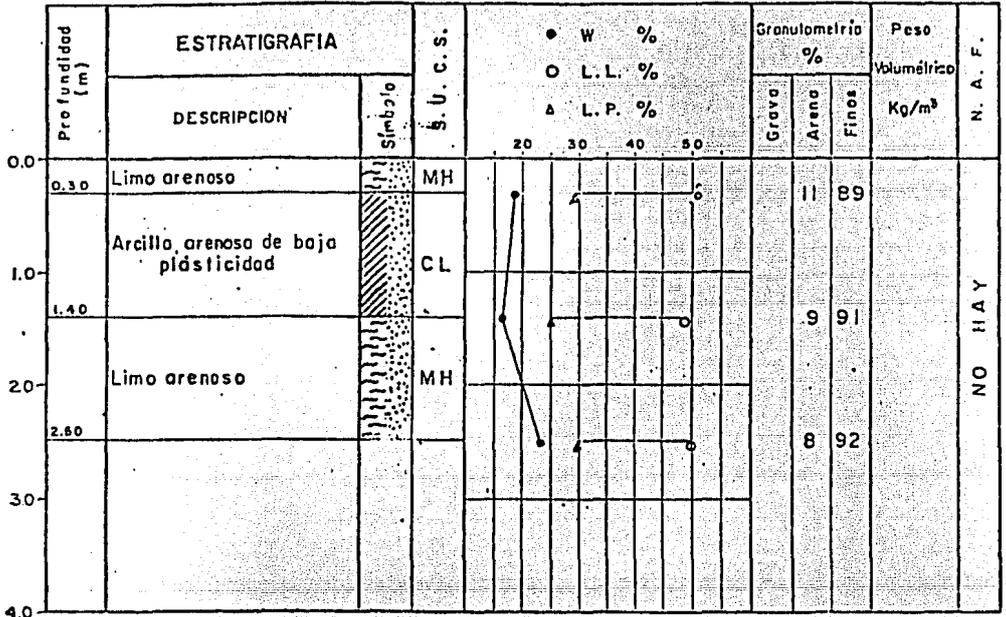
9-05.- BASE DE PAGO.

9-05.1.- El despalme de cortes y/o el despalme para desplante de terraplenes se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico del material "A". Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: extracción, remoción y carga del material; acarreo libre; descarga y depósito del material de desperdicio en los sitios que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

9-05.2.- Los volúmenes de cortes, los adicionales excavados abajo de la sub-rasante, los de ampliación y/o abatimiento de taludes, los resultantes de rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, los de escalones y los de extracción de derrumbes, se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico de los materiales "A", "B" y "C". Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: extracción, remoción y carga del material; acarreo libre; descarga del material para formación de terraplenes; descarga y depósito del material de desperdicio en los sitios que indique la Secretaría; afinamiento de los cortes; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

# P. C. A. 7

LOCALIZACION : KM. 219+500



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FERREA MEXICO - QUERTANO TRAMO EL AHORCADO LA GUEGA	
ESTUDIO GEOTECNICO KM 219+000 - 221000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
MEXICO, D. F. AÑO - 1962	FIG. 9

9-05.3.- Los volúmenes de despalmes de cortes los de despalmes para des-  
plante de terraplenes y los de excavación de escalones, por unidad de obra  
terminada, sin clasificar el material ó sea comprendiendo uno, algunos ó to  
dos los tipos de material, independientemente de la proporción en que inclu  
ya a cada uno de ellos, desperdiciando el material, se pagarán a los precios  
fijados en el contrato para el metro cúbico. Estos precios unitarios incluyen  
lo que corresponda por : extracción, remoción y carga del material excavado;  
acarreo libre; descarga y depósito del material en los sitios que indique la -  
Secretaría; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte duran-  
te las cargas y las descargas .

9-05.4.- Los volúmenes de cortes, los adicionales excavados abajo de la -  
sub-rasante, los de ampliación de cortes y/o abatimiento de taludes y los re  
sultantes de rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, por  
unidad de obra terminada, sin clasificar el material ó sea comprendiendo uno  
 , algunos ó todos los tipos de material, independientemente de la proporción  
en que incluya a cada uno de ellos, se pagarán a los precios fijados en el --  
contrato para el metro cúbico según sea el caso de que se trate, como sigue:

A) Cuando el material excavado se emplee en la formación de terraplenes ó-  
en la ampliación de la corona, elevación de la sub-rasante y teniendo de ta-  
ludes de terraplenes ya existentes, estos precios unitarios incluyen lo que -  
corresponda por : por extracción, remoción y carga del material excavado; a  
carreo libre; descarga del material para la formación de terraplenes ; afina --  
miento de los cortes; y los tiempos de vehículos empleados en su transporte  
durante las cargas y las descargas .

B) Cuando el material excavado deba ser desperdiciado, estos precios unita  
rios incluyen lo que corresponda por : extracción, remoción y carga del mate  
rial excavado; acarreo libre; descarga y depósito del material en los sitios -  
que indique la Secretaría; afinamiento de los cortes; y los tiempos de los ve  
hículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas .

### III.- PRESTAMOS .

#### 10-01.- DEFINICION .

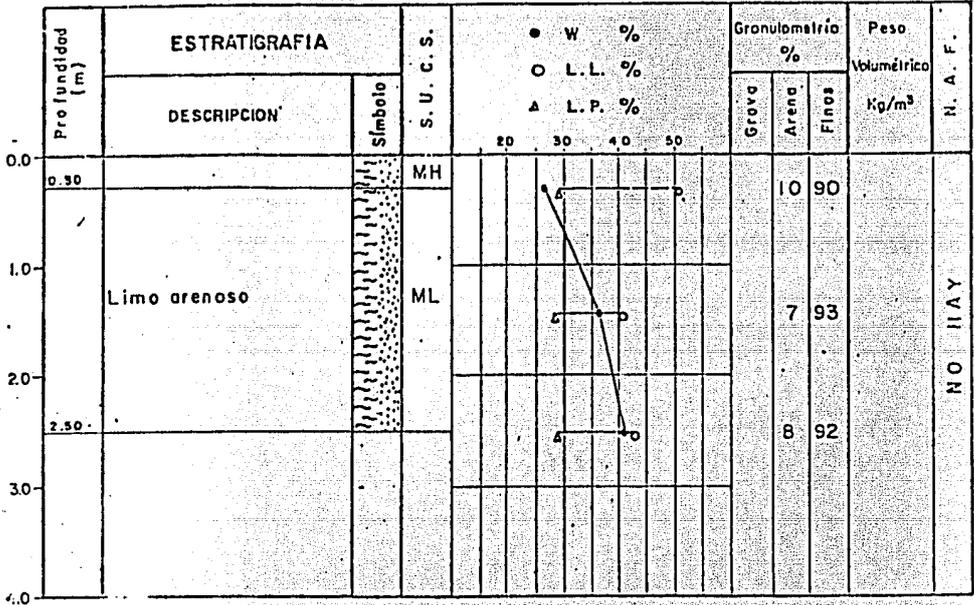
10-01.1.- Excavaciones ejecutadas en los lugares fijados en el proyecto y  
/o por la Secretaría, a fin de obtener los materiales para formar los terraple  
nes no compensados. Pueden ser :

- A) Laterales
- B) De banco

10-01.2.- Préstamos laterales son los ejecutados dentro de fajas ubicadas  
fuera de los cerros en uno ó en ambos lados del eje de las terracerías, con-  
anchos determinados en el proyecto, cuyos materiales se utilizan exclusiv  
amente en la formación de aquellos terraplenes situados lateralmente a dichos  
préstamos, pudiendo sobresalir los extremos de unos u otros, en cada caso,  
hasta veinte (20) metros. Los anchos de las fajas siempre se medirán a par  
tir del eje de las terracerías. Para cada tramo, cada faja con su ancho pre-

# P. C. A. 8

LOCALIZACION : KM. 220 + 000



## SIMBOLOGIA

- RELENO
- ARCILLA V
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FERREA, MEXICO - GUERRERO	
TRAMO: EL ANCHICANOLA - GUECACA	
ESTUDIO GEOTECNICO	
KM 216+000 - 222+000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
MEXICO, D. F.	FIG. N° 10

viamente fijado, no deberá dividirse en fajas de ancho menor, para fines de medición. El acarreo es libre, por lo cual no se medirá. El ancho de cada faja, según se indica en la figura N° 25, podrá ser hasta de :

- A) Veinte (20) metros, ó
- B) Cuarenta (40) metros, ó
- C) Sesenta (60) metros, ó
- D) Ochenta (80) metros, ó
- E) Cien (100) metros, como máximo.

10-01.3.- Préstamos de banco son los ejecutados fuera de la faja de cien (100) metros de ancho, indicada en el párrafo E) del inciso 10-01.2, según se indica en la figura N° 26. También se considerarán como préstamos de banco, las excavaciones ejecutadas dentro de las fajas fijadas para préstamos laterales, cuyos materiales se empleen en la construcción de terraplén que no estén situados lateralmente a dichos préstamos, tomando en cuenta la tolerancia de veinte (20) metros fijada en el mismo inciso 10-01.2, según se indica en la misma figura N° 26.

#### 10-02.- EJECUCION.

10-02.1.- Se despalmará el sitio de los préstamos cuando así lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuada para la construcción de los terraplén. Los despalmes se ejecutarán solamente en Material "A". En la ejecución de los despalmes, salvo cuando los préstamos se paguen por unidad de obra terminada, se observará lo siguiente :

A) Se iniciarán después de que la Secretaría haya efectuado el seccionamiento de la superficie probable de ataque.

B) El Contratista será responsable de que durante su ejecución no se alteren ni modifiquen las referencias y bancos de nivel del seccionamiento.

C) Una vez despalmados los préstamos, se seccionarán nuevamente antes de ser atacados, dejando las referencias y bancos de nivel a distancias tales del lugar de ataque y de trabajo, que no vayan a ser destruidas ó alteradas.

10-02.2.- El material producto de los despalmes siempre se desperdiciará, colocándolo en el lugar que indique la Secretaría.

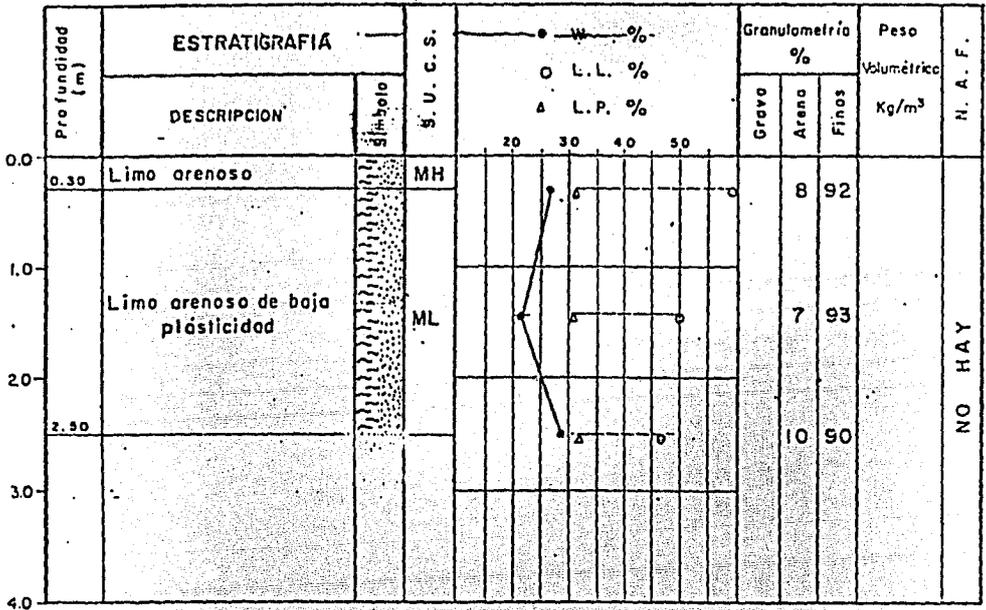
10-02.3.- El equipo de construcción deberá ser previamente autorizado por la Secretaría. Cuando los préstamos se paguen por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.

10-02.4.- La ubicación y las dimensiones de los préstamos serán fijadas en cada caso en el proyecto y/o por la Secretaría; ó podrán ser propuestas por el Contratista y aprobadas, en su caso, por la Secretaría.

10-02.5.- Los préstamos se excavarán únicamente hasta la profundidad fijada en el proyecto y/o ordenada por la Secretaría, en la forma más regular po -

# P. C. A. 9

LOCALIZACION : KM. 220+500



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FERREA: MEXICO - QUERETARO  
 TRAMO EL AJORCANO LA GREGA  
 ESTUDIO GEOTECNICO  
 KM 216+000 - 222+000  
 PERFIL ESTRATIGRAFICO  
 MEXICO, D. F.  
 1958

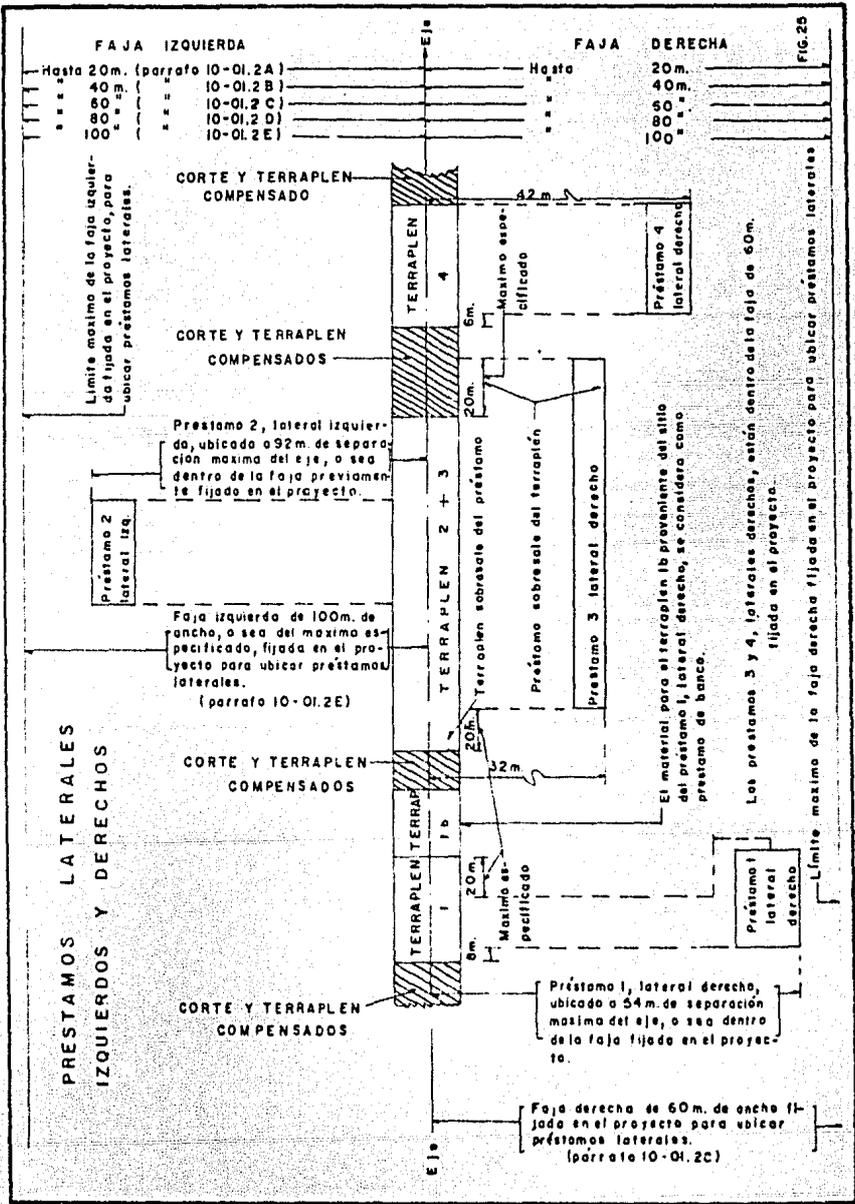
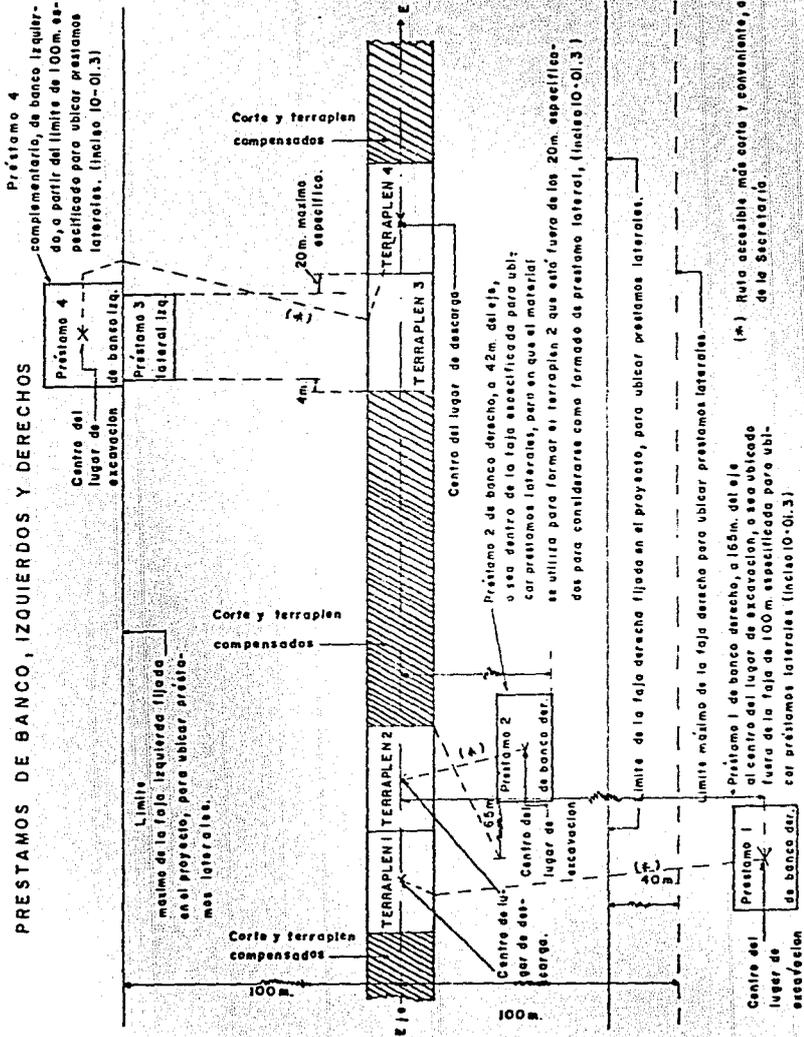


FIG. 25

**PRESTAMOS DE BANCO, IZQUIERDOS Y DERECHOS**



(\*) Reta accesible más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría

Préstamo 1 de banco derecho, a 165m. del eje al centro del lugar de excavación, o sea ubicado fuera de la faja de 100m. especificada para ubicar préstamos laterales (Inciso 10-01.3)

FIG. 26

sible, en seco, es decir, sin tirante de agua, a fin de facilitar su medición. El Contratista no iniciará la excavación de ningún préstamo hasta que éste haya sido trazado y seccionado por la Secretaría y cuente con la autorización de ésta. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no será necesaria la autorización anterior.

10-02.6.- En los tramos de terracerías compensadas según el proyecto, solamente se harán préstamos de ajuste cuando se haya utilizado totalmente el material aprovechable de los cortes. La Secretaría fijará préstamos de ajuste sin cumplir con lo indicado en este inciso, en los casos que considere especiales.

10-02.7.- En los préstamos cercanos a las terracerías se dejará una berma ó banqueta, entre la línea de ceros del terraplén y la orilla contigua de la excavación para el préstamo, del ancho fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría, que en general será mayor de tres (3) metros.

10-02.8.- Las excavaciones para préstamos quedarán debidamente drenadas, de acuerdo con lo ordenado por la Secretaría, salvo que ésta indique lo contrario.

10-02.9.- El Contratista será responsable de que, durante la excavación para obtener los materiales de préstamo, no se destruyan ó alteren las referencias y bancos de nivel del seccionamiento.

#### 10-03.- MEDICION.

10-03.1.- Los conceptos de obra que se refiere este capítulo se medirán to mando como unidad el metro cúbico. En ningún caso se considerará abundamiento. El resultado se redondeará a la unidad.

10-03.2.- Los volúmenes producto del despalme se medirán empleando el método del promedio de áreas extremas.

10-03.3.- Los volúmenes de préstamo se medirán seccionando las excavaciones a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere y calculando por el método del promedio de áreas extremas. Se determinarán los volúmenes correspondientes a cada uno de los materiales "A", "B" y "C".

10-03.4.- No se medirán los volúmenes de préstamos de ajuste que sean necesarios para reponer material faltante, cuando se excedan las tolerancias estipuladas en la construcción de los terraplenes formados con material provenientes de cortes.

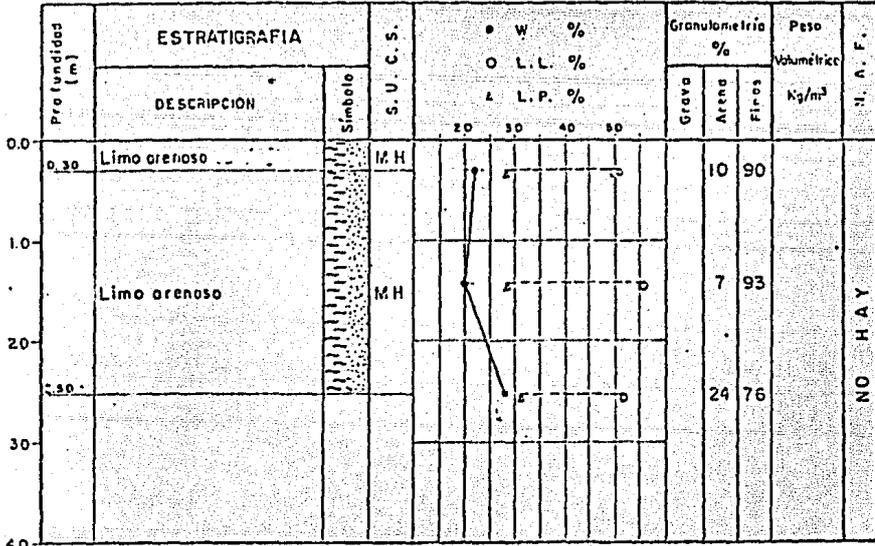
10-03.5.- No se medirán los volúmenes de préstamo que se hayan excavado en exceso, por haberse sobrepesado las tolerancias estipuladas para la construcción de los terraplenes.

10-03.6.- Para los volúmenes de préstamos, por unidad de obra terminada, sin clasificar el material ó sea comprendiendo uno, algunos ó todos los u

# P. C. A. 10

22/21

LOCALIZACION : KM. 221 + 000



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FERREA MEXICO - QUERETANO	
TRAMO EL ANHICADOLA GREGA	
ESTUDIO GEOTECNICO	
KM 216 + 000 - 222 + 000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
MEXICO, D. F.	FIG. N° 12
ABRIL - 1972	

pos de material, independientemente de la proporción en que incluya a cada uno de ellos, se considerará al volumen que indique el proyecto del terraplén, haciendo las modificaciones por cambios autorizados por la Secretaría. El resultado se considerará redondeada a la unidad.

#### 10-04.- BASE DE PAGO.

10-04.1.- El despalme de préstamos se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de Material "A". Este precio unitario incluye lo que corresponda por: extracción, remoción y carga del material; acarreo libre; descarga y depósito del material en los sitios que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

10-04.2.- Los volúmenes de préstamos laterales, según sus ubicaciones dentro de las fajas fijadas en el proyecto, se pagarán a los precios fijados en el contrato para cada faja y para el metro cúbico de los materiales "A", "B" y "C". Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: extracción, remoción y carga del material; acarreo efectuado; descarga del material para la formación de terraplenes a cualquier altura; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

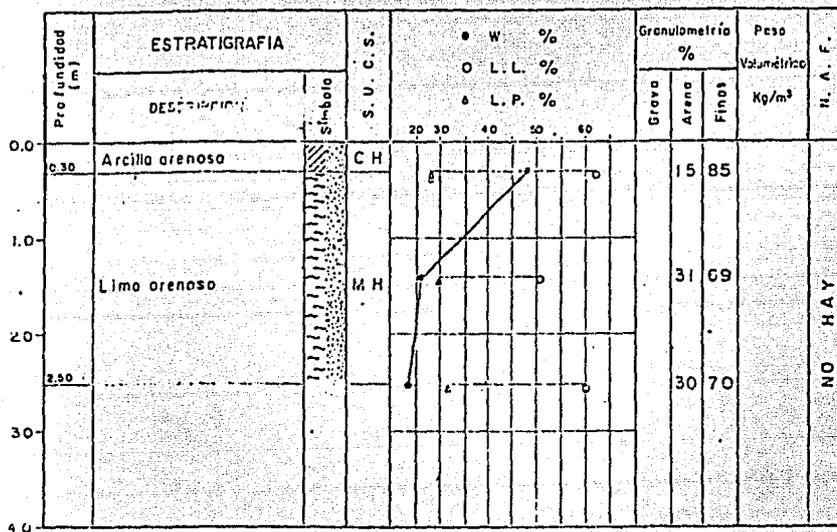
10-04.3.- Los volúmenes de préstamos de banco se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico de los materiales "A", "B" y "C". Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: extracción, remoción y carga del material; acarreo libre; descarga del material para la formación de terraplenes a cualquier altura; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

10-04.4.- Los volúmenes de préstamos laterales, por unidad de obra terminada, sin clasificar el material o sea comprendiendo uno, algunos ó todos los tipos de Material, independientemente de la proporción en que incluya a cada uno de ellos, según sus ubicaciones dentro de las fajas fijadas en el proyecto, se pagarán a los precios fijados en el contrato para cada faja y para el metro cúbico. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme del sitio del préstamo; carga, acarreo fuera de la zona de trabajo ó al sitio que en su caso fijen el proyecto ó la Secretaría, descarga y depósito del material de despalme; extracción, remoción y carga del material del préstamo; acarreo efectuado; descarga del material para la formación de terraplenes a cualquier altura; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

10-04.5.- Los volúmenes de préstamos de banco, por unidad de obra terminada, sin clasificar el material o sea comprendiendo uno, algunos ó todos los tipos de material, independientemente de la proporción en que incluya a cada uno de ellos, se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme del sitio del préstamo; carga, acarreo fuera de la zona de trabajo ó al sitio que en su caso fije el proyecto, descarga y depósito del material de despalme; extracción; remoción y carga del material del

# P. C. A. II

LOCALIZACION : KM. 221+500



## SIMBOLOGIA

- XXXXX RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA FEDERAL MEXICO - QUINTANA  
 TRAMO EL ANHICARROLAJE  
 ESTUDIO GEOTECNICO  
 KM. 216+000 - 222+000

PERFIL ESTRATIGRAFICO

INSTRUMENTOS

FIG N° 13

préstamo; acarreo libre; descarga del material para la formación de terraplenes a cualquier altura; y los tiempos de los vehículos empleados en los -- transportes durante las cargas y las descargas.

#### IV.- TERRAPLENES.

##### 11-01.- DEFINICION.

11-01.1.- Estructuras ejecutadas con material adecuado producto de cortes ó de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel; la ampliación de la corona, el - tendido de los taludes y la elevación de la sub-rasante, en terraplenes exis- tentes; y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la sub-rasante, - en cortes.

##### 11-02.- MATERIALES.

11-02.1.- Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes serán aquellos que provengan de cortes y/o de préstamos y que sean ade- cuados, a juicio de la Secretaría.

11-02.2.- Para fines de la formación de los terraplenes, los materiales que se empleen en la construcción de los mismos se clasificarán de la siguien- te manera :

- A) Material compactable.
- B) Material no compactable.
- C) Agua.

11-02.3.- Materiales compactables son los siguientes :

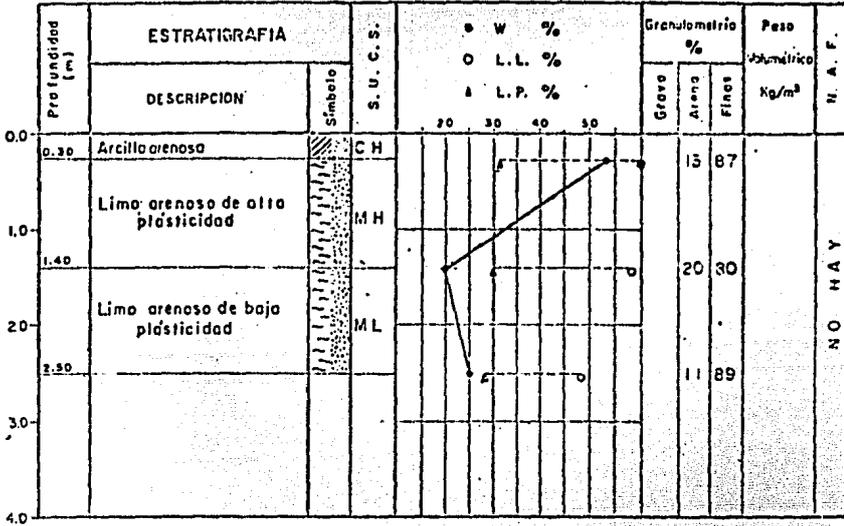
A) Los suelos, a que se refiere el cuadro N° 1

B) Los fragmentos de rocas muy alteradas, conglomeradas medianamente - cementadas, areniscas blandas y tepetates a que se refiere el cuadro N° 1, los cuales en caso de duda, se someterán a la prueba que se detallará a -- continuación y que, como resultado de ella, cumplan con los requisitos de porcentaje y tamaño de material retenido, fijado en los sub-párrafos 5) y 6) de este párrafo :

- 1) Se tenderá una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del ma- terial pero no menor de treinta (30) centímetros, en todo el ancho del terr- plén y en veinte (20) metros de longitud.
- 2) Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a cien (100) li -- tros por metro cúbico de material.
- 3) Se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de orugas con gara y peso de veinte (20) toneladas, pesando tres (3) veces por cada uno de los

# P. C. A. 12.

LOCALIZACION : KM.222+000



## SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

VIA TIERRA MEXICO - GUATEMALA	
TRANSACCION AMONCAOHLA GUATEMALA	
ESTUDIO GEOTECNICO	
KM 215+000 - 222+000	
PERFIL ESTRATIGRAFICO	
PROYECTO: 0.1	FIG: 14

CUADRO NUM. 1

TIPO	USOS TIPOS	TIPO DE CALZO	RECOMENDACIONES PARA SU USO	RESTRICCIONES PARA SU USO	RECOMENDACIONES PARA SU USO						
					TIPO DEL TERRAPLEN	CAPA DE SUBCARGANTE EN TERRAPLENES Y LUNAS					
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z	GRANDES MAYORES DE 75 cm y MENORES DE 2 m	Fe	Susceptible de ser utilizado en cualquier tipo de terreno.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	NO DEBEN USARSE					
		Fm									
		Fg									
Fh											
Fi											
MEDIANOS MAYORES DE 20 cm y MENORES DE 75 cm	Fm	Susceptible de ser utilizado en cualquier tipo de terreno.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	NO DEBEN USARSE						
	Fg										
	Fh										
Fi											
Fj											
CHICOS MAYORES DE 7.5 cm y MENORES DE 20 cm	Fe	Susceptible de ser utilizado en cualquier tipo de terreno.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	NO DEBEN USARSE						
	Fm										
	Fn										
Fo											
Fi											
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z	CANTON	GW	Susceptible de ser utilizado en cualquier tipo de terreno.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	NO DEBEN USARSE					
		GP									
		GK									
		GC									
		ASCAN					SW				
							SP				
							SM				
							SC				
	Proct BOP										
	TUNE	LUNAS MAYORES DE 50 cm					ML	Susceptible de ser utilizado en cualquier tipo de terreno.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	Puede utilizarse en todo el espectro del terreno, desde el tipo de terreno más débil que se encuentre hasta el tipo de terreno más fuerte que se encuentre.	NO DEBEN USARSE
							CL				
							OL				
							Proct BOP				
		LUNAS MENORES DE 50 cm					MIL				
							CH				
							OR				
							Proct SOP				
		LUNAS MENORES DE 50 cm					MIL				
							CH				
							OH				
							Proct SOP				
	ALTERNOS O CANTON	TUNE					PL				

Nota: Este cuadro es solo para fines informativos y no debe utilizarse como una guía definitiva. Siempre consulte a un ingeniero profesional para obtener más información.

puntos que forman la superficie.

4) Se harán sondeos a cielo abierto en los veinte (20) centímetros superiores de la capa, con volúmen aproximado de medio (0.5) metro cúbico en cada sondeo.

5) El material producto de los sondeos deberá tener como máximo, un veinte por ciento (20%) en volúmen de material retenido en la malla de setenta y seis (76) milímetros (3").

6) El material retenido deberá contener como máximo, el cinco por ciento (5%) del volúmen total, de fragmentos de roca mayores de quince (15) centímetros (6").

7) Se tomará el promedio de los resultados en tres (3) sondeos efectuados en distintos lugares, fijados por la Secretaría, de acuerdo con la distribución indicada en la figura N° 27.

11-02.4.- Materiales no compactables son los fragmentos de roca provenientes de mantos sanos, tales como basaltos, conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos, andesitas y otras y los que excedan los requisitos de porcentaje y tamaño de materia retenido, fijados en los sub-párrafos 5) y 6) del párrafo B) del inciso 11-02.3. Solamente en caso de duda se someterán a la prueba indicada en el párrafo B) antes citado.

#### 11-03.- EJECUCION.

11-03.1.- El equipo de construcción, incluyendo el necesario para la compactación y disgregación en su caso, deberá ser previamente autorizado por la Secretaría. No se requiere la autorización anterior cuando los trabajos se paguen por unidad de obra terminada.

11-03.2.- Se despalmará el sitio del desplante de los terraplenes, desalojando la capa superficial del terreno natural, cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, para eliminar el material que se considere inadecuado. El despalmado se ejecutará solamente en Material "A". El material producto del despalmado siempre se desperdiciará, colocándolo en el lugar que indique la Secretaría.

11-03.3.- Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos motivados por el desmoronamiento, se escarificará y se compactará el terreno natural ó el despalmado, en el área de desplante y en el espesor ordenado de acuerdo con lo que corresponda del inciso 11-03.9, hasta alcanzar el grado de compactación fijado y/o ordenado por la Secretaría.

11-03.4.- Siempre que la topografía del terreno lo permita, a juicio de la Secretaría, los terraplenes se construirán por capas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección, de acuerdo con lo indicado en el in-

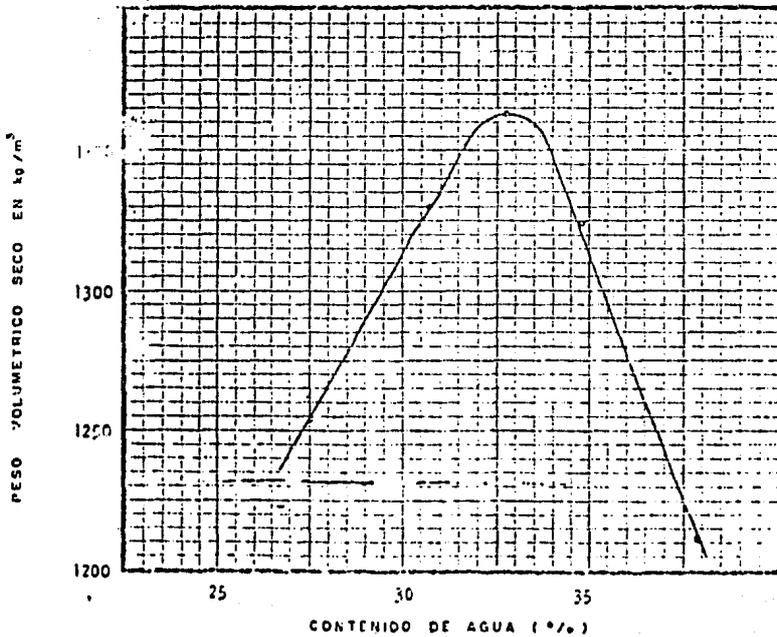
## Compactación próctor

Procedencia EL AHORCADO-LA GRIEGA EDO. DE QRO. fecha: \_\_\_\_\_

Sondeo N° PCA - 3 Muestra N° 1 Prof. 0.60 - 0.90 m

$\gamma_{opt.}$  = 1362 kg/m<sup>3</sup> e = \_\_\_\_\_  $\omega_{opt.}$  = 32.7 %

S<sub>s</sub> = \_\_\_\_\_ G % = \_\_\_\_\_ Energía Compactación = \_\_\_\_\_

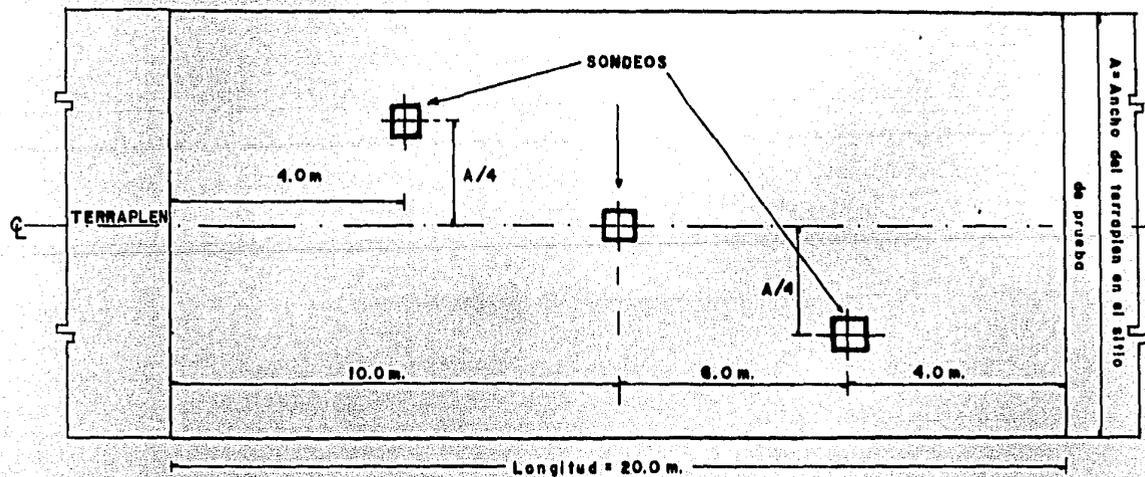


Observaciones: Arcilla limosa café de varios tonos.

S.P.A. / 12

FIG. N° 15

CAPA EXTENDIDA PARA EFECTUAR LA PRUEBA



ciso 11-03.11 y de un espesor aproximadamente uniforme que se ajustará a lo siguiente :

A) En el caso de material compactable, el espesor de las capas sueltas deberá ser tal que se obtenga la compactación fijada y/o ordenada.

B) En el caso de material no compactable, el espesor de las capas será el mínimo que permita el tamaño mayor del material, salvo lo que en casos especiales fije el proyecto y/o ordene la Secretaría.

11-03.5.- En la ampliación de corona de terraplenes existentes y/o en la elevación de sub-rasante, para obtener una buena liga entre el material que se utilice y el terraplén existente, salvo indicación en contrario del proyecto, en términos generales se procederá como sigue :

A) Se despalmará el sitio del desplante de los terraplenes, de acuerdo con lo indicado en el inciso 11-03.2, recortando el primer escalón de liga al pie del talúd del terraplén.

B) Se rebajará horizontalmente la parte superior del terraplén en todo el ancho de la sección, hasta el nivel fijado en el proyecto. El rebaje se efectuará por capas del espesor que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría.

C) El material producto del rebaje de cada capa se colocará y extenderá al pie del terraplén a partir del desplante de la ampliación, recortando si simultáneamente el escalón de la liga correspondiente, cuyo peralte será igual al espesor de la capa que se está formando.

D) Se compactará el material de la capa extendida, al grado indicado en el proyecto y ordenado por la Secretaría y de acuerdo con lo fijado en el inciso 11-03.9.

E) Se continuará rebajando el terraplén por capas sucesivas. El material resultante se irá vaciando, extendiendo y compactando también por capas sucesivas, para seguir formando el terraplén de ampliación, teniendo en cuenta lo indicado en los párrafos B), C) y D) anteriores, hasta alcanzar el nivel del terraplén que se viene rebajando.

F) Se continuará formando el terraplén con el material que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, procediendo de acuerdo con lo que corresponda de lo fijado en las cláusulas 11-03.4, 11-03.9 y 11-03.11, hasta su terminación.

G) No se formarán escalones cuando el terraplén que se modifica esté formado con material no compactable

11-03.6.-En el tendido de taludes de terraplenes existentes en los que no se vaya a modificar el ancho de la corona, para obtener una buena liga entre el material que se utilice y el terraplén existente, salvo indicación en

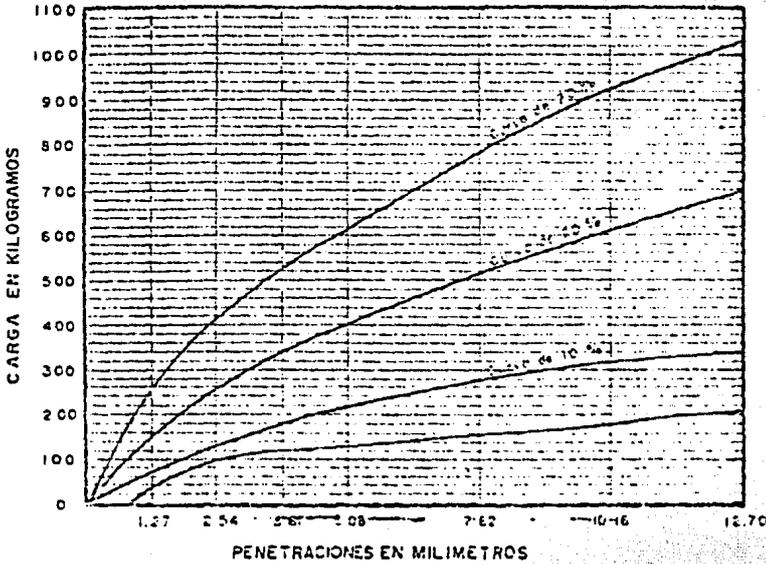
Valor relativo de soporte

Procedencia: EL AHORCADO - LA GRIEGA EDO., DE QUERETARO

Sondeo N° PCA - 3 H - 1 Profundidad: 0.60 - 0.90 m

Estudio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Observaciones: Arcilla limosa de varios tonos



$\omega$  34.53 %       $\gamma_m$  1.801  $\text{ton/m}^3$   
 $e$  \_\_\_\_\_       $\gamma_s$  1.339  $\text{ton/m}^3$       VRS, 7.77 %  
 $G$  \_\_\_\_\_ %      Expansión, 0.1624 %

FIG. N°16

contrario del proyecto y/o de la Secretaría, en términos generales se procederá como sigue :

A) Se despalmará el sitio del desplante de los terraplenes, de acuerdo con lo indicado en el inciso 11-03.2, recortando el primer escalón de liga al pie del talúd del terraplén.

B) El material para el tendido, obtenido del sitio que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, se colocará por capas y al extenderlo para formarlas se harán recortes en el talúd del terraplén existente, excavando en éste escalones cuyo peralte será aproximadamente igual al espesor de la capa suelta -- que se está formando.

C) Las capas así formadas se compactarán al grado fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en inciso 11-03.9, en lo que corresponda.

D) No se formarán escalones cuando el terraplén que se modifica esté formado con material no compactable.

11-03.7.- Cuando en las ampliaciones de corona y/o tendido de taludes de terraplenes existentes se emplee material no compactable, su formación se hará a volteo, excavando previamente escalones en los taludes del terraplén, salvo cuando éste también se encuentre formado con material no compactable.

11-03.8.- Cuando la topografía del terreno sea tal que presente lugares inaccesibles al equipo de construcción, tales como depresiones profundas y angostas ó laderas muy pronunciadas, donde no sea posible la construcción por capas compactadas ó acomodadas en toda la altura del terraplén, se rellenarán a volteo esos lugares inaccesibles hasta la mínima altura necesaria, a juicio de la Secretaría, para formar una plantilla constituida por la corona -- del terraplén parcialmente formado, en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas ó acomodadas de ese nivel en adelante, como se indica en los incisos 11-03.4 y 11-03.9.

11-03.9.- La compactación de los terraplenes se hará observando lo siguiente :

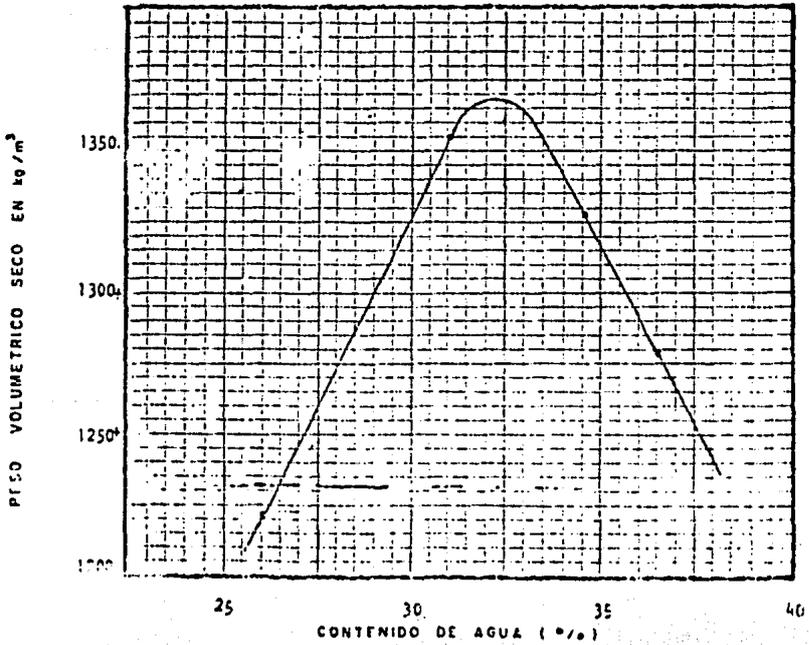
A) Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección, según los -- grados de compactación que fije el proyecto.

B) Se dará el material uniformemente la humedad conveniente. Se aplicará el agua en el lugar de excavación ó en el terraplén mismo, según lo ordene la Secretaría. El Contratista determinará el sitio de aplicación del agua, cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

C) Cuando el material de los terraplenes contenga mayor grado de humedad que el óptimo, antes de iniciar la compactación, se eliminará el agua excedente. La Secretaría aprobará previamente el procedimiento para eliminar -- el agua excedente. No se requiere la aprobación anterior cuando el pago --

## Compactación próctor

Procedencia EL AHORCADO - LA GRIEGA EDO. QRO. fecha                       
 Sondeo N° PCA - 3 Muestra N° 2 Prof. 2.00 - 2.30 m  
 $\gamma_{opt.}$  = 1367 kg/m<sup>3</sup>  $e =$                        $\omega_{opt.}$  = 32.4 %  
 $S_s =$                       %  $Energía\ Compactación =$                      



Observaciones: Limo arcilloso café claro con arena

S.P.A. / 12

FIG. N° 17

se haga por unidad de obra terminada.

D) Si lo ordena la Secretaría, efectuada la compactación de una capa de material, su superficie se escarificará y se agregará agua si es necesario, antes de tender la siguiente capa, a fin de ligarlas debidamente.

11-03.10.- La capa sub-rasante deberá tener como mínimo treinta (30) centímetros de espesor, formándose con una ó con varias capas del espesor parcial que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, las cuales se compactarán de acuerdo con lo indicado en los incisos 11-03.9 y 11-03.11, en lo que corresponda. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, el Contratista podrá determinar el espesor de las capas parciales que tienda y compacte, de acuerdo con el equipo de compactación que utilice.

11-03.11.- Con objeto de lograr que con el equipo de compactación se alcance al grado de compactación fijado en toda la sección del terraplén, lo que no es posible obtener en las orillas, los terraplenes se construirán con una corona más ancha que la teórica del proyecto y con un talúd diferente, que se encontrará con el talúd teórico del proyecto en la línea de los cerros; se obtendrán así las cuñas laterales de sobreancho, en las cuales la compactación podrá ser menor que la fijada. El proyecto incluirá las dimensiones de las cuñas de sobreancho, las que serán recortadas una vez que se haya terminado la construcción del terraplén, dejando el talúd debidamente afinado. El material resultante de recorte de las cuñas de sobreancho, se extenderá uniformemente sobre el terreno natural al pie de los taludes del terraplén, sin obstruir el drenaje.

11-03.12.- En los terraplenes que se construyan con material no compactable, al formar las capas, se observará lo que corresponda de lo indicado en el párrafo 11-03.4B). Salvo indicación en contrario del proyecto y/o de la Secretaría, en cada capa se hará el acomodo del material mediante dos (2) tránsitos, por cada uno de los puntos que forman la superficie de la capa, de tractor con peso de veinte (20) toneladas, avanzando y retrocediendo la máquina con movimiento roncoado.

11-03.13.- Cuando se utilicen materiales no compactables en la construcción de terraplenes, éstos se harán hasta una elevación tal, que no queden salientes aisladas a menos de treinta (30) centímetros abajo de la sub-rasante de proyecto. Los terraplenes se terminarán hasta sub-rasante, utilizando material adecuado obtenido de los sitios que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, colocado y compactado de acuerdo con lo indicado en los incisos 11-03.4 y 11-03.9 .

11-03.14. - En cortes con excavación adicional abajo de la sub-rasante, ésta se obtendrá construyendo un terraplén de relleno sobre la cama, utilizando para ello material adecuado, obtenido de los sitios que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, formado y compactado de acuerdo con lo indicado en los incisos 11-03.4 y 11-03.9 .

11-03.15.- No deberá iniciarse la construcción de terraplenes antes de ter

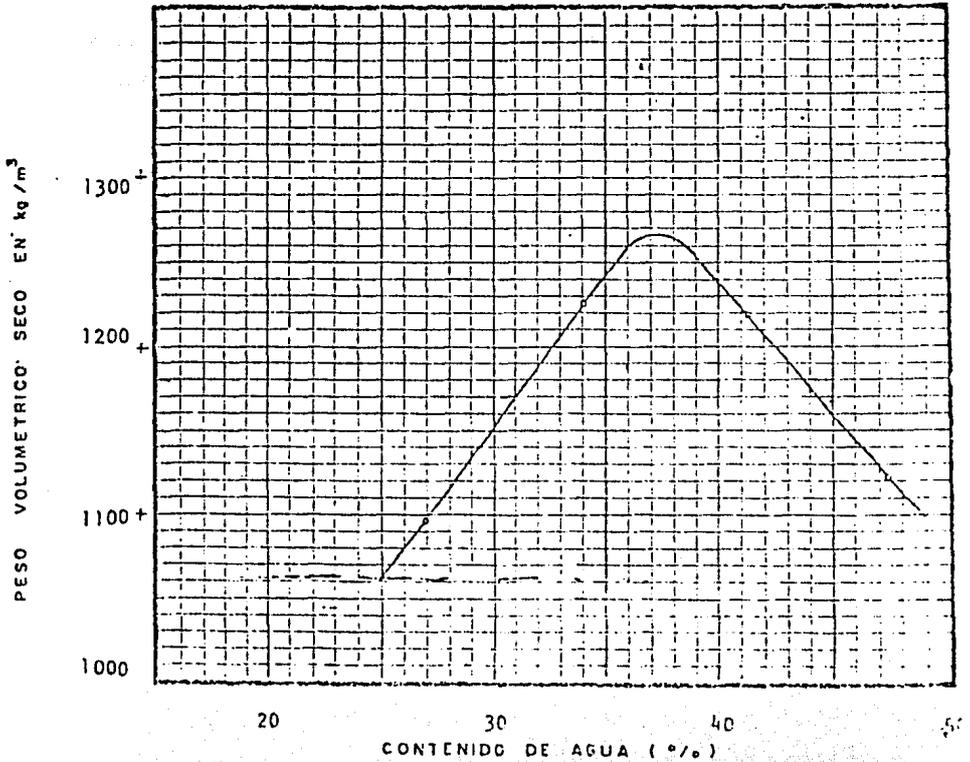
## Compactación próctor

Procedencia EL AHORCADO-LA GRIEGA EDO. QRO. fecha: \_\_\_\_\_

Sondeo N° PCA - 7 Muestra N° 1 Prof. 0.60 - 0.90 m

$\gamma_{opt.}$  = 1265 kg/m<sup>3</sup> e = \_\_\_\_\_  $\omega_{opt.}$  = 37.0 %

S<sub>s</sub> = \_\_\_\_\_ G % = \_\_\_\_\_ Energía Compactación = \_\_\_\_\_



Observaciones Arcilla limosa café oscura con vetas calizas y materia orgánica.

2. P. A. 7. 2

FIG. N° 15

minarse las alcantarillas y muros de sostenimiento ordenados, la construcción de los cuales deberá ir, por lo menos, quinientos (500) metros adelante de las terracerías. El proyecto y/o la Secretaría fijarán una distancia distinta a la indicada en este inciso, en los tramos que la misma considere especiales.

11-03.16.- El relleno de las excavaciones para estructuras y los colchones de protección de las obras de drenaje se ejecutarán previamente a la construcción de los terraplenes.

11-03.17.- Cuando la construcción de terraplenes en los accesos a los puentes y estructuras de pasos a desnivel, no se lleve hasta los apoyos, la construcción posterior de las cuñas de terraplén contiguas a estos apoyos incluyendo los derrames cuando procedan, se sujetará a los procedimientos de construcción y de compactación indicados en los incisos 11-03.4 y 11-03.9. El grado de compactación será el fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría.

11-03.18.- Para formar la sub-rasante, en aquellos cortes en que no se haya ordenado excavación adicional ni relleno, se escarificará la cama y se compactará en el espesor y con el grado de compactación que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría.

11-03.19.- Para dar por terminada la construcción de un terraplén, incluyendo su afinamiento, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

A) Niveles en sub-rasante .....  $\pm 3$  cms.

B) Ancho de la corona, al nivel de sub-rasante, del centro - línea a la orilla ..... + 10cms.

C) Taludes :

Ancho entre el centro línea y las líneas de los cerros, con servando el plano general de los taludes :

1) En material "A" ó "B" ..... + 30cms.

2) En material "C" ..... + 75cms.

D) Para eropistas :

1) Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla de cinco (5) metros de longitud paralela y - normalmente al eje, máximo..... 2.5cms.

2) Pendiente transversal .....  $\pm 1/2$  %

11-04.- MEDICION.

11-04.1.- Los conceptos de obra a que se refiere este capítulo se medi--

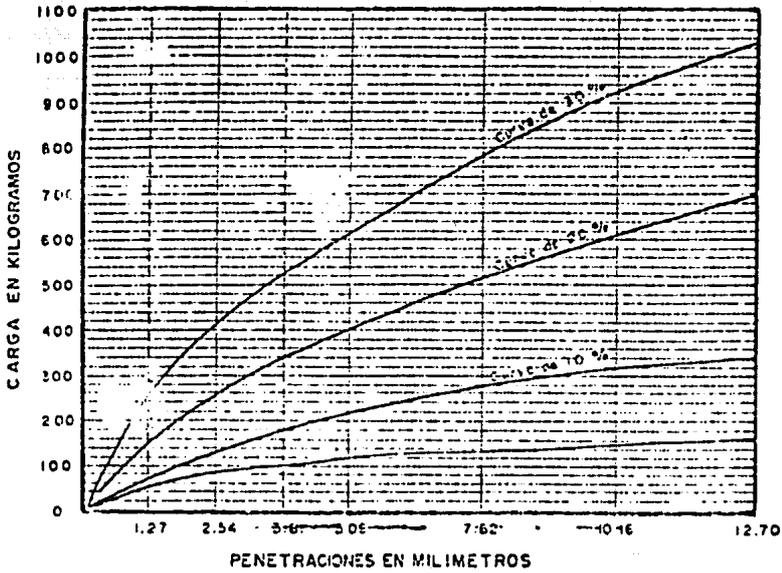
Valor relativo de soporte

Procedencia: EL AHORCADO LA GRIEGA-EDO. DE QUERETARO

Sondeo N°: PCA - 7 M-1 Profundidad: 0.60 - 0.90 m

Estudio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Observaciones: Arcilla limosa café obscuro con vetas calizas y materia orgánica.



$w$  : 36.37 %       $\gamma_m$  : 1.701 ton/m<sup>3</sup>  
 $e$  : -       $\gamma_s$  : 1.246 ton/m<sup>3</sup>      V.R.S. : 6.18 %  
 $G$  : -      Expansión : 1.962 %

FIG. N° 10

rán tomando como unidad el metro cúbico. El resultado se considerará redondeado a la unidad.

11-04.2. - La compactación del terreno natural en área de desplante de los terraplenes y de la cama en los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, se medirá cubicando el material compactado, tomando como base el volúmen que indique el proyecto para el material ya compacto - haciendo las modificaciones que resulten necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.3. - Para la formación y compactación de los terraplenes adicionales con sus cuñas de sobreancho, de la capa superior de los terraplenes - cuya parte inferior fué construída con material no compactable adicionada - con sus cuñas de sobreancho y la de los terraplenes de relleno construídos para formar la sub-rasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional, se considerará el volúmen que indique el proyecto para el material ya compacto, correspondiente a cada uno de los grados de compactación señalados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.4. - Para la formación y compactación de la ampliación de corona, de la elevación de sub-rasante y del tendido de taludes en terraplenes existentes, adicionados con sus cuñas de sobreancho en cada caso, se considerará el volúmen que indique proyecto para el material ya compacto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría de acuerdo con las consideraciones siguientes :

A) Solamente se considera volúmen de ampliación de corona al depositado en uno ó ambos lados de la corona existente, siempre que el ancho de la ampliación sea de dos punto cincuenta (2.50) metros ó menor, medido al nivel de la sub-rasante en uno ó en cada uno de los lados de la corona, - incluyendo las cuñas de sobreancho, como se indica en la figura N° 28. Si el ancho es mayor la medición se hará de acuerdo con lo indicado en el inciso 11-04.3.

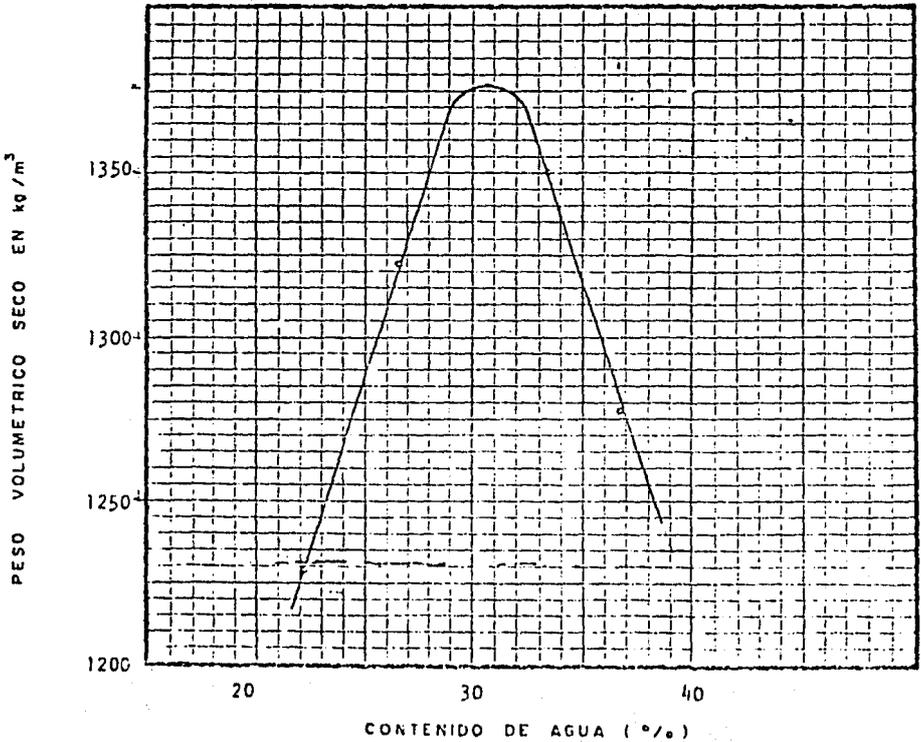
B) Solamente se considera volúmen de elevación de sub-rasante, cuando el espesor aumentado sea de treinta (30) centímetros ó menor, medido en el centro línea entre la sub-rasante existente y la nueva sub-rasante. Si el espesor es mayor, la medición se hará de acuerdo con lo indicado en el inciso 11-04.3.

C) Solamente se considera volúmen de tendido de taludes al comprendido entre el talúd del terraplén existente y el nuevo talúd de proyecto, siempre que la distancia entre ambos, medida a la mitad de la altura del terraplén en el centro línea, sea de dos punto cincuenta (2.50) metros ó menor, como se indica en la figura N° 29. Si la distancia es mayor, la medición se hará de acuerdo con lo indicado en el inciso 11-04.3.

11-04.5. - Para la formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreancho, que se construyan con material a volteo, el volúmen se de

## Compactación próctor

Procedencia EL AHORCADO - LA GRIEGA EDO. QRO. fecha: \_\_\_\_\_  
 Sondeo N° PCA - 7 Muestra N° 2 Prof. 2.0 - 2.30 m  
 $\gamma_{opt.} =$  1377 kg/m<sup>3</sup> e = \_\_\_\_\_  $\omega_{opt.} =$  31.0 %  
 Ss = \_\_\_\_\_ G % = \_\_\_\_\_ Energía Compactación = \_\_\_\_\_



Observaciones: Limo arcilloso café varios tonos con vetas calizas.

FIG. N° 20

P.A. 12

# AMPLIACION DE CORONA

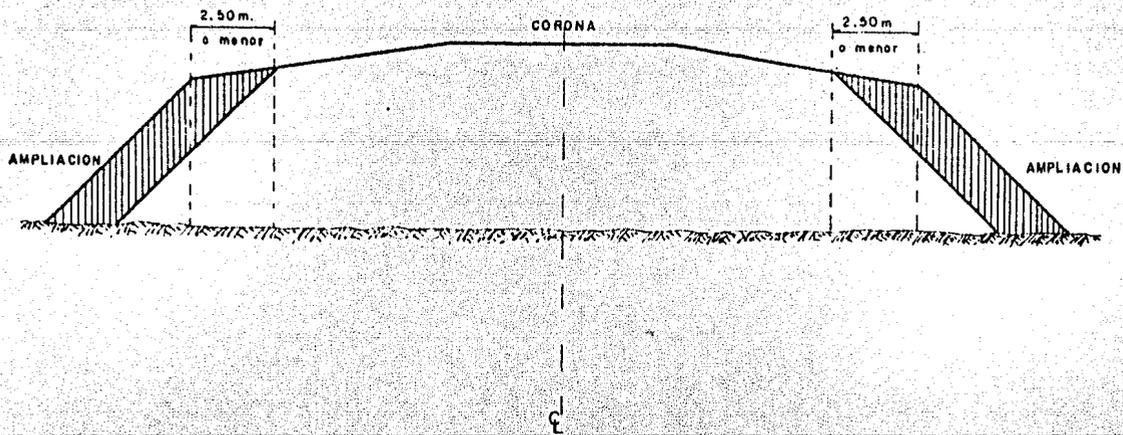


FIG. 28

## TENDIDO DE TALUDES

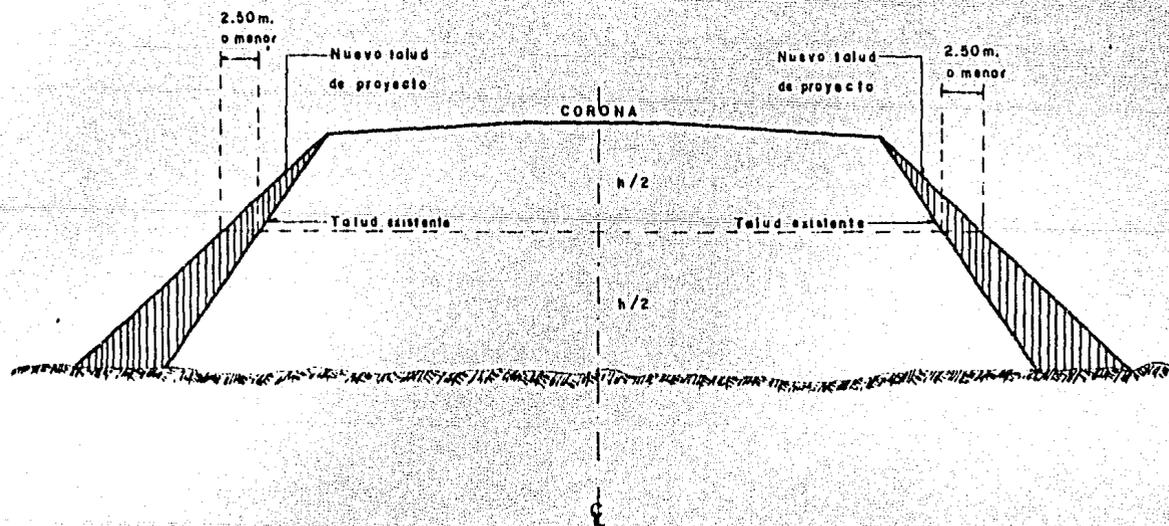


FIG. 29

terminará seccionando el terraplén a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere, calculándolo por el método del promedio de áreas extremas y tomando como base la sección del proyecto haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.6.- Para la formación de la parte de los terraplenes adicionados -- con sus cuñas de sobreancho, que se construyan con material no compactable, el volúmen se determinará seccionando el terraplén a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere, calculando por el método del promedio de áreas extremas y tomando como base la sección del proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.7.- El agua empleada en la compactación de terracerías, se medirá en las pipas en el lugar de aplicación.

11-04.8.- La compactación a que se refieren los incisos 11-04.2, 11-04.3 y 11-05.4, sólo se medirá cuando en el proceso de ejecución de la obra se haya usado equipo especialmente diseñado para dicho efecto.

11-04.9.- Para la formación y compactación de las cuñas de los terraplenes contiguos a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel adicionadas con sus cuñas de sobreancho, el volúmen se determinará seccionando el terraplén a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere, calculando por el método del promedio de áreas extremas y tomando como base la sección del proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría. El volúmen que se medirá será el del material de derrame, cuando proceda, más el del material que se encuentre atrás del apoyo, limitado como se indica en la figura N° 30.

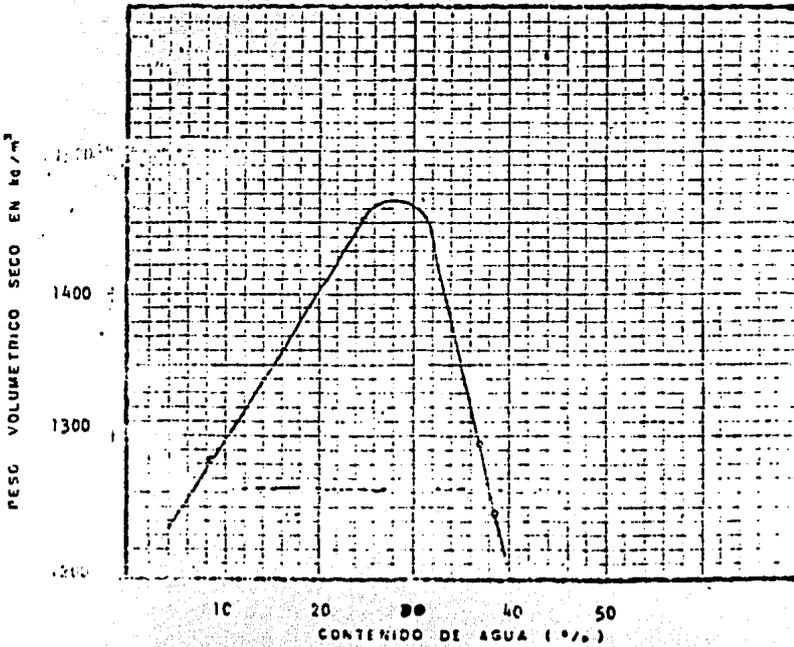
11-04.10.- La compactación del terreno natural en las áreas para desplante de los terraplenes y de la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, por unidad de obra terminada, se medirá cubicando el material compacto, tomando como base el espesor y el ancho fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.

11-04.11.- Para la formación y compactación de los terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho, de la capa superior de los terraplenes cuya parte inferior fué construída con material no compactable adicionada con sus cuñas de sobreancho y de los terraplenes de relleno construídos para formar la sub-rasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional, por unidad de obra terminada se considerará el volúmen que indique el proyecto para el material ya compacto, correspondiente a cada uno de los grados de compactación señalados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, haciendo las modificaciones que correspondan por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.12.- Para la formación y la compactación de la ampliación de la corona, de la elevación de la sub-rasante y del tendido de taludes en te

## Compactación próctor

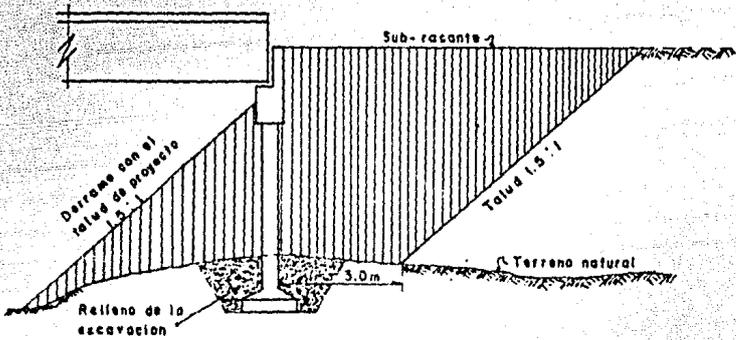
Procedencia EL AMORCADO-LA GRIEGA-EDO. QRO. fecha: \_\_\_\_\_  
 Sondeo N° PCA - 11 Muestra N° 1 Prof. 0.60 - 0.90 m  
 $\gamma_{opt}$  1465 kg/m<sup>3</sup> e: \_\_\_\_\_  $w_{opt}$  28.0 %  
 Ss          G %          Energía Compactación SAHDP



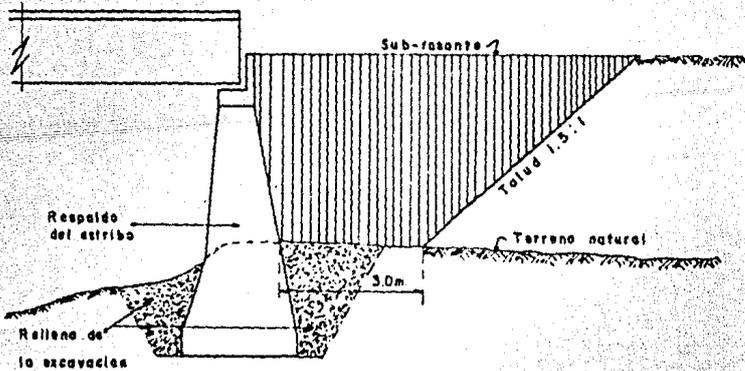
Observaciones: Limo arcilloso café claro con arena.

FIG. N° 21

# CUÑAS DE TERRAPLENES



CORTE POR  $\epsilon$



CORTE POR  $\epsilon$

rraplenes existentes, adicionados con sus cuñas de sobreebancho en cada caso, por unidad de obra terminada se considerará el volúmen que indique el proyecto para el material ya compacto, de acuerdo con los grados de compactación señalados en el mismo y/o ordenados por la Secretaría, haciendo las modificaciones que correspondan por cambios autorizados por la Secretaría. No son aplicables las consideraciones indicadas en los párrafos A), B) y C) del inciso 11-04.4.

11-04.13.- Para la formación de la parte de los terraplenes y sus cuñas de sobreebancho, que se construyan con material a volteo y la formación de las partes de los terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreebancho -- que se construyan con material no compactable, por unidad de obra terminada, el volúmen se determinará seccionando el terraplén a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere, calculando por el método del promedio de áreas extremas y tomando como base la sección del proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

11-04.14.- Para la formación y compactación de las cuñas de los terraplenes contiguos a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel, adicionadas con sus cuñas de sobreebancho, por unidad de obra terminada, -- el volúmen se determinará seccionando el terraplén a cada veinte (20) metros ó menos si la configuración del terreno así lo requiere, calculando por el método del promedio de áreas extremas y tomando como base la sección del proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría y tomando en cuenta las limitaciones indicadas en el inciso 11-04.9.

11-04.15.- No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, -- proveniente de las tolerancias a que se refiere el inciso 11-03.19.

11-04.16.- No se medirán los volúmenes de materiales que forman los terraplenes y las cuñas de sobreebancho por concepto de extracción, carga y acarreo libre y descarga, los cuales ya han sido considerados en las cláusulas 9-05 y 10-04 de esta parte.

#### 11-05.- BASE DE PAGO.

11-05.1.- La compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes y de la cama en los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: escarificación; la incorporación del agua empleada y la compactación hasta obtener el grado fijado y/o ordenado.

11-05.2.- La formación y compactación de los terraplenes, de la capa superior de los terraplenes cuya parte inferior fué construída con material -- no compactable, de los terraplenes de relleno construídos para formar la sub-rasante de los cortes en que se haya ordenado excavación adicional y de las cuñas de terraplenes contiguas a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel, adicionados con sus cuñas de sobreebancho

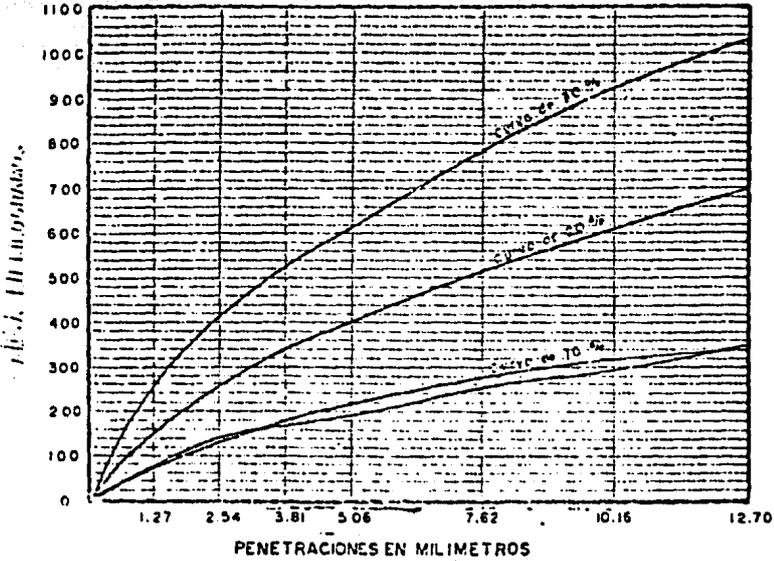
Valor relativo de soporte

Procedencia: EL AHORCADO-LA GRIEGA EDO. DE QUERETARO

Sondeo N° PCA - 11 M - 1 Profundidad: 0.60 - 0.90 m

Estudio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Observaciones: Limo arcilloso café claro con arena.



$\omega$  29.95 %  $\gamma_m$  1.876 ton/m<sup>3</sup>

$e$  \_\_\_\_\_  $\gamma_s$  1.443 ton/m<sup>3</sup> V.R.S. 10.59 %

$G_s$  \_\_\_\_\_ Expansión: 1.857 %

FIG. N° 22

en cada caso cuando proceda, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por : formación del terraplén incluyendo el extendido del material en capas; incorporación del agua empleada en la compactación; de las capas al grado fijado y/o ordenado; recorte de las cuñas de sobreebancho con el extendido del material al pie de los taludes y afinamiento de toda la sección.

11-05.3.- La formación y compactación de la ampliación de la corona, - de la elevación de sub-rasante y del tendido de taludes, en terraplenes existentes, adicionados con sus cuñas de sobreebancho en cada caso, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por : excavación de escalones de liga, en taludes de terraplenes existentes; extendido del material en capas para la formación de la nueva sección; incorporación del agua empleada en la compactación; compactación de las capas al grado fijado y/o ordenado; recorte de las cuñas de sobreebancho con el extendido del material al pie de los taludes; y afinamiento de toda la nueva sección.

11-05.4.- La formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebancho construídas con material a volteo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por : formación del terraplén a volteo; en su caso, el recorte de las cuñas de sobreebancho con el extendido del material al pie de los taludes; y el afinamiento de los taludes.

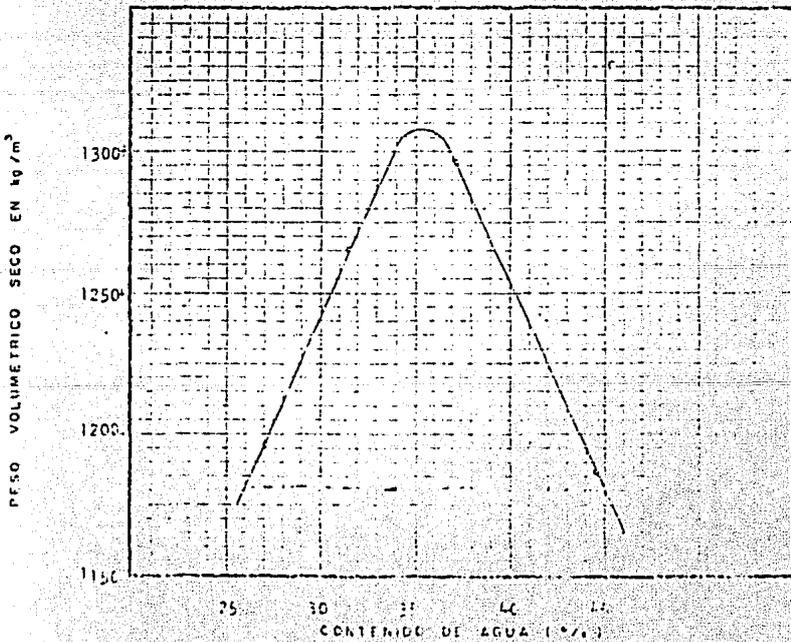
11-05.5.- La formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebancho construídas con material no compactable se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por : formación del terraplén incluyendo el extendido del material en capas; operación de acomodo del material de las capas; distribución y acomodo del material fino para reducir vacíos; trabajo del equipo con movimiento roncoado; recorte de las cuñas de sobreebancho con el extendido del material al pie de los taludes; y afinamiento de los taludes.

11-05.6.- El agua empleada en las compactaciones se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por : extracción; carga a los vehículos de transporte; acarreo libre; aplicación y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

11-05.7.- La compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes y de la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, por unidad de obra terminada, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado, al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por : escarificación; extendido del material; permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo a cualquier distancia, -

## Compaction proctor

Procedencia EL AHORCADO-LA GRIEGA EDO. QRO. fecha \_\_\_\_\_  
 Sondeo N° PCA - 11 Muestra N° 2 Prof. 2.0 - 2.3 m.  
 $\gamma_{opt}$  = 1308 kg/m<sup>3</sup> e = \_\_\_\_\_  $\omega_{opt}$  = 35.0 %  
 Ss = \_\_\_\_\_ G % = \_\_\_\_\_ Energía Compaction = \_\_\_\_\_



Observaciones Linea de campo de agua de la muestra

aplicación e incorporación del agua necesaria para la compactación; compactación hasta obtener el grado fijado y/o ordenado; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

11-05.8.- La formación y compactación, por unidad de obra terminada, de los terraplénés, de la capa superior de los terraplénés cuya parte inferior fué construída con material no compactable, de los terraplénés de relleno-construídos para formar la sub-rasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional, de las cuñas de terraplénés contiguas a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel y de la ampliación de corona, de la elevación de sub-rasante y del tendido de taludes, adicionales con sus cuñas de sobreancho en cada caso cuando proceda, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado, al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: formación de terraplénés extendiendo el material en capas; permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo a cualquier distancia, aplicación e incorporación del agua necesaria para la compactación; en su caso, operaciones para quitar la humedad excedente de la óptima para compactación; compactación de las capas al grado fijado y/o ordenado; recorte de las cuñas de sobreancho con el extendido del material al pie de los taludes; afinamiento de toda la sección; y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua durante las cargas y las descargas.

11-05.9.- La formación de la parte de los terraplénés y de sus cuñas de sobreancho que se construyan con material a volteo, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: formación de terraplén a volteo; en su caso, recorte de las cuñas de sobreancho con el extendido del material al pie de los taludes; y el afinamiento de los taludes.

11-05.10.- La formación de la parte de los terraplénés y de sus cuñas de sobreancho que se construyan con material no compactable, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: formación del terraplén incluyendo el extendido del material en capas; distribución y acomodo del material fino para reducir vacíos; trabajo del equipo con movimiento roncoado; recorte de las cuñas de sobreancho con el extendido del material al pie de los taludes; y afinamiento de los taludes.

#### V.- REAFINAMIENTO.

##### 12-01.- DEFINICION.

12-01.1.- Excavaciones y movimientos de materiales con volúmen total hasta de tres mil (3,000) metros cúbicos por kilómetro, necesarios para - - -

PROPIEDADES INVICIALES DE  
MUESTRAS CUBICAS INALTERADAS

S O I. D. E. O	PROF m	MUESTRA No.	W %	L.L %	L.P %	I.P %	G. %	A. %	F. %	SUCS.	Peso Vol t/m <sup>3</sup>	DESCRIPCION
PCA - 1 Km 216 + 500	0.6 - 0.6	1	23.9	64.0	35.7	28.67	0.0	8.6	91.4	III	1.415	Limo arcilloso café oscuro materia orgánica y vetas calizas.
PCA - 3 Km 217 + 500	0.6 - 0.6	1	17.4	49.4	26	20.8	0.0	10.4	89.6	II	1.442	Limo arcilloso café de varios tonos.
PCA - 3 Km 217 + 500	2.0 - 2.3	2	16.5	47.2	29	17.9	0.0	11.4	88.6	II	1.332	Limo arcilloso café claro con arena.
PCA - 5 Km 218 + 500	0.6 - 0.9	1	16.0	59.0	32.2	26.7	0.0	9.3	90.7	III	1.428	Limo arcilloso café claro con arena fina.
PCA - 5 Km 218 + 500	2.0 - 2.3	2	19.8	43.8	31.2	12.6	0.0	8.9	91.1	II	1.357	Limo arcilloso café claro con arena.
PCA - 7 Km 219 + 500	0.6 - 0.9	1	22.4	63.7	34.8	20.1	0.0	6.2	93.8	III	1.401	Arcilla limosa café oscuro con vetas calizas y materia orgánica.
PCA - 7 Km 219 + 500	2.0 - 2.3	2	16.9	43.3	31.5	15.8	0.0	8.5	91.5	II	1.728	Limo arcilloso café varios tonos con vetas calizas.
PCA - 9 Km 220 + 500	0.6 - 0.9	1	21.1	62.1	33.3	28.8	0.0	5.5	94.5	III	1.480	Arcilla arenosa --- gris claro.
PCA - 11 Km 221 + 500	0.6 - 0.9	1	14.2	49.5	31.9	17.6	2.8	5.8	91.4	II	1.527	Limo arcilloso café claro con arena.
PCA - 11 Km 221 + 500	2.0 - 2.3	2	15.3	49.8	35.9	13.8	0.0	8.7	91.3	II	1.477	Limo arcilloso café claro con arena.

NOTA: Grava - Porción de suelo menor de 3" y que se retiene en la malla No. 4  
 Arena - Porción de suelo que pasa la malla No. 4 y que es retenido por la malla No. 200  
 Finos - Porción de suelo que pasa la malla No. 200

afinar, rehacer ó modificar la sección de proyecto de las terracerías de una obra vial, ya atacadas ó terminadas y recibidas con anterioridad por la Secretaría.

#### 12-02.- MEDICION.

12-02.1.- La medición del reafinamiento se hará tomando como unidad el kilómetro, considerando el resultado con una (1) decimal.

12-02.2.- No se medirá el reafinamiento cuando el pago de las terracerías se haga por unidad de obra terminada.

#### 12-03.- BASE DE PAGO.

12-03.1.- El reafinamiento se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro. Este precio unitario es solo una compensación por ser el volumen movido por kilómetro menor de tres mil (3,000) metros cúbicos; el pago de los trabajos de desmonte, cortes, préstamos, acarreo de terracerías y compactaciones, se hará por separado.

### VI.- CANALES.

#### 13-01.- DEFINICION.

13-01.1.- Excavaciones ejecutadas a cielo abierto, con objeto de formar la sección de las contracunetas, cauces artificiales y de rectificación de cauces naturales, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

#### 13-02.- EJECUCION.

13-02.1.- El proyecto y/o la Secretaría indicarán si las excavaciones para canales deben ejecutarse a mano ó con máquina. En este último caso, el equipo de construcción será previamente autorizado por la Secretaría. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.

13-02.2.- Las excavaciones para canales se ajustarán a los procedimientos de construcción fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de la excavación.

13-02.3.- Durante el proceso de la excavación, la Secretaría ordenará las obras auxiliares necesarias para ejecutar, donde sea posible económicamente la excavación en seco, es decir, sin tirante de agua.

13-02.4.- Los materiales resultantes de la excavación deberán emplearse ó depositarse en el lugar y forma indicados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.

VIA FERREA MEXICO QUERETARO  
 TRAMO EL AHORCADO-LA GRIEGA  
 Km 216 + 000 - 222+ 000  
 RESULTADOS DE EXPANSIONES BAJO CARGA

SONDEO	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)	S <sub>s</sub>	SATURACION % EXPANSION	P <sub>1</sub> =0.124 Kg/cm <sup>2</sup> % EXPANSION	P <sub>2</sub> =0.250 Kg/cm <sup>2</sup> % EXPANSION
PCA-3 Km 217 + 500	1	0.60 - 0.90	2.62	2.50	0.40	- 0.44
PCA-5 Km 218 + 500	1	0.60 - 0.90	2.62	3.50	1.90	1.77
PCA-7 Km 219 + 500	1	0.60 - 0.90	2.63	2.70	2.00	1.10
PCA-9 Km 220 + 500	1	0.60 - 0.90	2.62	0.40	- 1.47	2.31
PCA-11 Km 221 + 500	1	0.60 - 0.90	2.63	2.00	0.70	1.00

+ EXPANSION  
 - ASIENTAMIENTO

Tabla No. 2

13-02.5.- Cuando el material se desperdicie lateralmente se dejará, entre la excavación y el depósito, una berma con un ancho mínimo igual a la mitad de altura del corte del canal y ningún caso menor de un (1) metro. Tratándose de contracunetas y canales en ladera, el desperdicio se depositará formando un bordo de sección sensiblemente uniforme, paralelo a la contracuneta y al canal, siempre del lado de aguas abajo.

13-02.6.- Los taludes y el fondo de los canales deberán ser afinados de acuerdo con la sección y la pendiente fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la Secretaría.

13-02.7.- El Contratista mantendrá los canales libres de azolves y materias extrañas, hasta que la Secretaría reciba la obra.

13-02.8.- En los casos en que no pueda drenarse la excavación en forma natural y se requiera bombeo para ejecutarla económicamente, el Contratista someterá previamente a la aprobación de la Secretaría el equipo de bombeo que pretenda emplear y dicho equipo deberá trabajar a la capacidad normal correspondiente a las condiciones locales. Cuando el pago de las excavaciones se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la aprobación anterior.

### 13-03.- MEDICION.

13-03.1.- La medición de los volúmenes excavados se hará tomando como unidad el metro cúbico. El resultado se redondeará a la unidad.

13-03.2.- Los volúmenes de las excavaciones a que se refiere el inciso 13-01.1 se considerarán de acuerdo con una (1) de las dos (2) modalidades que se indican a continuación:

A) Verificando en la excavación misma y usando el método del promedio de áreas extremas, en distancias de veinte (20) metros ó menores si la configuración del terreno así lo requiere.

B) Por unidad de obra terminada, verificando en la excavación misma y usando el método del promedio de áreas extremas, en distancias de veinte (20) metros ó menores si la configuración del terreno así lo requiere. No se clasificará el material excavado.

13-03.3.- Cuando proceda clasificar el material producto de la excavación, los volúmenes se clasificarán fijando en la propia excavación los porcentajes de los materiales "A", "B" y "C" que los integran. Siempre que sea posible, se hará la medición directa de los volúmenes correspondientes a cada uno de los materiales "A", "B" y "C".

13-03.4.- La medición de los volúmenes excavados, de acuerdo con su profundidad, se hará como se indica a continuación:

A) Hasta dos puntos cincuenta (2.50) metros de profundidad considerada a-

### BALASTADO:

Construida con material producido de banco de préstamo cuyo calidad deberá ajustarse a lo señalado en las especificaciones de construcción, S.O.P. Parte octava, Libro primero capítulo XCIV Edición 1971

### CAPA SUB-RASANTE:

Construida en capas con material producido de préstamo lateral exceptuando de materiales arcillosos compactados al 95% del peso volumétrico máximo PROCTOR S. O. P. y con humedad optima

Nivel del terreno natural

Arcilla limosa negra

Limo arcilloso café claro

1.50 m.

SEGUN PROYECTO

SEGUN PROYECTO

Bombeo 0.30 m.

Proporcionar bombeo desde este nivel

VARIABLE

### SUB-BALASTADO

Construida en capas de espesor máximo de 0.15 m. con material producido de banco de préstamo, cuya calidad y porcentaje de compactación deberá cumplir con las especificaciones generales de construcción S. O. P. parte octavo, Libro primero capítulo XCIV Edición 1971

### CUERPO DE TERRAPLEN:

Construido en capas, con material producido de préstamo lateral compactado al 90% del peso volumétrico máximo PROCTOR S. O. P. y con humedad optima

### NIVEL DE DESPALME:

-M Aproximadamente 0.30 m Abajo del nivel del terreno natural, para retirar el estrato de arcilla negra superficial CH y MH

VIA FERREA, MEXICO - QUENETANO  
TRAMO EL AHUICADO LA OMEGA

ESTUDIO GEOTECNICO  
KM. 215+000 - 222+000

CUERPO DE TERRAPLEN

MEXICO, D. F.  
AÑO 1972

FIG 2A

partir del borde más abajo del terreno natural original.

B) A partir de dos punto cincuenta (2.50) metros de profundidad, contados a partir del borde más abajo del terreno natural original, por cada metro ó fracción adicional, con aproximación de una (1) decimal.

C) Por unidad de obra terminada, para cualquier profundidad.

13-03.5.- El bombeo se medirá tomando como unidad la hora de bombeo - efectivo. Por bombeo efectivo se entenderá el tiempo que las bombas estén trabajando en forma adecuada, ordenada por la Secretaría, extrayendo el agua de las excavaciones; es decir, no se medirá el tiempo de un equipo de bombeo que esté trabajando deficientemente, ya sea por mal manejo del operador ó por malas condiciones de las bombas; además de estos tiempos que no se medirán, tampoco se tomará en consideración el tiempo empleado para lubricación ó cualquier reparación menor que deba efectuarse en el campo, así como los tiempos perdidos por cualquier otro motivo imputable al Contratista. El resultado se considerará al centésimo de hora.

13-03.6.- Cuando el Contratista, con autorización de la Secretaría emplee maquinaria en la excavación para canales, por convenir así a sus intereses, no se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, resultantes del empleo de la maquinaria.

13-04.- BASE DE PAGO.

13-04.1.- El pago de las excavaciones para canales se hará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico del material excavado, de acuerdo con su clasificación como sigue:

A) Para materiales "A", "B" y "C", a cualquier profundidad, en seco, incluyendo en el precio unitario: excavación; extracción; afinamiento; carga; acarreo libre; descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas; según se excave:

1) A mano.

2) Con máquina.

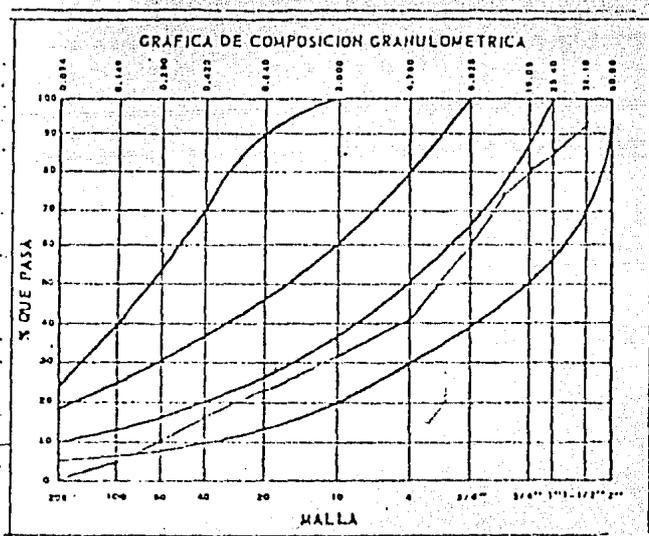
B) Para materiales "A", "B" y "C", a cualquier profundidad, cuando se requiera bombeo, incluyendo en el precio unitario: excavación; extracción; afinamiento; carga; acarreo libre; descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas; según se excave:

1) A mano.

2) Con máquina.

BANCO DE TEPETATE KM. 12+500 PARA SUB-BALASTO TRAMO: LA GRIEGA-CUERPTANO

8 - IX - 82



C) Para materiales "A", "B" y "C", a cualquier profundidad cuando se requiera bombeo, incluyendo en el precio unitario: excavación; extracción; -afinamiento; bombeo; carga; acarreo libre; descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto; y los tiempos de vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas; según se excave:

1) A mano.

2) Con máquina.

D) Para materiales "A" y "B", a cualquier profundidad, excavados dentro del agua, con máquina, sin bombeo, incluyendo en el precio unitario: excavación; extracción; carga; acarreo libre; descarga y depósito del material - en el lugar y forma que fije el proyecto; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

E) Por unidad de obra terminada, cualquiera que sea su clasificación ó profundidad, incluyendo en el precio unitario lo que corresponda por: desmonte, desviación de corrientes; excavación, en seco ó en agua, a mano ó con máquina; extracción; elevación a cualquier altura del material excavado; -afinamiento; bombeo; carga; acarreo libre; descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto; y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas.

13-04.2.- La bonificación en el pago, cuando las excavaciones sean a profundidades mayores de dos punto cincuenta (2.50) metros, se hará para cada metro adicional de profundidad, con la cantidad estipulada en el contrato. No se hará la bonificación anterior, cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

13-04.3.- El pago de bombeo se hará al precio fijado en el contrato para la hora de bombeo, de acuerdo con el tipo y capacidad de la bomba, incluyendo en el precio unitario : transportes; instalación; operación y mantenimiento del equipo.

## VII.- ACARREOS PARA TERRACERIAS.

### 14-01.- DEFINICION.

14-01.1.- Transporte del material producto de : cortes, excavaciones adicionales abajo de la sub-rasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmas, derrumbes y canales, para construir un terraplén ó efectuar un desperdicio; así como el transporte del agua empleada en la compactación de terracerías.

### 14-02.- EJECUCION.

14-02.1.- El equipo de transporte deberá ser previamente autorizado por-

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No. 4				MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 4			
MALLA DENOMINACION	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	MATERIAL QUE PASA	MALLA	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	MATERIAL QUE PASA
	W <sub>i</sub> (g)	I (%)	(%)		W <sub>j</sub> (g)	J (%)	(%)
3"				10	41.1	7.71	34.47
2"				20	48.1	9.02	25.45
1 1/2"	.400	6.32	93.68	40	38.3	7.18	18.27
1"	.470	7.43	86.25	60	40.0	7.50	10.77
3/4"	.230	3.63	82.62	100	28.1	5.27	5.50
1/2"	.580	9.16	73.46	200	21.0	3.94	1.56
1/8"	.710	11.22	62.24	PASA 200	8.3	1.56	
No. 4	1.270	20.06	42.18	SUMA	224.9	42.18	
PASA No. 4	2.670	42.18					
SUMA:	6.330	100.00					

GRANULOMETRIA

BANCO DE TEPETATE KM. 12+500 PARA SUB-DALASTO TRAMO LA CRUZA-QUERITANO

la Secretaría; salvo cuando el pago se haga por unidad de obra terminada.

14-02.2.- Los acarreo se efectuarán de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

#### 14-03.- MEDICION.

14-03.1.- Todos los materiales a que se refiere el inciso 14-01.1 tendrán un acarreo libre, a partir del término del cual, su transporte se considerará como sobreacarreo.

14-03.2.- El acarreo libre es el efectuado hasta una distancia de veinte (20) metros; el término de los veinte (20) metros de acarreo libre es el origen del sobreacarreo. Para los materiales de préstamos laterales todo el acarreo es libre.

14-03.3.- El sobreacarreo de los materiales a que se refiere el inciso 14-01.1, se considerará como sigue:

A) Hasta cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, es decir, hasta cien (100) metros contados a partir del origen.

B) Hasta cinco (5) hectómetros, es decir, hasta quinientos (500) metros contados a partir del origen.

C) A más de cinco (5) hectómetros, es decir, de quinientos (500) metros en adelante, contados a partir del origen.

14-03.4.- El sobreacarreo de los materiales a que se refiere este capítulo se cuantificará multiplicando el volumen de los materiales acarreados, medidos como se indica en que corresponda para cada material de lo anotado en el inciso 14-01.1, por la distancia de sobreacarreo, tomando en cuenta lo indicado en esta cláusula y considerando como unidad el metro cúbico-estación, el metro cúbico-hectómetro y el metro cúbico-kilómetro, según sea la distancia de sobreacarreo. El resultado se redondeará a la unidad.

14-03.5.- El acarreo libre se determinará como sigue :

A) En las terracerías compensadas, limitado por el diagrama de masas de proyecto.

B) En los préstamos laterales, la totalidad del acarreo.

C) En los préstamos de banco, a partir del centro del lugar de excavación del préstamo y sobre la ruta más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría.

D) En los desperdicios, derrumbes, despalmes, escalones y ampliación-

" PRUEBA FORJEN ESTANDAR SATURADA "

LABORATORISTA: C. FELICIANO MUÑOZ P. FECHA 8 - IX - 82

PROCEDENCIA: BANCO DE TEPETATE KM. 12+500 PARA CUI-PALACTO

TRAMO: LA GRINGA-CUFRETIARO  
 ENSAYE NUMERO 3064

PESO MATERIAL, gr.	4000			
CILINDRO NUM.	2			
ALT. MOLDE, cm.	12.69			
DIFERENCIA, cm.	2.32			
ALT. ESPEC., cm.	10.37			
AREA MOLDE cm.2	123.59			
VOL. ESPEC. cm.3	2008			
PESO ESP. HUM. Kg/m3	1992			
PESO ESP. S.M., Kg/m3	1581			

" H U M E D A D "

PESO HUMEDO, gr.	300.0			
PESO SECO, gr.	352.7			
CONT. DE AGUA, gr.	47.3			
% HUMEDAD	19%			

" PESOS VOLUMETRICOS Y HUMEDADES "

PESO VOLUM. SUELTO	1082			
PESO VOLUM. COMPACTO	1152			
HUMEDAD OPTIMA	19%			
HUMEDAD NATURAL	16%			
VALOR CEMENTANTE	16% / cm2.			
EQUIVALENTE DE ARENA	38.3%			

y/o terraplenes existentes y canales, a partir del centro del lugar de excavación y sobre la ruta accesible más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría.

E) Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría.

14-03.6.- La distancia de sobreacarreo de los materiales a que se refiere el inciso 14-01.1, salvo los provenientes de préstamo lateral para los cuales no hay sobreacarreo, se considerará a partir del origen del sobreacarreo y se medirá en estaciones de veinte (20) metros, hectómetros ó en kilómetros según corresponda, para un material, y en cada caso considerando sólo uno (1) de los cuatro (4) sistemas que a continuación se indican:

A) En sobreacarreos hasta cinco (5) estaciones, tomando como unidad la estación de veinte (20) metros, con aproximación de una (1) decimal.

B) En sobreacarreos hasta de cinco (5) hectómetros, tomando como unidad el hectómetro, con aproximación de una (1) decimal.

C) En sobreacarreos a más de cinco (5) hectómetros, tomando como unidad el kilómetro, con aproximación de una (1) decimal.

D) La distancia de sobreacarreo del agua para compactación de terracerías, se medirá tomando como unidad el kilómetro, con aproximación de un (1) decimal.

14-03.7.- La distancia de sobreacarreo, cualesquiera que sea ésta, se determinará según se indica a continuación:

A) En las terracerías compensadas, en el diagrama de masas del proyecto, entre los centros de gravedad de la excavación y del terraplén, descontando la distancia de acarreo libre.

B) En los préstamos laterales no se determina.

C) En los préstamos de banco, entre los centros del lugar de la excavación del préstamo y el lugar de descarga en el terraplén, según la ruta más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría, descontando la distancia de acarreo libre.

D) En los desperdicios, derrumbes, despalmes, escalones, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes y canales, entre el centro del lugar de excavación y el centro del depósito, según la ruta accesible más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría, descontando la distancia de acarreo libre.

E) La distancia de sobreacarreo de los volúmenes de agua para la compa

PRUEBA SOBRE MATERIALES EN TENSION EN LA MALLA No. C.425

LABORATORISTA: G. ENICIAN J. DE ROSA FECHA: 8 - IV - 62

PROCEDENCIA: BANCO DE TEPETATI KM. 12+500 CARA SUR - MEXICO

TRAMO: LA GRINGA - CUERPO

ENSAYE No. 3064

LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	1
	Pw - RECIPIENTE (1)	46.97
	Ps - RECIPIENTE (2)	35.49
	AGUA = (1)-(2)=(3)	7.48
	Ps - RECIPIENTE (2)	16.46
	RECIPIENTE (4)	23.00
	Ps = (3)-(4)=(5)	16.45
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(5)}{(3)} \times 100 = (6)$	45.36
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	2
	Pw - RECIPIENTE (7)	32.53
	Ps - RECIPIENTE (8)	23.75
	AGUA = (7)-(8)=(9)	7.78
	Ps - RECIPIENTE (8)	29.75
	RECIPIENTE (10)	23.00
	Ps = (9)-(10)=(11)	6.75
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(11)}{(6)} \times 100 (12)$	41.18
	INDICE PLASTICO = (6)-(12)	4.18
CONTRACCION LINEAL	MOIDE No.	1
	LONGITUD DEL MOIDE, MM. (13)	10.00
	LONG. BARRA MUE. SPEC, MM. (14)	9.40
	% CONTRACCION LINEAL = $\frac{10.00 - 9.40}{10.00} \times 100$	6.0

tación de terracerías, se medirá según la ruta accesible más corta y conveniente, a juicio de la Secretaría, entre el lugar de su obtención y el centro del lugar de aplicación, descontando la distancia de acarreo libre.

14-03.8.- Cuando la compactación del terreno natural y la formación de los terraplenes compactados se paguen por unidad de obra terminada, no se medirán los sobrecarreos del agua empleada para la compactación.

14-04.- BASE DE PAGO.

14-04.1.- El pago de acarreo libre de los materiales y el del agua, queda incluido en el precio unitario del concepto de obra de que se trate.

14-04.2.- El sobrecarreo se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico-estación, para el metro cúbico-hectómetro ó para metro cúbico-kilómetro, según sea la distancia de sobrecarreo. Este precio unitario corresponde exclusivamente al transporte.

14-04.3.- Cuando en el pago de conceptos por unidad de obra terminada, de las obras a que se refiere esta parte, proceda el pago de sobrecarreos, este se hará como se indica en el inciso 14-04.2.

**EMBAYE DE MATERIALES  
PARA  
SUB BASES Y BASES**

**OBRA: F.F.C.C. MEXICO QUERETARO**

Procedencia RCO. AHORCADO

Muestras Núm. 1

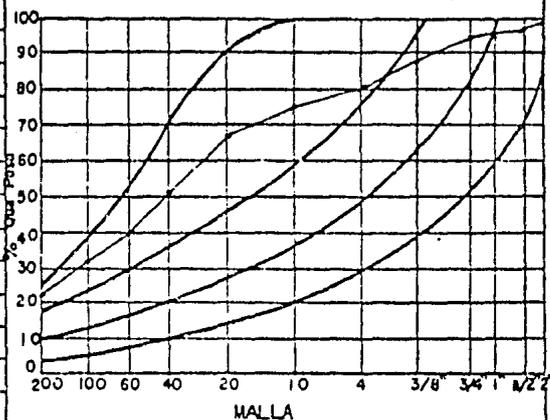
Descripción MATERIAL PARA TERRACERIA

Fecha Recibo  
4 FEBRERO 1953

**COMPOSICION GRANULOMETRICA**

MALLA	% PASANDO
2"	99
1 1/2"	97
1"	96
3/4"	95
3/8"	88
Núm. 4	80
Núm. 10	76
Núm. 20	67
Núm. 40	51
Núm. 60	40
Núm. 100	32
Núm. 200	22
Retenido 2"	0 %

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**



Peso Vol. Suelto 1054 Ton/m3	Peso Vol. Máximo 1608 Ton/m3	Cont. Agua Optimo 22.2 %
Valor Relativo de Soporte (CVR)	Expansión	Valor Cementante 3.14 kg/cm2
Estándar % Del Lugar 46.32 %	.63 %	Equivalente Arena %
Pruebas en Material Tamizado Por la Malla Núm. 40		Densidad
Límite Líquido 42.10	Índice Plástico 16.06	Mat. Mayor 1/4" 2.26 %
Límite Plástico 26.04	Contracción Lineal 3.4 %	Absorción
Clasificación Petrográfica ARCILLA-LIMOSA	Tipo de suelo (SUCS) (O.L.)	

**CONSERVACTORES**

EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE CON LOS REQUISITOS  
PARA SER UTILIZADO COMO TERRACERIA.

FORMULO	AÑO				
J. R. R.	ING. ROBERTO	21	FEBRERO	1953	IMP. NUM.

### C. - TIPOS DE SECCIONES.

Para este trabajo las secciones tipo más usuales para corte y terraplén en Tangente y Curva, en las Vías Férreas, son las que a continuación aparecen :

**ENSAYE DE MATERIALES  
PARA  
SUB BASES Y BASES**

**OBRA: F.F.C.C. MEXICO QUERETARO**

Procedencia BCO. LA VENTA GUADALUPE

Muestras Núm. 2

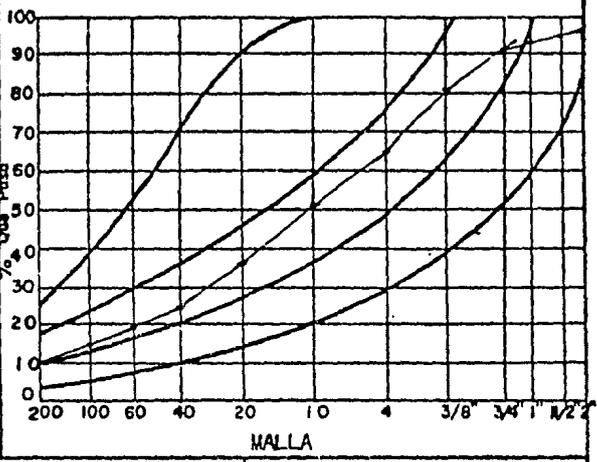
Descripción MATERIAL PARA TERRACERIA

Fecha Recibo  
4 FEBRERO 1983

**COMPOSICION GRANULOMETRICA**

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**

MALLA	% PASANDO
2"	96
1 1/2"	94
1"	92
3/4"	91
3/8"	81
Núm. 4	66
Núm. 10	51
Núm. 20	37
Núm. 40	25
Núm. 60	19
Núm. 100	15
Núm. 200	10
Retenido 2"	0 %



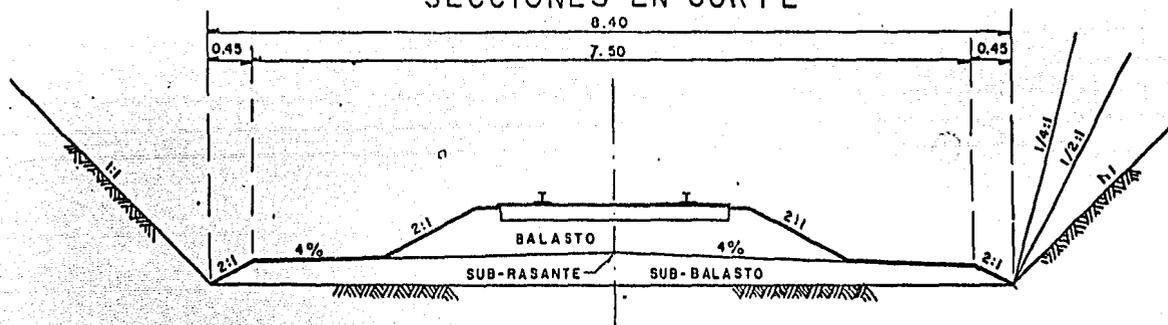
Peso Vol. Suelto 1010 Ton/m3	Peso Vol. Máximo 1592 Ton/m3	Cont. Agua Óptimo 25.2 %
Valor Relativo de Soporte (CVR)	Expansión	Valor Cementante 2.64 kg/cm2
Estándar % Del Lugar 63.2 %	.83 %	Equivalentes Arena — %
Pruebas en Material Tamizado Por la Malla Núm. 40		Densidad Mat. Mayor 1 7/8" 2.20 %
Límite Líquido 44.00	Índice Plástico N.P.	Absorción Mat. Mayor 1/4 7.59 %
Límite Plástico N.P.	Contracción Línea 0 %	Mat. Menor # 4
Clasificación Petrográfica LIMO-ARENOSO	Tipo de suelo (SUCS) ( ML )	

**OBSERVACIONES**

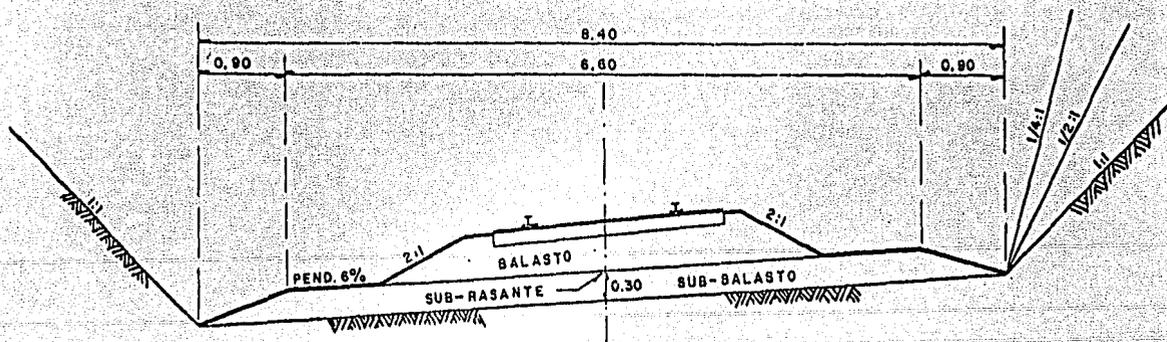
EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARA SER UTILIZADO COMO TERRACERIA.

FORMULADO J.E.R.	AÑOSO ING. ROBERTO A.	21	FEBRERO	1983	INF. NUM.
---------------------	--------------------------	----	---------	------	-----------

# SECCIONES EN CORTE



## PARA TANGENTE



## PARA CURVA

## CAPITULO TERCERO

### EL PROCESO CONSTRUCTIVO EN LAS TERRACERIAS

#### a.- GENERALIDADES.

**PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LAS TERRACERIAS.**- Para el inicio de construcción de una obra vial, se deberá efectuar primero el desmonte - (derecho de vía y zonas de bancos), incluyendo: tala, roza, desenraice, - limpia y quema.

Para fines de desmonte se consideran los siguientes tipos de vege-  
tación: Manglares, selva ó bosque, monte de regiones áridas ó semi-áridas, monte de regiones desérticas, zonas cultivadas ó pastizales.

Cuando la capa superficial de una zona de corte no sea adecuada - para la formación de terraplén, este material se despalmará y desperdiciará.

Las contra-cunetas, deberán de construirse simultáneamente al hacerse los cortes, procurando que, en los taludes de estos no queden rocas flojas y material suelto.

En los cortes de material "C" la excavación se efectúa a 30 cm. como mínimo, abajo de la sub-rasante, y no quedando salientes de roca mayores de 15 cm., arriba de la excavación mínima mencionada.

La construcción de alcantarillas y muros de sostenimiento deberán de determinarse primero, antes de iniciar los cortes dentro de los 500 mts., contiguos a cada frente.

Cuando la pendiente transversal del camino, es mayor del 25%; se construirán escalones de liga, dentro de la zona donde vayan a construirse terraplén, para evitar deslizamientos.

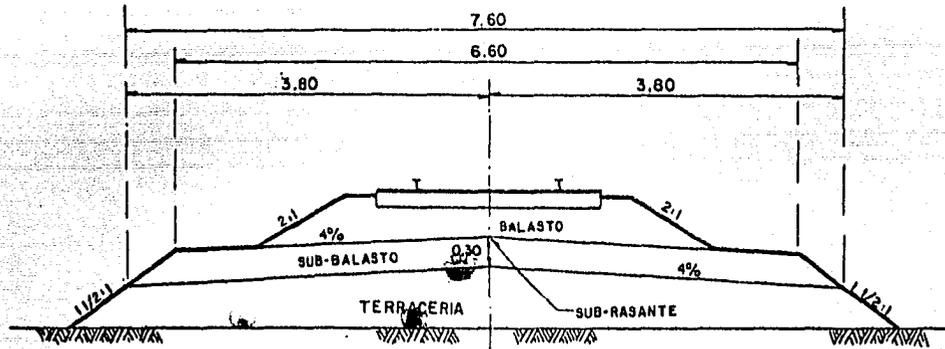
El despalme en la zona de terraplén, se ejecutará antes de iniciar la construcción, debiendo haber hecho esta operación dentro de los 500 mts. contiguos a cada frente.

Las tolerancias en la construcción de cortes, en cuanto al ancho de corona a nivel de sub-rasante es de más o menos de 10 cms.

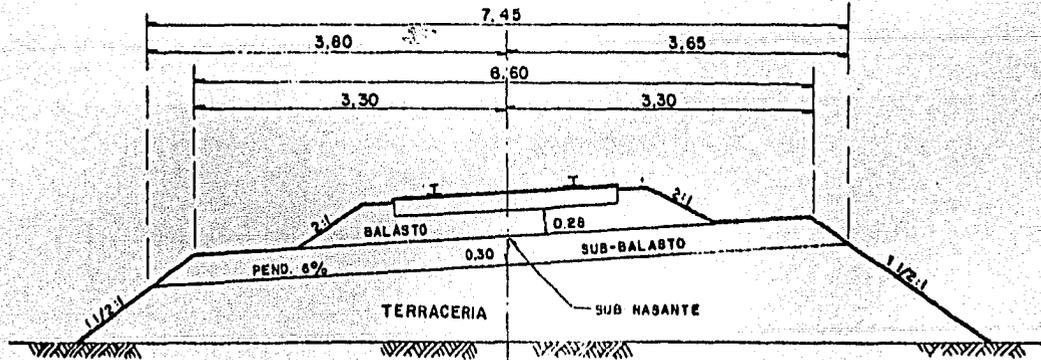
Las salientes aisladas, con respecto a la superficie teórica del talúd en material "A" ó "B", serán menores de 10 cms., y en material "C", - menores de 50 cms.

Las excavaciones en los préstamos, serán las más regulares posibles, quedando bien drenadas y de ser posible localizadas, aguas abajo del proyecto y separadas como mínimo a 3 metros de los cerros.

# SECCIONES EN TERRAPLEN



PARA TANGENTE



PARA CURVA

## CAPITULO CUARTO

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN LAS TERRACERIAS PARA MINIMIZAR LOS COSTOS.

#### a.- GENERALIDADES.-

Del estudio Geotécnico efectuado durante la construcción de las terracerías, en la Línea Férrea México - Querétaro., tramo El Ahorcado - La Griega y que aparece en el capítulo segundo de este trabajo, tomamos los datos necesarios para analizar los precios unitarios, para que estos se apeguen lo más posible a la realidad y por lo consiguiente se minimizan los costos con datos tomados directamente de la obra.

Los precios unitarios que más adelante veremos, estan referidos a las -- Especificaciones Generales de Construcción que aparecen en el capítulo tercero, de este trabajo y apoyándonos en estas, en muchos de los casos minimizamos los costos.

Todas las definiciones que a continuación daremos, en lo referente a precios unitarios, estan tomadas del Diario Oficial con fecha 6 de Julio de 1983.

El precio unitario es el importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo.

b.- CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO.- El precio unitario se integra sumando todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, al cargo por la utilidad y aquellos cargos adicionales estipulados contractualmente.

I.- CARGOS DIRECTOS.- Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta, instalaciones y por patentes en su caso, -- efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

1.- POR MATERIALES.- Es el correspondiente a las erogaciones para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de construcción y especificaciones de "La Dependencia" o "Entidad", con excepción de los considerados en los cargos por maquinaria. Los materiales que se usen podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra; los segundos son los que se consumen en uno o varios usos y no pasan a formar parte integral de la obra.

El cargo unitario por concepto de materiales "M" se obtendrá de la ejecución :

$M = P_m \times C$   
 en la cual :

"P<sub>m</sub>" representa el precio de mercado más económico por unidad del material de que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El precio unitario del material se integrará sumando a los precios de adquisición en el mercado, los de acarreos, manobras y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.

"C" representa el consumo de materiales por unidad de conceptos de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad", considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine.

Cuando se trate de materiales temporales, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

- 2.- **POR MANO DE OBRA.**- Es la que se deriva de las erogaciones que deben hacerse, por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al cabo o primer mando. No se considerarán dentro de éste cargo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los cargos indirectos.

El cargo de mano de obra "Mo" se obtendrá de la ecuación:

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

en la cual :

"S" representa los salarios del personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo por unidad de tiempo. Incluirá todos los cargos y prestaciones derivados de la ley federal del trabajo, de los Contratos de trabajo en vigor y en su caso de la Ley del Seguro Social.

"R" representa el rendimiento, es decir, el trabajo que desarrolla el personal por unidad de tiempo, medido en la misma unidad utilizada al valuar "S".

- 3.- **POR MAQUINARIA.**- Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto

de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas y especificaciones de construcción de la "Dependencia" o "Entidad" y - conforme al programa establecido.

El cargo directo unitario por maquinaria "CM" se expresa como el cociente del costo horario directo de las máquinas, entre el rendimiento horario de dichas máquinas. Se obtendrá mediante la ecuación :

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

En la cual :

"HMD" representa el costo horario de la maquinaria. Este costo se integra con cargos fijos, los consumos y los salarios de operación, calculados por hora de trabajo.

"RM" representa el rendimiento horario de la máquina nueva en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida.

1.- CARGOS FIJOS. - Son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

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

Este cargo está dado por :

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

En la que :

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"Ve" representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

B.- INVERSION. - Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria.

Esta dado por :

$$I = \frac{(Va + Vr) i}{2 Ha}$$

En la que :

"Va" y "Vr" representan los mismos valores antes enunciados.

"Ha" representa el número de horas efectivas que el -- equipo trabaja durante un año.

"i" representa la tasa de interés anual expresada en decimales.

Las Dependencias y Entidades para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés "i". Los contratistas en sus propuestas de concurso propondrán la tasa de interés que más les convenga.

- C.- **SEGUROS.** - Es el que cubre los riesgos a que esta sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que sufra. Este cargo forma parte del precio unitario, ya sea que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros ó que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria.

Este cargo esta dado por :

$$S = \frac{Va + Vr}{2} \times \frac{S}{Ha}$$

En donde :

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"S" representa la prima anual promedio fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales.

"Ha" representa el número de horas efectivas que el -- equipo trabaja durante el año.

- D.- **MANTENIMIENTO.** - Es el originado por las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones durante su vida económica.

j.- **MAYOR.** - Son las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellos que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo. Este cargo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

jj.- **MENOR.** - Son las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios-- de repuestos que se efectúan en las propias obras,-- así como los cambios de líquido para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por :

$$T = Q \times D$$

En la que :

"Q" es el coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo y se fija en base a la experiencia estadística. "D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

ii.- **CARGO POR CONSUMOS.** - Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

A.- **COMBUSTIBLES.** - Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores. El cargo por combustible "E" se obtendrá, mediante la ecuación :

$$E = C. Pc$$

"C" representa la cantidad de combustible necesario, por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente está en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice. "Pc" representa el precio del combustible puesto en la máquina.

B.- **OTRAS FUENTES DE ENERGIA.** - Es el cargo por los consu -

mos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en la regla anterior. La determinación de este cargo requerirá en cada caso de un estudio especial.

- C.- LUBRICANTES.- Son los motivados por el consumo y los -- cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Se obtendrá de la ecuación :

$$AL = (c + al) PL$$

En la cual :

"al" representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria por hora efectiva de trabajo de acuerdo con las condiciones medias de operación ; está determinada por la capacidad de recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

"PL" representa el precio de los aceites lubricantes puestos en las máquinas.

"c" representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes.

- D.- LLANTAS.- Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas. Cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse del valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

El cargo por llantas "N" se obtendrá de la ecuación :

$$N = \frac{Vn}{Hv}$$

En la cual :

"Vn" representa el precio de adquisición de las llantas, -- considerando el precio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

"Hv" representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: Velocidad máxima de trabajo, condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición de la máquina, cargas -- que soporten y clima en que operen.

- iii.- CARGOS POR OPERACION.- Es el que resulta por concepto de -- pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo de la misma.

Este cargo se obtendrá mediante la ecuación :

$$Co = \frac{So}{H}$$

En la cual :

"So" representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina, entendiéndose por salarios la definición dada en la parte de mano de obra.

"H" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

III. - CARGO POR TRANSPORTE EXTRAORDINARIO DE MAQUINARIA. - Co responde a las erogaciones necesarias para traslado extraordinarios de maquinaria ordenados por "La Dependencia" o "Entidad". Este cargo se analizará como un concepto de trabajo específico.

#### 4.- HERRAMIENTA.

A.- DE MANO. - Este cargo corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula :

$$HM = kh \cdot Mo$$

En la cual :

"kh" representa un coeficiente cuya magnitud se fijará en función del tipo de trabajo de acuerdo con la experiencia :

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con lo referente a Mano de Obra.

B.- DE MAQUINAS. - Este cargo se analizará en la misma forma que el cargo directo por maquinaria, según lo señalado en lo referente a maquinaria.

5.- POR EQUIPO DE SEGURIDAD. - Este cargo corresponde al equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula :

$$ES = Ks \cdot Mo$$

En la cual :

"Ks" representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador.

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de Mano de Obra calculado de acuerdo con lo referente a la parte de Mano de Obra.

6.- POR INSTALACIONES.- Corresponde a las erogaciones para construir todas las instalaciones necesarias para realizar los conceptos de trabajo. Dichas instalaciones se dividen en dos grupos :

A.- GENERALES.- Se consideran como cargos indirectos.

B.- ESPECIFICAS.- Se consideran ya sea como un concepto de trabajo específico o como cargo directo dentro del concepto de trabajo del que forma parte.

II.- CARGOS INDIRECTOS.- Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza "El Contratista", tanto en sus oficinas centrales como en la obra y que comprenden, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria y en su caso prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sustrayendo los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Los gastos generales más frecuentes que podrán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la Administración Central o a la Administración de obra o a ambas, según el caso, son los siguientes :

A.- Honorarios, sueldos y prestaciones :

- 1.- Personal directivo.
- 2.- Personal técnico.
- 3.- Personal administrativo.
- 4.- Personal en tránsito.
- 5.- Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para los conceptos del 1 al 4.
- 6.- Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo para los conceptos del 1 al 4.
- 7.- Pasajes y viáticos.

B.- Depreciación mantenimiento y rentas :

- 1.- Edificios y locales.

2.- Locales de mantenimiento y guarda.

3.- Bodegas.

4.- Instalaciones generales.

5.- Muebles y enseres.

6.- Depreciación o renta y operación de vehículos.

C.- Servicios :

1.- Consultores, asesores, servicios y laboratorios.

2.- Estudios e investigaciones.

D.- Fletes y acarreos :

1.- De campamentos.

2.- De equipo de construcción.

3.- De plantas y elementos para instalaciones.

4.- De mobiliario.

E.- Gastos de oficina :

1.- Papelería y útiles de escritorio.

2.- Correos, teléfonos, telégrafos, radio.

3.- Situación de fondos.

4.- Copias y duplicados.

5.- Luz, gas y otros consumos.

6.- Gastos de concursos.

F.- Seguros, fianzas y financiamientos :

1.- Prima de seguros.

2.- Prima de fianzas.

3.- Financiamientos.

G.- Depreciación, mantenimiento y rentas de campamentos.

**H.- Trabajos previos y auxiliares :**

**1.- Construcción y conservación de caminos de acceso.**

**2.- Montajes y desmantelamiento de equipo.**

**III.- CARGOS POR UTILIDAD.-** La utilidad quedará representada por un porcentaje sobre la suma de los cargos directos más indirectos del concepto de trabajo. Dentro de este cargo queda incluido el impuesto Sobre la Renta que por Ley debe pagar "El Contratista".

**IV.- CARGOS ADICIONALES.-** Son las erogaciones que realiza "El Contratista" por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones adicionales así como los impuestos y derechos locales y federales que se causen con motivo de la ejecución de los trabajos y que no están comprendidos dentro de los cargos directos, ni en los indirectos, ni en la utilidad, se expresarán porcentualmente sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utilidad, salvo cuando en el contrato, convenio o acuerdo se estipule otra forma de pago.

c.- ESTUDIO DE INDIRECTOS Y ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA ESTE TRABAJO.

El siguiente estudio de indirectos, se plantea como si fuera una Constructora "X".

Para el cálculo del Costo Directo, de este trabajo, se tomaron los análisis unitarios de cada concepto de obra a Costo Directo y las cantidades de obra reportadas para concurso, calculándose como sigue:

Nº	INCISO	CONCEPTO	Cantidad De Obra	Costo Directo Del Concepto	Importe
1.-	15-03.2C	"Desmorte para densidad cien por ciento (100%) de vegetación, tipo Monte de Regiones áridas o semi-áridas (inciso 8-06.1)", por Ha.	24	55,049.50	1'321,188,00
2.-	15-04.3A1	"Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en Material "A", " por M3.	24,538	194.14	4'763,807,32
3.-	15-04.3A2	"Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en Material "B", " por M3.	85,885	259.92	22'323,229,20
4.-	15-04.3A3	"Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en Material "C", " por M3.	12,271	564.28	6'924,279,88
5.-	15-05.3B1	"Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en Material "A", " por M3.	19,920	190.68	3'798,345,60
6.-	15-05.3B2	"Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en Material "B", " por M3.	99,600	256.46	25'543,416,00
7.-	15-05.3B3	"Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en Material "C", " por M3.	13,280	560.82	7'447,689,60

Nº	INCISO	CONCEPTO	Cantidad De Obra	Costo Directo Del Concepto	Importe
8.-	15-06.8A	"Compactación por unidad de obra terminada del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes -- (inciso 11-05.7), para noventa por ciento (90%), por M3.	24,400	151.83	3'704,652.00
9.-	15-06-9A3	"Formación y Compactación, por unidad de obra terminada, de terraplenes adicionales con sus cuñas de sobreaancho (inciso 11-05.8), para noventa y cinco por ciento (95%), por M3.	134,494	180.67	24'299,030.98
10.-	15-09-3A	"Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3)", por M3-estación (a cada 20.0m.)	96	9.79	939.84
11.-	15-09-3B	"Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3)", por M3-Hectómetro.	5,068	13.59	68,874.12
12.-	15-09-3C	"Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3)", por M3-Km.	664,000	57.88	38'432,320.00
				Total	= \$ 138'627,772.54
COSTO DIRECTO =		\$ 138'627,772.54			

Se suponen los siguientes datos, apegados lo más posible a la realidad.

Monto anual de obras a Costo Directo = \$ 340'000,000.00

I.- ADMINISTRACION DE OBRA :

1.- HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES.

1.2.- PERSONAL TECNICO :

CATEGORIAS	Nº de personas	Nº de meses	Sueldo mensual	Costo total
Superintendente gral.	1	23.5	84,149.00	1'977,500.00
Residente de obras	2	23.5	45,000.00	2'115,000.00
Sobrestante	3	23.5	30,000.00	2'115,000.00
				6'207,500.00

1.3.- PERSONAL ADMINISTRATIVO :

CATEGORIAS	Nº de personas	Nº de meses	Sueldo mensual	Costo total
Administrador	1	23.5	35,000.00	822,500.00
Chofer compras	1	23.5	15,000.00	352,500.00
Bodeguero	1	23.5	15,000.00	352,500.00
Velador	1	23.5	15,000.00	352,500.00
				1'880,000.00

1.5.- CUOTA PATRONAL DEL SEGURO SOCIAL E IMPUESTO ADICIONAL PARA RENU  
MERACIONES PAGADAS :

Costo de la Empresa =  $0.22738 (6'207,500.00 + 1'880,000.00) = 1'838,935.80$

1.6.- HOSPEDAJES Y COMIDAS :

Personal local = 25 personas.

Personal fuera = 25 " "

Total personal empleado. = 50 personas.

Viáticos/día, para personal fuera = 75.06

C.T. = 25 x 95 x 18 meses prom. x 30.50 = \$ 1'303,875.00

TOTAL DEL CONCEPTO 1 = 6'207,500.00+1'880,000.00+1'838,935.80+1'303,875.00

TOTAL DEL CONCEPTO 1 = \$ 11'230,311.00

## 2.- DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTA.

### 2.4.- BODEGAS :

3 bodegas de lámina de 4.25 x 6.30

3 x 0.35 x \$ 160,000.00 = 168,000.00

3 x 0.08 x 4.75x6.80x\$7,500.00 = 58,140.00

---

\$ 226,140.00

### 2.5.- INSTALACIONES GENERALES :

Oficina (4.25 x 6.30) = 75,380.00

Instalaciones Sanitarias = 10,620.00

---

\$ 86,000.00

### 2.6.- MUEBLES Y ENSERES :

Costo mobiliario = 38,225.00 x 2 = 76,450.00

Depreciación = 13,761.00 x 2 = 27,522.00

---

\$ 103,972.00

TOTAL DEL CONCEPTO 2 = \$ 226,140.00 + 86,000.00 + 103,972.00 = \$ 416,112.00

## 3.- SERVICIOS.

### 3.1.- DEPRECIACION Y OPERACION DE VEHICULOS.

UNIDAD	Nº de unidades	Depreciación mensual	Consumo	Total.
D-150	2	16,300	8,150.00	48,900.00
D-350	1	19,580	9,788.00	<u>29,368.00</u>
				\$ 78,268.00

C.T. =  $23.5 \times 78,268.00 = 1'839,298.00$

TOTAL DEL CONCEPTO 3 = \$ 1'839,298.00

4.- FLETES Y ACARREOS.

4.1.- DE CAMPAMENTOS :

Bodega + Oficina =  $4 \times \$ 60,000.00 = \$ 240,000.00$

4.2.- DE EQUIPOS DE CONSTRUCCION :

11 Viajes x \$ 60,000.00/viaje = \$ 660,000.00

TOTAL DEL CONCEPTO 4 = \$ 900,000.00

5.- GASTOS DE OFICINA.

5.1.- Papelería y artículos escritorio = \$ 1,000.00/mensual.

5.2.- Correos, Teléfonos, Telégrafos y radio = \$ 1,250.00/mensual.

5.3.- Situación de fondos = \$ 1,500.00/mensual.

5.4.- Copias y duplicados = \$ 750.00/mensual.

5.5.- Otros = \$ 1,250.00/mensual.

---

\$ 5,750.00/mensual.

C.T. =  $23.5 \times \$ 5,750.00/mensual = \$ 135,125.00$

TOTAL DEL CONCEPTO 5 = \$ 135,125.00

7.- TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES .

7.1.- CONSERVACION Y CONSTRUCCION DE CAMINOS DE ACCESO :

Arreglo 11.0 km. de terracerfas y cortes

102.0hrs. de Bulldozer =  $102.0 \times \$14,390.71 = \$ 1'467,852.42$

7.2.- ANUNCIO DE LA OBRA :

$3 \times \$ 35,000.00 = \$105,000.00$

TOTAL DEL CONCEPTO N° 7 = \$ 1'572,852.42

TOTAL DE LA ADMINISTRACION DE OBRA :

\$ 11'230,311.00 + \$ 416,112.00 + \$ 1'839,298.00 + \$ 900,000.00 + \$ 135,125.00 +  
 + \$ 1'572,852.42 = \$ 16'093,698.42

II.- ADMINISTRACION CENTRAL :

1.- HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES.

1.1.- PERSONAL DIRECTIVO :

$(0.33/100) \times 135'549,204.88 = \$ 447,312.38$

1.2.- PERSONAL TECNICO :

$(0.372/100) \times 135'549,204.88 = \$ 501,532.06$

1.3.- PERSONAL ADMINISTRATIVO :

$(0.52/100) \times 135'549,204.88 = \$ 704,855.86$

1.5.- CUOTA PATRONAL DEL SEGURO SOCIAL

E IMPUESTO ADICIONAL PARA REMUNE

RACIONES PAGADAS :

$0.22738 \times 1'653,700.30 = \$ 376,018.37$

TOTAL DEL CONCEPTO 1 = \$ 2'029,718.67

2.- DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTA.

2.1.- EDIFICIOS Y LOCALES :

$(0.5/100) \times 135'549,204.88 = \$ 677,746.02$

2.6.- MUEBLES Y ENSERES :

$(0.11/100) \times 135'549,204.88 = \$ 149,104.12$

TOTAL DEL CONCEPTO 2 = \$ 826,850.14

3.- SERVICIOS.

3.1.- DEPRECIACION Y OPERACION DE VEHICULOS :

$$(1.25/100) \times 135' 549,204.88 = \$ 1'694,365.06$$

$$\text{TOTAL DEL CONCEPTO 3} = \$ 1'694,365.06$$

#### 5.- GASTOS DE OFICINA.

5.1.- PAPELERIA Y UTILES DE ESCRITORIO :

5.2.- CORREOS, TELEFONOS, TELEGRAFOS, RADIO :

5.3.- SITUACION DE FONDOS :

5.4.- COPIAS Y DUPLICADOS :

5.5.- LUZ, GAS Y OTROS CONSUMOS :

$$(0.5/100) \times 135' 549,204.88 = \$ 677,746.02$$

5.6.- GASTOS DE CONCURSO : = \$ 87,160.00

$$\text{TOTAL DEL CONCEPTO 5} = \$ 764,906.02$$

#### 6.- FIANZAS Y FINANCIAMIENTO.

6.1.- PRIMAS POR FIANZA :

Fianza anticipo = 20 %

Costo fianza =  $(10/100) \times 0.2 = 0.02$  % del P.V.

Costo =  $0.20 \times 1.35 = 0.27$  % del Costo Directo.

$$\text{Costo} = (0.27/100) \times 135' 549,204.88 = \$ 365,982.85$$

6.2.- INTERESES POR FINANCIAMIENTO :

Se supone 2 meses de tiempo transcurrido entre la presen  
tación de la estimación y el pago correspondiente.

Financiamiento promedio =  $1.60/24$  meses = 0.0667

Costo financiero =  $(5.5\%)/\text{mes} \times 24 \text{ meses} \times 0.0667 = 8.8$  %

$$\text{Costo} = (8.8/100) \times 135' 549,204.88 = \$ 11'928,330.03$$

$$\text{TOTAL DEL CONCEPTO 6} = \$ 11'928,330.03 + \$ 365,982.85 = \$ 12'294,312.88$$

TOTAL DE LA ADMINISTRACION CENTRAL :

$$\begin{aligned} & \$ 2'029,718.67 + 826,850.14 + 1'694,365.06 + 764,906.02 + 12'294,312.88 = \\ & = \$ 17'610,152.77 \end{aligned}$$

$$\text{ADMINISTRACION CENTRAL} = \frac{17'610,152.77}{340'000,000.00} = 0.0517 = 5.17 \%$$

$$\text{ADMINISTRACION DE OBRA} = \frac{16'093,698.42}{138'627,772.54} = 0.1161 = 11.61 \%$$

$$\text{PORCENTAJE DE INDIRECTOS} = 16.78 \%$$

$$\text{INDIRECTOS} = 16.78 \%$$

$$\text{UTILIDAD} = 10.0 \%$$

FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD PARA APLICARSE EN LOS ANALISIS DE PRECIOS

$$\text{UNITARIOS} = 1.1678 \times 1.10 = 1.2845$$

## RELACION DE MATERIALES

1.- DIESEL	\$ 26.00/lt.
2.- GASOLINA	\$ 40.00/lt.
3.- ACEITE PARA MOTOR	\$ 250.00/lt.
4.- BROCA "ROPE" (SOGA)	\$57,400.00/pza.
5.- BARRA "ROPE" (SOGA)	\$33,350.00/pza.
6.- ZANCO FI - 38	\$54,210.00/pza.
7.- COPLÉ FI - 38	\$13,340.00/pza.
8.- MEXAMON	\$ 72.00/kg.
9.- TOVEX 100	\$ 350.00/kg.
10.- ESTOPIN	\$ 216.00/pza.
11.- ALAMBRE TW -20	\$ 4.00/m.

NOTA : Las cotizaciones son a Agosto 1984.

Determinación del factor de incremento al salario base, tomado de la Comisión de Salarios Mínimos Profesionales, por concepto de prestaciones, según la Ley Federal del Trabajo : Séptimo día, días festivos, vacaciones, impuesto sobre remuneraciones pagadas y cuota patronal del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El Instituto Mexicano del Seguro Social fija los porcentajes de 19.6875 para el salario mínimo y de 15.9375 para salario superior al mínimo.

DIAS NO LABORABLES :

DIAS FESTIVOS :

1º ENERO	= 1.00
5 DE FEBRERO	= 1.00
21 DE MARZO	= 1.00
1º DE MAYO	= 1.00
16 DE SEPTIEMBRE	= 1.00
20 DE NOVIEMBRE	= 1.00
1º DE DICIEMBRE CADA 6 AÑOS	= 0.17
25 DE DICIEMBRE	= 1.00
	<hr/>
	7.17 días

TOTAL DE DIAS FESTIVOS : 7.17 días.

DIAS DE COSTUMBRE :

3 DE MAYO	= 1.0
DIAS DE SEMANA SANTA	= 2.0
1º y 2 DE NOVIEMBRE	= 2.0
12 DE DICIEMBRE	= 1.0
	<hr/>
	6.0 días

TOTAL DE DIAS DE COSTUMBRE = 6.0 días.



IMPUESTO 1% SUPL. (0.01 x 381.50) = 3.81

GUARDERIA I.M.S.S. (0.01 x 381.50) = 3.81

---

449.92

FACTOR PARA SALARIO MINIMO =  $\frac{\text{DIAS PAGADOS}}{\text{DIAS TRABAJADOS}} = \frac{464.23}{293.83} = 1.5799 = 1.58$

FACTOR PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO =  $\frac{\text{DIAS PAGADOS}}{\text{DIAS TRABAJADOS}} = \frac{449.92}{293.83} = 1.53$

FACTORES :

FSM = 1.58

FSMM = 1.53

## TABULADOR DE SALARIOS

	SALARIO BASE	F.S.R.	SALARIO REAL
1.- PEON	\$ 495.00	1.58	782.10
2.- AYUDANTE	\$ 610.00	1.53	933.30
3.- CABO	\$ 960.00	1.53	1,468.80
4.- POBLADOR	\$ 990.00	1.53	1,514.70
5.- CARGADOR	\$ 723.00	1.53	1,106.19
6.- OPERADOR DE PIPA	\$ 1,002.00	1.53	1,533.06
7.- OPERADOR DE CAMION VOLTEO	\$ 925.00	1.53	1,415.25
8.- OPERADOR DE COMPACTADOR	\$ 1,316.00	1.53	2,013.48
9.- OPERADOR DE COMPRESOR	\$ 713.00	1.53	1,090.89
10.- OPERADOR DE CARGADOR	\$ 1,560.00	1.53	2,386.80
11.- OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA	\$ 1,624.00	1.53	2,484.72
12.- OPERADOR DE TRACK-DRILL	\$ 1,002.00	1.53	1,533.06
13.- OPERADOR DE TRACTOR	\$ 1,632.00	1.53	2,496.96

## COSTOS HORARIOS BASE

	HORA ACTIVA	HORA INACTIVA
1.- CAMION PIPA, F-600, 6,000 LTS.	\$ 1,909.19/hr.	\$ 722.60/hr.
2.- CAMION ESTACAS, F-600	\$ 1,682.32/hr.	\$ 659.31/hr.

NOTA : Las cotizaciones son a Abril 1984.

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1984

MAQUINA: CAMION PIPA MODELO F - 600

MARCA: FORD MOTOR: GASOLINA CAPACIDAD: 6 m3

VALOR ADQUISICION (Va): 2'800,000.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80%

COSTO DE LLANTAS (VII): 270,000.00 POTENCIA NOMINAL: 160 H.P.

DIFERENCIA: 2'530,000.00 FACTOR DE OPERACION: 0.50

VALOR DE RESCATE: 20% (Vr) 506,000.00 POTENCIA DE OPERACION: 80 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 40.00/lit.

HORAS POR AÑO (Ha): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 6.60 lts.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$ 250.00/lit.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000

FACTOR DE ALMACENAJE (Va):                      AÑOS: 5 AÑOS

	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO		
				ACTIVO	%	INACTIVO
EJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$2'530,000.00 \times 0.80$ 10,000	202.40	15	30.36
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$\frac{(2'530,000.00 \times 1.20) \times 0.50}{2 (2,000)}$	379.50	100	379.50
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$\frac{(2'530,000.00 \times 1.20) \times 0.03}{2 (2,000)}$	22.77	100	22.77
	ALMACENAJE	$K_a \times D$	- - -	- - -	- - -	- - -
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$0.80 \times \$ 202.40$	161.92	0	0.00
			<b>TOTAL</b>	766.59		432.63
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL: GASOLINA: OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	$0.1514 \times \text{HPOR} \times \text{                    }$ $0.227 \times 80.0 \text{ HPOR} \times \$40.00/\text{lit}$ $0.746 \times \text{HPOR} \times \text{                    }$	726.72	5	36.34
	LUBRICANTES	$L_a \times PL$	$\frac{6.6 + 0.0075 \times \text{                    }}{100} \times 18.17$ $0.20 \text{ Lit./hr.} \times \$250.00/\text{lit.}$	50.00	5	2.50
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	$\frac{270,000.00}{2,000}$	135.00	15	20.25
			<b>TOTAL</b>	911.72		59.09
	OPERACION OPERADOR PIPA $\frac{50 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 0.83$	$\frac{S_a}{H}$	$\frac{\$ 1,533.06/\text{t.}}{8 \text{ hrs.} \times 0.83}$	230.88	100	230.88
			<b>TOTAL</b>	230.88		230.88
			<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	1,909.19		722.60

Pe = CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 Pc = PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 Sa = CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 Pl = PRECIO DE ACEITE

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL-1984

MAQUINA: CAMION ESTACAS MODELO F-600

MARCA: FORD MOTOR: GASOLINA CAPACIDAD: \_\_\_\_\_

VALOR ADQUISICION (Va): 2'002,435.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 75%

COSTO DE LLANTAS (VII): 93,918.00 POTENCIA NOMINAL: 150 H.P.

DIFERENCIA: 1'908,517.00 FACTOR DE OPERACION: 0.50

VALOR DE RESCATE: % (Vi) 381,703.40 POTENCIA DE OPERACION: 75 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 8,400 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 40.00/lit.

HORAS POR AÑO (Ha): 1,400 CAPACIDAD DEL CARTER: 6.60 lts.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$ 250.00/lit.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000

FACTOR DE ALMACENAJE (Va): \_\_\_\_\_ AÑOS: 6 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	%	INACTIVO	
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{1'908,517.00 \times 0.80}{8,400}$	181.76	15	27.26
	INVERSION	$\frac{(Va + Vr) \times I}{2 Ha}$	$\frac{(1'908,517.00 \times 1.20) \times 0.50}{2 (1,400)}$	408.97	100	408.97
	SEGUROS	$\frac{(Va + Vr) \times S}{2 Ha}$	$\frac{(1'908,517.00 \times 1.20) \times 0.03}{2 (1,400)}$	24.54	100	24.54
	ALMACENAJE	$Ka' \times D$		0.00	0	0.00
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$0.75 \times 181.76$	136.32	0	0.00
	<b>TOTAL</b>			751.59		460.77
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL: $0.1514 \times \text{HP.OP} \times \text{_____}$ GASOLINA: $0.2271 \times 75.0 \text{ HP.OP} \times \$40.00/\text{lit}$ OTRAS FUENTES DE ENERGIA: $0.746 \times \text{HP.OP} \times \text{_____}$		681.20	5	34.06
	LUBRICANTES	$L = a' \times PL$	$\frac{6.6 \times 0.0075 \times \text{_____}}{100 \times 0.0095}$ $0.19 \text{ lts./hr.} \times \$250.00/\text{lts.}$	47.50	5	2.37
	LLANTAS	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{93,918.00}{2,000}$	46.96	15	7.04
	<b>TOTAL</b>			775.66		43.47
OPERACION	$\frac{S a}{H}$	$\frac{1,029.69}{8 \text{ hrs.} \times 0.83} =$	155.07	100	155.07	
<b>TOTAL</b>			155.07		155.07	
<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>			1,682.32		659.31	

C= CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 P<sub>e</sub> = PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 A= CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 P<sub>i</sub> = PRECIO DE ACEITE

## COSTOS BASES DE FLETE

- 1.- FLETE DE DIESEL Y GASOLINA, 1er. KM. : \$ 0.28/lt-km.
- 2.- FLETE DE DIESEL Y GASOLINA, KM, SUBS. : \$ 0.04/lt-km.
- 3.- FLETE DE ACEITES Y LUBRICANTES, 1er. KM. : \$ 0.28/lt-km.
- 4.- FLETE DE ACEITES Y LUBRICANTES, KM, SUBS. : \$ 0.02/lt-km.

## COSTO BASICO DEL FLETE DE DIESEL Y GASOLINA. 1er. KM.

## a) EQUIPO:

Camión Pipa, F-600, de 6,000 lts.

C.H. = \$ 1,909.19/hr.

Se consideró la hora activa para todo el ciclo.

Ciclo de acarreo, 1er. km.:

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{6.0 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/hr.}}{24 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 15.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de ida} = 1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.} \div 15 \text{ km/hr.} = 4.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de regreso} = 1 \text{ km} \times 60 \text{ min/hr.} \div 20 \text{ km/hr.} = 3.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de descarga (Se considera igual que la carga)} = 15.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de maniobras e interferencias} = 2.00 \text{ min}$$

---


$$\text{Ciclo} = 39.00 \text{ min}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 1,909.19/\text{hr.} \times 39 \text{ min}}{6,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}} = \underline{\$ 0.28/\text{lt.}-\text{km.}}$$

$$\text{Costo Directo 1er. km} = \$ 0.28/\text{lt.}-\text{km.}$$

## COSTO BASICO DEL FLETE DE DIESEL Y GASOLINA . KM. SUBSECUENTE

a) EQUIPO :

Camión Pipa, F-600, de 6,000 lts.

C.H. = \$ 1,909.19/hr.

Ciclo de acarreo, km. subsecuente :

$$\text{Tiempo de ida} = \frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{20 \text{ km/hr.}} = 3.00 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de regreso} = \frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{25 \text{ km/hr.}} = 2.40 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de interferencias} = \quad \quad \quad = 1.00 \text{ min.}$$

$$\text{Ciclo} = \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} = 6.40 \text{ min.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 1,909.19/\text{hr.} \times 6.40 \text{ min.}}{6,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}} = \underline{\$ 0.04/\text{lt.}-\text{km.}}$$

$$\text{Costo Directo km. Subs.} = \underline{\$ 0.04/\text{lt.}-\text{km.}}$$

## COSTO BASICO DEL FLETE DE ACEITES Y LUBRICANTES, 1er. KM.

## a) EQUIPO :

Camión F-600, estacas.

C.H.A. = \$ 1,682.32/hr.

C.H.I. = \$ 659.31/hr.

Tiempo de carga y descarga :

Carga = 90.00 min.

Descarga = 60.00 min.

Total = 150.00 min.

Ciclo de acarreo :

Tiempo de ida =  $\frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{15 \text{ km/hr.}}$  = 4.00 min.Tiempo de regreso =  $\frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{20 \text{ km/hr.}}$  = 3.00 min.

Tiempo de maniobras e interferencias = 2.00 min.

Ciclo = 9.00 min.Cargo :  $\frac{\$ 1,682.32/\text{hr.} \times 9.00 \text{ min.}}{12,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}}$  = \$ 0.03/lt.-km.Cargo :  $\frac{\$ 659.31/\text{hr.} \times 150 \text{ min.}}{12,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}}$  = \$ 0.18/lt.-km.

## b) MANO DE OBRA :

2 Aytes. x \$ 933.30/t. = \$ 1,866.60/t.

$$\text{Cargo por M.O.} = \frac{\$ 1,866.60/\text{t.} \times 159.00 \text{ min.}}{8 \text{ hrs./t.} \times 12,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}} = \underline{\$ 0.07/\text{lt.}-\text{km.}}$$

$$\text{Costo Directo 1er. Km.} = \$ 0.28/\text{lt.}-\text{km.}$$

## COSTO BASICO DEL FLETE DE ACEITES Y LUBRICANTES, KM. SUBSECUENTE

a) EQUIPO :

Camión F-600, estacas.

C.H. = \$ 1,682.32/hr.

Ciclo de acarreo :

$$\text{Tiempo de ida : } \frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{20 \text{ km/hr.}} = 3.00 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de regreso : } \frac{1 \text{ km.} \times 60 \text{ min/hr.}}{25 \text{ km/hr.}} = 2.40 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de Interferencia : } = 1.00 \text{ min.}$$

$$\text{Ciclo} = 6.40 \text{ min.}$$

$$\text{Cargo : } \frac{\$ 1,682.32/\text{hr.} \times 6.40 \text{ min.}}{12,000 \text{ lts.} \times 0.75 \times 60 \text{ min/hr.}} = \frac{\$ 0.02/\text{lt.}-\text{km.}}{\underline{\hspace{1.5cm}}}$$

$$\text{Costo Directo Km. Subs.} = \$ 0.02/\text{lt.}-\text{km.}$$

## RELACION DE COSTOS BASICOS

1.- DIESEL	\$ 28.82/lit.
2.- GASOLINA	\$ 43.52/lit.
3.- ACEITE PARA MOTOF.	\$ 263.40/lit.
4.- AGUA	\$ 240.34/lit.
5.- MEXAMON	\$ 79.20/kg.
6.- TOVEX 100	\$ 385.00/kg.
7.- ESTOPIN	\$ 237.60/pza.
8.- ALAMBRE TW - 20	\$ .4.40/m.

## COSTO BASICO DEL SUMINISTRO DE DIESEL. ( 30KM.)

1.- ADQUISICION :		= \$ 26.01/lit.
2.- FLETE 1er. KM :	1.0 km. x \$ 0.28/lit.-km.	= \$ 0.28/lit.
3.- FLETE, KM. SUBS. :	29.0 Km. x \$ 0.04/lit.-km.	= \$ 1.16/lit.
4.- DESPERDICIOS 5% :	0.05 x \$ 27.45/lit.	= \$ 1.37/lit.
		<hr/>
	Costo Directo	= \$ 28.82/lit.

## COSTO BASICO DEL SUMINISTRO DE GASOLINA. ( 30 KM.)

1.- ADQUISICION	:		= \$ 40.01/lit.
2.- FLETE 1er. KM.	:	1.0 km. x \$ 0.28/lit.-km.	= \$ 0.28/lit.
3.- FLETE, KM. SUBS.:		29.0 km. x \$ 0.04/lit.-km.	= \$ 1.16/lit.
4.- DESPERDICIOS 5%:		0.05 x \$ 41.45/lit.	= \$ 2.07/lit.
			<hr/>
		Costo Directo	= \$ 43.52/lit.

## COSTO BASICO DE SUMINISTRO DE ACEITE PARA MOTOR.(30 KM)

1.- ADQUISICION	:		= \$ 250.00/lt.
2.- FLETE 1er. KM.	:	1.0 km. x \$ 0.28/lt-km.	= \$ 0.28/lt.
3.- FLETE, KM. SUBS.:		29.0 km. x \$ 0.02/lt-km.	= \$ 0.58/lt.
4 .- DESPERDICIOS 5% :		0.05 x \$ 250.86/lt.	= \$ 12.54/lt.
			<hr/>
		Costo Directo	= \$ 263.40/lt.

## COSTO BASICO DEL AGUA

## a) EQUIPO :

1.- Bomba Autocebante de 3"  $\phi$ 

C.H. = \$ 271.26/hr.

2.- Camión Pipa, F-600, 6,000 lts.

C.H. = \$ 1,975.82/hr.

Eficiencia = 80%

## I.- BOMBEO :

$$\text{Bombeo} = \frac{6 \text{ m}^3}{57 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 0.11 \text{ hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 271.26/\text{hr.} \times 0.11 \text{ hr.}}{6 \text{ m}^3 \times 0.80} = \$ 6.22/\text{m}^3$$

## II.- TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA DE LA PIPA :

Llenado : 6.60 min.

Maniobras : 3.00 min.

Descarga : 6.00 min.

---

 15.60 min.

$$\text{Por hr.} = \frac{15.60 \text{ min.}}{60.0 \text{ min./hr.}} = 0.26 \text{ hr.}$$

$$\text{Cargo} : \frac{\$ 1,975.82/\text{hr.} \times 0.26 \text{ hr.}}{6 \text{ m}^3 \times 0.80} = \$ 107.02/\text{m}^3$$

## III.- TRANSPORTE :

Considerando un acarreo promedio de 10 kms.

Velocidad, cargada = 60.0 km/hr.

Velocidad, vacfa = 70.0 km/hr.

Tiempo cargada =  $\frac{10 \text{ kms.}}{60 \text{ kms/hr.}}$  = 0.17 hr.

Tiempo vacfa =  $\frac{10 \text{ kms.}}{70 \text{ kms/hr.}}$  = 0.14 hr.

0.31 hr.

Cargo =  $\frac{\$ 1,975.82/\text{hr.} \times 0.31 \text{ hr.}}{6.0 \text{ m}^3 \times 0.80}$  =

\$ 127.60/m<sup>3</sup>

Costo Directo : \$ 240.84/m<sup>3</sup>

## BASICOS DE MATERIALES :

1.- Mexamón :

$$\text{\$ } 72.00/\text{kg.} \times 1.10 = \text{\$ } 79.20/\text{kg.}$$

2.- Tovex 100 :

$$\text{\$ } 350.0/\text{kg.} \times 1.10 = \text{\$ } 385.00/\text{kg.}$$

3.- Estopín :

$$\text{\$ } 216.00/\text{pza.} \times 1.10 = \text{\$ } 237.60/\text{pza.}$$

4.- Alambre TW - 20 :

$$\text{\$ } 4.00/\text{ml.} \times 1.10 = \text{\$ } 4.40/\text{m.}$$

## RELACION DE COSTOS HORARIOS

	HORA ACTIVA	HORA INACTIVA
1.- BOMBA AUTOCEBANTE DE 3" $\phi$ :	\$ 271.26/hr.	\$ 169.82/hr.
2.- CAMION PIPA, F-600, 6000 LTS. :	\$ 1,975.82/hr.	\$ 725.92/hr.
3.- CAMION VOLTEO, F-600 :	\$ 1,984.55/hr.	\$ 679.75/hr.
4.- COMPACTADOR CATERPILLAR 815 :	\$ 9,615.04/hr.	\$ 5,307.69/hr.
5.- COMPACTADOR VIBRO-PLUS, CA-25 :	\$ 5,206.30/hr.	\$ 2,628.95/hr.
6.- COMPRESOR, CHICAGO PNEUMATIC, 600 PCM.	\$ 3,534.14/hr.	\$ 1,417.34/hr.
7.- CARGADOR CATERPILLAR 977 :	\$ 10,873.28/hr.	\$ 5,610.29/hr.
8.- CARGADOR CATERPILLAR 988 :	\$ 20,338.43/hr.	\$ 10,967.65/hr.
9.- MOTOCONFORMADORA CATERPILLAR 120-B :	\$ 5,522.19/hr.	\$ 2,929.34/hr.
10.- TRACK-DRILL, CHICAGO PNEUMATIC, G-900:	\$ 3,074.22/hr.	\$ 1,699.77/hr.
11.- TRACTOR CATERPILLAR D-8 K :	\$ 14,390.71/hr.	\$ 7,891.09/hr.

NOTA : Las cotizaciones son a Abril 1984.

COSTO DE HORA MAQUINA

FECHA: 27/01 - 1984

MAQUINA: BOMBA AUTOCENTRANTE DE 3" Ø MODELO: 22 M

MARCA: MIRRES MOTOR: 3 SOL CAPACIDAD: 92 m3

VALOR ADQUISICION (Vo): 150,300.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO (Q): 0.05

COSTO DE LLANTAS (Vll):                      POTENCIA NOMINAL: 12 P.P.

DIFERENCIAL: 150,300.00 FACTOR DE OPERACION: 0.83

VALOR DE RESCATE (Vs): 22,000.00 POTENCIA DE OPERACION: 7 P.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 8,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: 22.52 P.P.

HORAS POR AÑO (Ho): 2,000 CAPACIDAD DEL CANTER:                     

PREMIAS POR SEGUROS ANUAL (S): 20 PRECIO DEL LUBRICANTE: 3.42 P.P.

TASA DE INFLACION ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS:                     

FACTOR DE ALMACENAJE (Va):                      AÑOS: 5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO		
			ACTIVO	% INACTIVO	
E L I C I O S	DEPRECIACION	$\frac{V_o - V_s}{V_e}$ $\frac{150,300.00 - 22,000.00}{8,000}$	15.27	15	2.40
	INVERSION	$\frac{(V_o + V_s) \times I}{2 H_o}$ $\frac{(150,300.00 + 22,000.00) \times 0.05}{2(2,000)}$	21.61	100	21.61
	SEGUROS	$\frac{(V_1 + V_2) \times S}{2 H_o}$ $\frac{(150,300.00 + 22,000.00) \times 0.02}{2(2,000)}$	1.20	100	1.30
	ALMACENAJE	$K_o \times D$	0.00	0	0.00
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	0.00	0	0.00
TOTAL			51.66		25.31
C O N S U M O S	COMBUSTIBLES	$E \times C \times P_o$ DIESEL: $0.15147 \times 2,000 \times 22.52$ GASOLINA: $0.2271 \times 2,000 \times 22.52$ OTRAS FUENTES DE ENERGIA: $0.746 \times 2,000 \times 22.52$	71.14	5	7.56
	LUBRICANTES	$L_o \times F_L$ $0.03 \times 2,000 \times 3.42$	7.90	5	0.39
	LLANTAS	$\frac{V_{ll}}{H_v}$			
TOTAL			20.04		3.95
OPERACION	$\frac{S_o}{H}$	$\frac{3,433.00}{8 \text{ hrs.} \times 0.83}$	140.56	100	140.56
TOTAL			140.56		140.56
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA			271.26		164.82

SE CUANTIFICO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA  
SE CUANTIFICO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA  
SE CUANTIFICO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA  
SE CUANTIFICO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA

COSTO DE HORA MAQUINA

FECHA: ABRIL - 1964  
 MAQUINA: CANTON Plus MODELO F-600  
 MARCA: Scud MOTOR: GASOLINA CAPACIDAD: 6 m3  
 VALOR ADQUISICION (Vo): 21500,000,00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80  
 COSTO DE LLANTAS (VII): 270,000,00 POTENCIA NOMINAL: 160 H.P.  
 DIFERENCIA: 500,000,00 FACTOR DE OPERACION: 60  
 VALOR DE RESCATE 20% (Vr): 500,000,00 POTENCIA DE OPERACION: 50 H.P.  
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 43,50/lit.  
 HORAS POR AÑO (H a): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 6,12 lit.  
 PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3 PRECIO DEL LUBRICANTE: \$24,00/lit.  
 TASA DE INTERES ANUAL (I): 5% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000  
 FACTOR DE ALMACENAJE (V a): 1 AÑOS: 5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	%	INACTIVO	
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_0 - V_r}{V_e}$	$\frac{21500,000,00 - 500,000,00}{10,000}$	20,40	15	0,30
	INVERSION	$\frac{(V_0 + V_r) \times I}{2 \times H_a}$	$\frac{(21500,000,00 + 500,000,00) \times 0,05}{2 \times 2,000}$	274,50	166	27,50
	SEGUROS	$\frac{(V_0 + V_r) \times S}{2 \times H_a}$	$\frac{(21500,000,00 + 500,000,00) \times 0,03}{2 \times 2,000}$	1,77		1,77
	ALMACENAJE	$K_0 \times D$				
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$0,80 \times 2150,00$	172,00		0,00
		<b>TOTAL</b>			29,57	
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E \times C \times P_e$				
	DIESEL:	$0,1514 \times \text{HP} \times \text{OP} \times \text{H}$				
	GASOLINA:	$0,2271 \times \text{HP} \times \text{OP} \times \text{H}$	740,67	5	31,50	
	OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	$0,746 \times \text{HP} \times \text{OP} \times \text{H}$				
LUBRICANTES	$L \times P_L$	$\frac{6 \times 0,0075 \times 2,000}{100 \times 0,0095}$				
LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	$\frac{270,000,00}{2,000}$	52,68	5	2,13	
		<b>TOTAL</b>	75,35		33,63	
OPERACION	$\frac{S_0}{H}$	$\frac{3}{2,000}$	0,0015			
		<b>TOTAL</b>	230,69	100	230,69	
		<b>TOTAL</b>	230,69		230,69	
		<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	1,475,82		725,02	

SE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 SE PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 SE CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 SE PRECIO DE ACEITE

COSTO DE HORA MAQUINA

FECHA: ABRIL - 1984

MAQUINA: CAMION VOLTEO MODELO F-600

MARCA: FORD MOTOR: GASOLINA CAPACIDAD: 6 m3

VALOR ADQUISICION (Va): 2'609,000,00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80%

COSTO DE LLANTAS (VII): 270,000,00 POTENCIA NOMINAL: 160 H.P.

DIFERENCIA: 2'339,000,00 FACTOR DE OPERACION: 0,55

VALOR DE RESCATE: 20% (Vr) 467,800,00 POTENCIA DE OPERACION: 88 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Vo): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 43,52/t.

HORAS POR AÑO (Ha): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 6,60 lts.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$ 263,40/t.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000

FACTOR DE ALMACENAJE (Va): \_\_\_\_\_ AÑOS: 5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	% INACTIVO		
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{Va - Vr}{Vo}$ $2'339,000,00 \times 0,80$ $10,000$	187,12	15	28,07	
	INVERSION	$\frac{(Va + Vr) \times I}{2 Ha}$ $(2'339,000,00 \times 1,20) 0,50$ $2(2,000)$	350,85	100	350,85	
	SEGUROS	$\frac{(Va + Vr) \times S}{2 Ha}$ $(2'339,000,00 \times 1,20) 0,03$ $2(2,000)$	21,05	100	21,05	
	ALMACENAJE	$Ka' \times D$				
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$ $0,80 \times \$ 187,12$	149,70	0	0,00	
		TOTAL	708,72		399,97	
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P \times$ DIESEL : GASOLINA : OTRAS FUENTES DE ENERGIA :	$0,1514 \times \text{---} \text{HPOR} \times \text{---}$ $0,2271 \times 88,0 \text{HPOR} \times \$ 43,52/\text{lt}$ $0,746 \times \text{---} \text{HPOR} \times \text{---}$	869,74	5	43,49
	LUBRICANTES	$L = d \times PL$	$6,6 + 0,0075 \times \text{---} 19,98$ $100 0,0095$ $0,22 \text{Lts./hr.} \times \$ 263,40/\text{ts.}$	57,95	5	2,90
	LLANTAS	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{270,000,00}{2,000}$	135,00	15	20,25
			TOTAL	1,062,69		66,64
OPERACION OPERADOR CAMION	$\frac{S \cdot n}{H}$	$\frac{1,415,25}{8 \text{ hrs.} \times 0,83}$	213,14	100	213,14	
<u>50 min. = 0,83</u> <u>60 min.</u>						
		TOTAL	213,14		213,14	
		COSTO DIRECTO HORA MAQUINA	1,984,55		679,75	

C: CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
P: PRECIO DEL COMBUSTIBLE  
n: CANTIDAD DE ACCIONES POR HORA  
S: PRIMAS DE SEGUROS

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1984

MAQUINA: COMPACTADOR MODELO S15

MARCA: CATERPILLAR MOTOR: DIESEL CAPACIDAD: \_\_\_\_\_

VALOR ADQUISICION (V<sub>0</sub>): 29'400,000,00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 100%

COSTO DE LLANTAS (VII): \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL: 170 H.P.

DIFERENCIA: 29'400,000,00 FACTOR DE OPERACION: 0.8

VALOR DE RESCATE: 20% (V<sub>r</sub>) 5'880,000,00 POTENCIA DE OPERACION: 116 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (V<sub>e</sub>): 12,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: 28,62/lit.

HORAS POR AÑO (H<sub>a</sub>): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 27.4

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 300 PRECIO DEL LUBRICANTE: 23.40/lit.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 30% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: \_\_\_\_\_

FACTOR DE ALMACENAJE (V<sub>o</sub>): \_\_\_\_\_ AÑOS: 6 AÑOS.

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	%	INACTIVO	
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_0 - V_r}{V_e}$	$29'400,000,00 \times 0,60$ 12,000	1,960.00	15	294.00
	INVERSION	$\frac{(V_0 + V_r) \times I}{2 H_a}$	$(29'400,000,00 \times 1,20) 0,50$ 2'2,000	4,410.00	100	4,410.00
	SEGUROS	$\frac{(V_0 + V_r) \times S}{2 H_a}$	$(29'400,000,00 \times 1,20) 0,03$ 2 (2,000)	264.50	100	264.50
	ALMACENAJE	$K_0 \times D$	- -	- -	- -	- -
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$1.0 \times 1,960.00$	1,960.00	- -	- -
<b>TOTAL</b>			<b>5,594.50</b>		<b>4,968.50</b>	
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL : $0.1514 \times 136 \text{ H.P.O.P.}$ GASOLINA : $0.227 \times \text{H.P.O.P.}$ OTRAS FUENTES DE ENERGIA : $0.746 \times \text{H.P.O.P.}$	$0.1514 \times 136 \text{ H.P.O.P.} \times 28,82/lit.$	593.41	5	29.67
	LUBRICANTES	$L_o \times PL \times 27$	$\frac{1 + 0.0075 \times 20,59}{100 \times 0.0095}$ $0.47 \text{ Lit./hr.} \times 4263.40 \text{ hrs.}$	123.80	5	6.19
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$				
	<b>TOTAL</b>			<b>717.21</b>		<b>35.86</b>
OPERACION	$\frac{S_0}{H}$	$\frac{2,013.42}{8 \text{ hrs.} \times 0,51}$	303.23	100	303.23	
<b>TOTAL</b>			<b>303.23</b>		<b>303.23</b>	
<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>			<b>9,615.04</b>		<b>5,307.69</b>	

EXPLICACION DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 DEL PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 DEL PRECIO DE ACEITE POR HORA  
 DEL PRECIO DE ACEITE

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ARRIL - 1984  
 MAQUINA: COMPACTADOR: VIBRO - PLUS MODELO CA-25  
 MARCA: DYNAPAC MOTOR: DIESEL CAPACIDAD: \_\_\_\_\_  
 VALOR ADQUISICION (Va): 13'588,000.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 100%  
 COSTO DE LLANTAS (VII): 250,000.00 POTENCIA NOMINAL: 125 H.P.  
 DIFERENCIA: 13'338,000.00 FACTOR DE OPERACION: 0.8  
 VALOR DE RESCATE: 20% (Vr): 2'667,600.00 POTENCIA DE OPERACION: 100 H.P.  
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 28.82/lit.  
 HORAS POR AÑO (Ha): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 18.4  
 PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$263.40/lit.  
 TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000  
 FACTOR DE ALMACENAJE (Va): \_\_\_\_\_ AÑOS: 5 AÑOS

	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO		
				ACTIVO	%	INACTIVO
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$13'338,000.00 \times 0.80$ 10,000	1,067.04	15	160.06
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$(13'338,000.00 \times 1.20) / 0.50$ 2(2,000)	2,000.70	100	2,000.70
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$(13'338,000.00 \times 1.20) / 0.03$ 2(2,000)	120.04	100	120.04
	ALMACENAJE	$K_a \times D$	- - -	- - -	- - -	- - -
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$1.0 \times \$ 1,067.04$	1,067.04	- - -	- - -
			<b>TOTAL</b>	4,254.82		2,280.00 <sup>2</sup>
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL: GASOLINA: OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	$0.1514 \times 100 \text{ H.P.} \times \$ 28.82/\text{lit}$ $0.2271 \times \text{H.P.} \times \text{---}$ $0.746 \times \text{H.P.} \times \text{---}$	436.33	5	21.82
	LUBRICANTES	$L = a \times P_L$	$18.4 + 0.0075 \times 15.14$ 100 0.0095 $0.33 \text{ Lts./hr.} \times \$ 263.40/\text{lit.}$	86.92	5	4.35
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	$\frac{\$ 250,000.00}{2,000}$	125.00	15	18.75
			<b>TOTAL</b>	648.25		44.92
	OPERACION OPERADOR DE COMPACTADOR. $\frac{50 \text{ in.}}{60 \text{ min.}} = 0.83$	$\frac{S_a}{H}$	$\frac{2,013.48}{8 \text{ hrs.} \times 0.83}$	303.23	100	303.23
			<b>TOTAL</b>	303.23		303.23
			<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	5,206.30		2,628.95

S = CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 P = PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 I = CANTIDAD DE ACTIVO POR HORA  
 P<sub>L</sub> = PRECIO DE ACEITE

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1984

MAQUINA: COMPRESOR MODELO 600

MARCA: CHICAGO PNEUMATIC MOTOR: DIESEL CAPACIDAD: 600 PCM

VALOR ADQUISICION (Va): 7'210,000.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80%

COSTO DE LLANTAS (VII): \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL: 255 H.P.

DIFERENCIA: 7'210,000.00 FACTOR DE OPERACION: 0,8

VALOR DE RESCATE: 15% (Vr) 1'081,500.00 POTENCIA DE OPERACION: 204 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 9,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 28,82/lit.

HORAS POR AÑO (Ha): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 30,0 lbs.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$ 263,40/lit.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: \_\_\_\_\_

FACTOR DE ALMACENAJE (Va): \_\_\_\_\_ AÑOS: 4,5 AÑOS.

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	%	INACTIVO	
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$7'210,000.00 \times 0.85$ 9,000	680.94	15	102.14
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$(7'210,000.00 \times 1.15) 0.50$ 2 (2000)	1,036.44	100	1,036.44
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$(7'210,000.00 \times 1.15) 0.03$ 2 (2000)	62.19	100	62.19
	ALMACENAJE	$K_a' \times D$	- - -	- - -	- - -	- - -
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$0.8 \times 680.94$	544.75	0	- - -
		<b>TOTAL</b>	<b>2,324.32</b>		<b>1,200.77</b>	
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL : GASOLINA : OTRAS FUENTES DE ENERGIA :	$0.1514 \times 204 \text{ HP.OP.} \times \$28,82/\text{lit}$ $0.2271 \times \text{HP.OP.} \times$ $0.746 \times \text{HP.OP.} \times$	890.12	5	44.51
	LUBRICANTES	$L = a \times P_L$	$30 + 0.0075 \times 30,89$ $100 \times 0.0095$ $0.59 \text{ Lts./hr.} \times \$263,40/\text{lit.}$	155.41	5	7.77
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$				
			<b>TOTAL</b>	<b>1,045.53</b>		<b>52.28</b>
OPERACION OPERADOR DE COMPRESOR. 50 min. = 0.83 60 min.	$\frac{S_a}{H}$	$\frac{1,000.89}{8 \text{ hrs.} \times 0.83}$	164.29	100	164.29	
		<b>TOTAL</b>	<b>164.29</b>		<b>164.29</b>	
		<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	<b>3,534.14</b>		<b>1,417.34</b>	

C = CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 P<sub>e</sub> = PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 S<sub>a</sub> = CANTIDAD DE ACCITE POR HORA  
 P<sub>L</sub> = PRECIO DE ACEITE

COSTO DE HORA MAQUINA

FECHA: ABRIL - 1964

MAQUINA: CARGADOR MODELO: 977

MARCA: CATERPILLAR MOTOR: DIESEL CAPACIDAD: 2.5 a 3.25 vd<sup>3</sup>

VALOR DE ADQUISICION (V<sub>a</sub>): 30'475,000.00 FACTOR DE MANEJAMIENTO: 100%

GRUPO DE LLANTAS (VII): 30'475,000.00 POTENCIA NOMINAL: 190 H.P.

EXPERIENCIA: 30'475,000.00 FACTOR DE OPERACION: 0.20

VALOR DE RESCATE (V<sub>r</sub>): 6'000,000.00 POTENCIA DE OPERACION: 15% H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (V<sub>e</sub>): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: 28.82/lit.

PUNTAJES POR AÑO (H<sub>a</sub>): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 27.5

TARIFAS DE SERVICIO ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$263.40/lit.

TASA DE INFLACION ANUAL (I): 5% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 5 AÑOS

FACTOR DE AMORTIZACION (V<sub>e</sub>): 5% AÑOS: 5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO		REPARTO	
			ACTIVO	%	PASIVO	%
G R U P O S	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{30'475,000.00 \times 0.50}{10,000}$	2,438.00	16	365.70
	MANTENIM.	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$\frac{(30'475,000.00 \times 1.20) \times 0.50}{2 (2,000)}$	4,571.25	100	4,571.25
	SERVICIO	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$\frac{(30'475,000.00 \times 1.20) \times 0.03}{2 (2,000)}$	274.27	100	274.27
	ALQUILER	K <sub>1</sub> x D	---	---	---	---
	MANTENIMIENTO	C x D	1.0 x 2,438.00	2,438.00	0	---
<b>TOTAL</b>			<b>9,721.52</b>		<b>5,211.22</b>	
C O N S U M O S	COMBUSTIBLES	E = C x H <sub>a</sub> DIESEL: CASOLINA: OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	0.20 x 190 H.P. x 28.82 \$/lit. 0.20 x 190 H.P. x 0.20 x 190 H.P. x	463.23	5	33.16
	LUBRICANTES	L <sub>1</sub> x PL	$\frac{27.5 \times 0.20 \times 263.40}{100 \times 0.20}$ $\frac{0.49 \text{ Lit./Hr.} \times 263.40 \text{ H.}}{100 \times 0.20}$	1,493.37	5	5.45
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	---	---	---	---
	<b>TOTAL</b>			<b>19,673.28</b>		<b>39.61</b>
OPERACION ANUAL	$\frac{S \times C}{H}$	$\frac{38.60}{2,000 \times 0.20}$	38.60	100	319.10	
<b>TOTAL</b>			<b>10,673.28</b>		<b>5,510.29</b>	
<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>			<b>10,673.28</b>		<b>5,510.29</b>	

# Fallas de origen

**COSTO DE HORA MAQUINA**

104

FECHA: \_\_\_\_\_  
 MAQUINA: \_\_\_\_\_ MODELO: 999  
 MARCA: \_\_\_\_\_ MOTOR: INTRINSIC CAPACIDAD: 7.0 HP  
 VALOR ADQUISICION (Va): \_\_\_\_\_ FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 1.00  
 COSTO DE LLANTAS (VII): \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL: 7.5 H.P.  
 DIFERENCIA: \_\_\_\_\_ FACTOR DE OPERACION: 0.75  
 VALOR DE RESCATE 20% (Vr): \_\_\_\_\_ POTENCIA DE OPERACION: 5.625 H.P.  
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Vv): \_\_\_\_\_ PRECIO DE COMBUSTIBLE: \_\_\_\_\_  
 HORAS POR AÑO (Ha): \_\_\_\_\_ CAPACIDAD DEL CARTER: \_\_\_\_\_  
 PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): \_\_\_\_\_ PRECIO DEL LUBRICANTE: 263.40/Lt  
 TASA DE INTERES ANUAL (I): \_\_\_\_\_ VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000  
 FACTOR DE ALMACENAJE (Va): \_\_\_\_\_ AÑOS: 5 Años

	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO		
				ACTIVO	%	INACTIVO
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_v}$	$\frac{61,500,000.00 - 7,000,000.00}{12,000}$	4,125.00	15	61,500.00
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$\frac{(61,500,000.00 + 7,000,000.00) \times 0.05}{2 \times 2,000}$	9,282.50	1	9,282.00
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$\frac{(61,500,000.00 + 7,000,000.00) \times 0.02}{2 \times 2,000}$	556.92	100	556.00
	ALMACENAJE	$K' \times D$	---	---	---	---
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$1.00 \times 5 \times 1,125.00$	4,125.33	6	---
			<b>TOTAL</b>	18,134.78		18,134.00
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL: _____ GASOLINA: _____ OTRAS FUENTES DE ENERGIA: _____	$0.1514 \times 2.00 \text{ HP OP} \times 260.52/Lt$ $0.2271 \times \text{HP OP} \times \text{---}$ $0.746 \times \text{HP OP} \times \text{---}$	1,134.17	5	56.72
	LUBRICANTES	$L_o \times PL$	$\frac{3.1 + 0.0075 \times 2,000}{100,000.95}$ $\frac{7.175 + 0.0075 \times 2,000}{100,000.95}$	144.00	5*	7.75
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	$\frac{1,125,000.00}{2,000}$	562.50	10	64.00
			<b>TOTAL</b>	1,840.67		150.47
	OPERACION	$\frac{S_g}{H}$	$\frac{3,300.00}{2.00}$	1,650.00	5*	303.46
			<b>TOTAL</b>	3,490.67		303.46
			<b>TOTAL</b>	21,625.45		18,437.46

\* LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 \* EL PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 \* LA CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 \* EL PRECIO DE ACEITE

**COSTO DIRECTO  
HORA MAQUINA**

21,625.45      18,437.46

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1954

MAQUINA: OTOCONFORMADORA MODELO 120 - B

MARCA: CATERPILLAR MOTOR: DIESEL CAPACIDAD: \_\_\_\_\_

VALOR ADQUISICION (Va): 15'000,000.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80%

COSTO DE LLANTAS (VII): 378,000.00 POTENCIA NOMINAL: 125 H.P.

DIFERENCIA: 14'622,000.00 FACTOR DE OPERACION: 0,8

VALOR DE RESCATE: 20% (Vr): 2'944,400.00 POTENCIA DE OPERACION: 100 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 10,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \$ 28,82/lit.

HORAS POR AÑO (Ha): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: 21 lts.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3% PRECIO DEL LUBRICANTE: \$ 263,40/lit.

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: 2,000

FACTOR DE ALMACENAJE (Vo): \_\_\_\_\_ AÑOS: 5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO		
			ACTIVO	%	INACTIVO
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$ $14'622,000,00 \times 0,80$ $10,000$	1,169.76	15	175.46
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$ $(14'622,000,00 \times 1,20) 0,50$ $2 (2,000)$	2,193.30	100	2,193.30
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$ $(14'622,000,00 \times 1,20) 0,03$ $2 (2,000)$	131.60	100	131.60
	ALMACENAJE	$K_a \times D$ - - -	- - -	- - -	- - -
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$ $0,8 \times \$ 1,169.76$	935.81	0	- - -
<b>TOTAL</b>			4,430.47		2,500.36
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_e$ DIESEL: $0,1514 \times 100 \text{ HP. OP. } \$ 28,82/\text{lit}$ GASOLINA: $0,2271 \times \text{HP. OP. } \times$ OTRAS FUENTES DE ENERGIA: $0,746 \times \text{HP. OP. } \times$	436.33	5	21.82
	LUBRICANTES	$L = a \times P_L$ $21 + 0,0075 \times 15,14$ $100 0,0095$ $0,35 \text{ Lts./hr. } \times \$ 263,40/\text{lit.}$	92.19	5	4.61
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$ $\frac{378,000,00}{2,000}$	189.00	15	28.35
	<b>TOTAL</b>			717.52	
OPERACION	$\frac{S_a}{H}$ $\frac{2,484,72}{8 \text{ hrs. } \times 0,83}$	374.20	100	374.20	
<b>TOTAL</b>			374.20		374.20
<b>TOTAL</b>			5,522.19		2,929.34

C = CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 P<sub>e</sub> = PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 A = CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 P<sub>L</sub> = PRECIO DE ACEITE

COSTO DIRECTO  
 HORA MAQUINA

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1984

MAQUINA: TRACK - DRILL MODELO 3 - 900

MARCA: CHICAGO PNEUMATIC MOTOR: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD: \_\_\_\_\_

VALOR ADQUISICION (V<sub>a</sub>): 8'820,000.00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 80

COSTO DE LLANTAS (VII): \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL: \_\_\_\_\_

DIFERENCIA: 8'820,000.00 FACTOR DE OPERACION: \_\_\_\_\_

VALOR DE RESCATE: 15% (V<sub>r</sub>): 1'323,000.00 POTENCIA DE OPERACION: \_\_\_\_\_

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (V<sub>e</sub>): 9,000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: \_\_\_\_\_

HORAS POR AÑO (H<sub>a</sub>): 2,000 CAPACIDAD DEL CARTER: \_\_\_\_\_

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 3 PRECIO DEL LUBRICANTE: \_\_\_\_\_

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50 VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: \_\_\_\_\_

FACTOR DE ALMACENAJE (V<sub>a</sub>): \_\_\_\_\_ AÑOS: 4,5 AÑOS

CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO			
			ACTIVO	%	INACTIVO	
FIJOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$8'820,000.00 \times 0.85$ 9,000	833.00	15	124.95
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$(8'820,000.00 \times 1.15) 0.50$ 2(2,000)	1,267.87	100	1,267.07
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$(8'820,000.00 \times 1.15) 0.03$ 2(2,000)	76.07	100	76.07
	ALMACENAJE	K <sub>a</sub> x D	- - -	- - -	- - -	- - -
	MANTENIMIENTO	Q x D	0.80 x \$ 833.00	666.40	0	0.00
<b>TOTAL</b>			<b>2,843.34</b>		<b>1,468.89</b>	
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	E = C x P <sub>e</sub> DIESEL: 0.1514 x _____ H.P.O.P.x _____ GASOLINA: 0.2271 x _____ H.P.O.P.x _____ OTRAS FUENTES DE ENERGIA: 0.746 x _____ H.P.O.P.x _____				
	LUBRICANTES	L = a x PL + 0.0075 x _____ 100 0.0095				
	LLANTAS	$\frac{VII}{H_v}$	_____ Lts/hr. x \$ _____ lts.			
	<b>TOTAL</b>					
OPERACION OPERADOR TRACK-DRILL	$\frac{S_a}{H}$	$\frac{\$ 1,533.06/t.}{8 \text{ hrs.} \times 0.83}$	230.86	100	230.86	
$\frac{50 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 0.83$						
<b>TOTAL</b>			<b>230.86</b>		<b>230.86</b>	
<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>			<b>3,074.20</b>		<b>1,699.75</b>	

1.- CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 2.- PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 3.- CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 4.- PRECIO DE ACEITE

**COSTO DE HORA MAQUINA**

FECHA: ABRIL - 1964

MAQUINA: TRACTOR MODELO: D 20

MARCA: CATERPILLAR MOTOR: 71437 CAPACIDAD: \_\_\_\_\_

VALOR ADQUISICION (Va): 43' 74, 000, 00 FACTOR DE MANTENIMIENTO(Q): 100%

COSTO DE LLANTAS (VII): \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL: 300 H.P.

DIFERENCIA: 43' 74, 000, 00 FACTOR DE OPERACION: 0,8

VALOR DE RESCATE: 20% (Vr): 8' 752, 800, 00 POTENCIA DE OPERACION: 240 H.P.

HORAS EFECTIVAS DE VIDA (Ve): 12, 000 PRECIO DE COMBUSTIBLE: 2' 00, 00, 00

HORAS POR AÑO (H a): 2, 000 CAPACIDAD DEL CARTER: 33 Lts.

PRIMAS DE SEGUROS ANUAL (S): 30' PRECIO DEL LUBRICANTE: 3' 263, 40, 00

TASA DE INTERES ANUAL (I): 50% VIDA UTIL DE LAS LLANTAS: \_\_\_\_\_

FACTOR DE ALMACENAJE (Vd): \_\_\_\_\_ AÑOS: 6 AÑOS

	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO		
				ACTIVO	INACTIVO	
EJIDOS	DEPRECIACION	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{43' 274, 000, 00 \times 0, 80}{12, 000}$	2, 984, 93	15	432, 74
	INVERSION	$\frac{(V_a + V_r) \times I}{2 H_a}$	$\frac{(43' 274, 000, 00 \times 1, 20) \times 0, 50}{2 (2, 000)}$	6, 491, 10	100	6, 491, 10
	SEGUROS	$\frac{(V_a + V_r) \times S}{2 H_a}$	$\frac{(43' 274, 000, 00 \times 1, 20) \times 0, 03}{2 (2, 000)}$	389, 47	100	389, 47
	ALMACENAJE	$K_a \times D$	---	---	---	---
	MANTENIMIENTO	$Q \times D$	$1, 0 \times 2, 884, 93$	2, 884, 93	0	---
			<b>TOTAL</b>	<b>12, 650, 43</b>		<b>7, 313, 31</b>
CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = C \times P_c$ DIESEL: GASOLINA: OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	$0, 1514 \times 240 \text{ HROP} = 328, 82, 16$ $0, 227 \times \text{HROP} = \text{---}$ $0, 746 \times \text{HROP} = \text{---}$	1, 047, 20	5	52, 36
	LUBRICANTES	$L \times P_L$	$\frac{33 + 0, 0075 \times 30, 34}{100 \times 0, 0095}$ $0, 67 \text{ Lts. / Hr.} \times 2, 53, 40, 00$	170, 46	5	8, 52
			<b>TOTAL</b>	<b>1, 217, 66</b>		<b>61, 18</b>
	OPERACION OPERAC. MAQUINA + VITE. 50 min. = 0, 83	$\frac{S_o}{H}$	$\frac{190, 00 + 933, 30}{8 \text{ hrs.} \times 0, 83}$	516, 60		516, 60
			<b>TOTAL</b>	<b>516, 60</b>		<b>516, 60</b>
			<b>COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	<b>14, 390, 71</b>		<b>7, 891, 09</b>

EN CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR HORA  
 EN PRECIO DE COMBUSTIBLE  
 EN CANTIDAD DE ACEITE POR HORA  
 EN PRECIO DE ACEITE

## LISTA DE PRECIOS UNITARIOS DE ESTE TRABAJO

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
15-03.2C	Desmote para densidad cien por ciento (100%) de vegetación, tipo Monte de Regiones áridas o semi-áridas (inciso 8-06.1).	Ha	\$ 70,711.08/ha.
15-04.3A1	Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en material "A".	m3	\$ 249.37/m3.
15-04.3A2	Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en material "B".	m3	\$ 333.87/m3.
15-04.3A3	Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (inciso 9-05.2), en material "C".	m3	\$ 724.82/m3.
15-05.3B1	Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en material "A".	m3	\$ 244.93/m3.
15-05.3B2	Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en material "B".	m3	\$ 329.42/m3.
15-05.3B3	Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en material "C".	m3	\$ 720.37/m3.
15-06.8A	Compactación por unidad de obra terminada, del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (inciso 11-05.7) para noventa por ciento (90%).	m3	\$ 195.03/m3.
15-06-9A3	Formación y compactación, por unidad de obra terminada, de terraplenes adicionales con sus cuñas de sobrecancho (inciso 11-05.8), para noventa y cinco por ciento (95%).	m3	\$ 232.07/m3.
15-09.3A	Sobreacarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3).	m3-Estación	\$ 12.57/m3.
15-09.3B	Sobreacarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3).	m3-17m	\$ 17.46/m3.
15-09.3C	Sobreacarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso 14-04.3).	m.	\$ 74.35/m3.

PRECIO UNITARIO : 15-03.2C

"Desmonte para densidad cien por ciento (100%) de vegetación, tipo Monte de Regiones áridas o semi-áridas (inciso 8-06.1)", por Ha.

ANALISIS :

A.- EQUIPO :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional, (Cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

MONTE MEDIANO	Nº DE ARBOLES POR Ha.
Arboles entre 50 y 75 cms., de diámetro.	2
Arboles entre 25 y 50 cms., de Diámetro.	5
Arboles con diámetro menores de 25 cms.	50

1.- Arboles entre 50 y 75 cms., de diámetro :

a.- Tractor cortando raíces :

$$\frac{6 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 1,733.82/\text{árbol.}$$

b.- Tractor tirando árboles :

$$\frac{6 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 1,733.82/\text{árbol.}$$

c.- Tractor arrimando árboles :

$$\frac{5 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 1,444.85/\text{árbol}$$

---


$$\text{Total} = \$ 4,912.49/\text{árbol.}$$

2.- Arboles entre 25 y 30 cms., de diámetro :

a.- Tractor tirando árboles :

$$\frac{5 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 1,444.85/\text{árbol}$$

b.- Tractor arrimando árboles :

$$\frac{5 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 1,444.85/\text{árbol}$$

---


$$\text{Total} = \$ 2,889.70/\text{árbol}$$

3.- Árboles menores de 25 cms., de diámetro

a.- Tractor tirando árboles :

$$\frac{1.25 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 361.21/\text{árbol.}$$

b.- Tractor arrimando árboles

$$\frac{0.50 \text{ min/árbol} \times \$14,390.71/\text{hr.}}{60 \text{ min/hr.} \times 0.83} = \$ 144.48/\text{árbol}$$

---


$$\text{Total} = \$ 505.69/\text{árbol}$$

Costo por Ha.

Árboles entre 50 y 75 cms., de diámetro : 2 árboles x \$4,912.49/árbol=\$ 9,824.98

Árboles entre 25 y 50 cms., de diámetro : 5 árboles x \$2,889.70/árbol=\$ 14,448.50

Árboles con diámetro menores de 25 cms.: 50 árboles x \$ 505.69/árbol=\$ 25,284.50

---

\$ 49,557.98/Ha

CARGO : \$ 49,557.98/Ha

B.- MANO DE OBRA :

1 Cabo : 1.0 x 1,468.80 = 1,468.80

20 Peones : 20.0 x 782.10 = 15,642.00

---

\$17,110.80/t.

1.- Limpia y Quema :

60% para quema y limpia :

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 17,110.80/t. \times 0.60}{8 \text{ hrs.} \times 0.83 \times 0.29 \text{ Ha/Hr.}} = \$ 5,331.57/\text{Ha.}$$

C.- HERRAMIENTA :

3 % de la M.O.

$$0.03 \times \$ 5,331.57/\text{Ha.} = \$ 159.95/\text{Ha.}$$

Costo Directo : \$ 55,049.50/Ha.

Indirectos y Utilidad : 28.45% : \$ 15,661.58/Ha.

PRECIO UNITARIO. : \$ 70,711.08/Ha.

PRECIO UNITARIO : 15-04.3A1

Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (Inciso 9-05.2), en material "A", por M3.

ANALISIS :

A.- EXTRACCION Y REMOCION :

Equipo empleado :

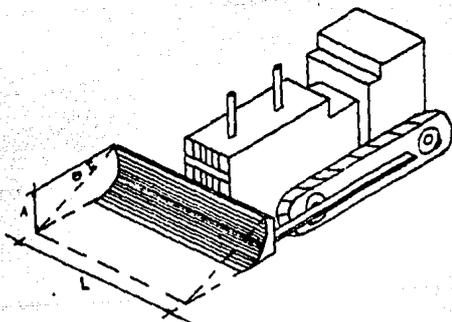
Tractor D-8K, más equipo adicional, (cuchilla ripper, etc.)

Costo Horario : \$ 14.390.71/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento

En la cuchilla del tractor se forma un prisma como sigue :



DE LA EXPERIENCIA, se ha tomado la siguiente fórmula empírica para calcular el volumen de la cuchilla :

$$V = \frac{L \times A^2}{2 \tan, \theta}$$

V = Volumen.

L = Longitud.

A = Altura.

θ = Angulo de reposo del material.

Dimensiones de la cuchilla :

$$L = 4.145 \text{ m.}$$

$$A = 1.52 \text{ m.}$$

$$V = \frac{4.145 \text{ m.} (1.52 \text{ m.})^2}{2 \tan. (20^\circ + 35^\circ)} = 9.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{50}{60} = 0.83$$

$$C_c = 0.90 \text{ (Coeficiente de carga)}$$

$$C_a = 1.20 \text{ (Coeficiente de abundamiento tomado de tablas del manual Caterpillar, para este tipo de material.)}$$

Ciclo :

$$\text{Adelante : } \frac{0.030 \text{ km.} \times 60'}{2.6 \text{ km/hr.}} = 0.69 \text{ min.}$$

$$\text{Reverse : } \frac{0.030 \text{ km.} \times 60'}{3.4 \text{ km/hr.}} = 0.53 \text{ min.}$$

$$\text{Maniobras :} \quad \quad \quad = 0.30 \text{ min.}$$

$$\text{Ciclo Total} \quad \quad \quad = 1.52 \text{ min.}$$

$$R = \frac{0.83 \times 9.20 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.90 \times 60'}{1.20 \times 1.52 \text{ min/ciclo}} = 226.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Carga} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{226.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$$

$$\$ 63.68/\text{m}^3$$

B.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Cargador Caterpillar 977-L

Costo Horario = \$ 10,873.28/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento

$$\text{Volumen} = 2.88 \times 0.7646 = 2.20 \text{ m}^3.$$

$$F = 0.90 \text{ (Factor de carga)}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{50}{60} = 0.83$$

$$Sw = 1.20 \text{ (Coeficiente de abundamiento)}$$

Tiempo del ciclo completo :

$$T_v = \frac{6.0 \text{ m.} \times 2}{80 \text{ m/min.}} + \frac{6.0 \text{ m.} \times 2}{133 \text{ m/min.}} = 0.15 + 0.09 = 0.24 \text{ min.}$$

$$T_t = 0.24 \text{ min.} + 0.30 \text{ min} + 0.15 \text{ min.} = 0.69 \text{ min.}$$

$$R = \frac{2.20 \text{ m}^3 \times 0.90 \times 0.83 \times 60 \text{ min/hr.}}{1.20 \times 0.69 \text{ min.}} = 119.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Carga} = \frac{\$ 10,873.28/\text{hr.}}{119.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 91.37/\text{m}^3$$

C.- TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

$$\text{Costo Horario} = \$ 1,984.55/\text{hr.}$$

$$\text{Abundamiento} = 1.20$$

$$\text{Tiempo de carga} = 1.88 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de acomodo} = 1.00 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de descarga} = 0.50 \text{ min.}$$

$$\text{Total} = \underline{3.38 \text{ min.}}$$

$$\text{Carga} = \frac{3.38 \text{ min.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.20}{60 \text{ min./hr.} \times 6.0 \text{ m}^3} = \$ 22.36/\text{m}^3$$

D.- AFINAMIENTO :

Equipo empleado :

Motoconformadora Caterpillar 120-B

$$\text{Costo Horario} : \$ 5,522.19/\text{hr.}$$

RENDIMIENTO :

**Cálculo del rendimiento**

Cuchilla de 3.96 m. de largo

N = 4 pasadas.

D = 500 m. (Distancia)

$$E = \frac{50}{60} = 0.83 \text{ (Eficiencia)}$$

V = 2.0 km/hr. (Velocidad)

Volúmen de la franja afinada :

$$500.0 \text{ m.} \times 0.25 \text{ m.} \times 3.96 \text{ m.} = 495 \text{ m}^3.$$

Factor de 0.80 por el traslape de la capa afinada y que generalmente no se lleva normal al eje de las terracerfas.

$$V = 495.0 \text{ m}^3 \times 0.80 = 396.0 \text{ m}^3.$$

Tiempo Total requerido para afinar una capa :

$$T = \frac{4 \times 0.5 \text{ km}}{2 \text{ km/hr.} \times 0.83} = 1.20 \text{ hr.}$$

$$\text{Rendimiento horario : } \frac{396.0 \text{ m}^3}{1.20 \text{ hr.}} = 330.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 5,522.19/\text{hr.}}{330.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$$

---

 \$ 16.73/m<sup>3</sup>


---

Costo Directo = \$ 194.14/m<sup>3</sup>Indirectos y Utilidad 28.45% = \$ 55.23/m<sup>3</sup>


---

 PRECIO UNITARIO. = \$ 249.37/m<sup>3</sup>


---

PRECIO UNITARIO : 15-04.3A2

"Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (lociso 9-05.2), en material "B".", Por M3.

ANALISIS :

A.- ROTURACION :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional, (Cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento.

Desgarrador con 1 diente.

Espacio entre pasadas = 0.90 m.

Velocidad media = 1.5 km/hr.

Penetración del desgarrador = 0.60 m.

Eficiencia =  $\frac{50}{60} = 0.83$

Distancia de una pasada = 95.0 m.

Tiempo de maniobras = 0.25 min.

Ciclo :  $\frac{0.095 \text{ km} \times 60 \text{ min./hr.}}{1.5 \text{ km/hr.}} + 0.25 \text{ min.} = 4.05 \text{ min/pasada.}$

Nº de pasadas por hr. =  $\frac{60 \text{ min./hr.} \times 0.83}{4.05 \text{ min/pasada}} = 12.30 \text{ pasadas/hr.}$

Vol. desgarrado = 0.90 m. x 0.60 m. x 95.0 m. = 51.30 m<sup>3</sup>/pasada.

Producción = 51.30 m<sup>3</sup>/pasada x 12.30 pasadas/hr. = 630.99 m<sup>3</sup>/hr.

Rendimiento = 631.0 m<sup>3</sup>/hr.

FACTORES DE CORRECCION :

Operador bueno = 0.75

Visibilidad = 0.80

Producción =  $631.0 \times 0.75 \times 0.80 = 378.60 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Para un 90 %

Rendimiento real =  $378.60 \times 0.90 = 340.74$

Rend. real =  $340.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Cargo =  $\frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{340.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$

\$ 42.33/m<sup>3</sup>

#### B.- EXTRACCION Y REMOCION :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional, (Cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento

$V = 9.20 \text{ m}^3$

$E = 0.83$

$C_c = 0.80$

$C_a = 1.30$  (Consideramos este abudamiento, ya que el calculado con los datos del estudio Geotécnico es de 1.33).

$t = 1.52 \text{ min.}$

$R = \frac{0.83 \times 9.20 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.80 \times 60'}{1.30 \times 1.52 \text{ min}/\text{ciclo}} = 185.12 \text{ m}^3/\text{hr.}$

$R = 185.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Cargo =  $\frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{185.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$

\$ 77.79/m<sup>3</sup>

#### C.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Cargador Caterpillar 977-L

Costo Horario = \$ 10,873.28/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento.

$$\text{Vol.} = 2.88 \times 0.7646 = 2.20 \text{ m}^3.$$

$$F = 0.90$$

$$E = 0.83$$

$$S_w = 1.30$$

$$T_t = 0.69 \text{ min.}$$

$$R = \frac{2.20 \text{ m}^3 \times 0.90 \times 0.83 \times 60 \text{ min/hr.}}{1.30 \times 0.69 \text{ min.}} = 110.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 10,873.28/\text{hr.}}{110.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 98.85/\text{m}^3$$

D.- TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = 1.30

Tiempo de carga = 1.88 min.

Tiempo de acomodo = 1.00 min.

Tiempo de descarga = 0.50 min.

Total = 3.38 min.

$$\text{Cargo} = \frac{3.38 \text{ min.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.30}{60 \text{ min/hr.} \times 6.0 \text{ m}^3} = \$ 24.22/\text{m}^3$$

E.- AFINAMIENTO :

Equipo empleado :

Motoconformadora Caterpillar 120-B

Costo Horario = \$ 5,522.19/hr.

Rendimiento = 330.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 5,522.19/\text{hr.}}{330.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 16.73/\text{m}^3$$

Costo Directo = \$ 259.92/m<sup>3</sup>

Costo Directo : \$ 259.92/m<sup>3</sup>  
Indirectos y Utilidad 28.45% : \$ 73.95/m<sup>3</sup>

---

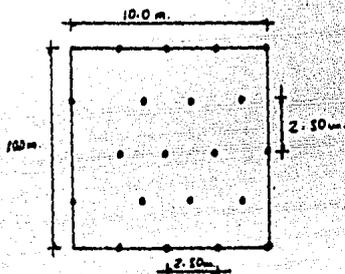
PRECIO UNITARIO: \$ 333.87/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO : 15-04.3A3

"Excevación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (Inciso 9-05.2), en material "C", por M3.

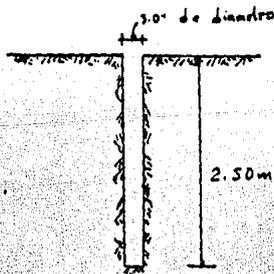
ANALISIS :

Suponiendo una cuadrícula de 10.0 m., por 10.0 m., y con una separación de barrenos de 2.50 m., por 2.50 m., para una roca de dureza media.



Area de influencia de la Voladura en un barreno de 2.50 m. x 2.50 m. = 6.25 m<sup>2</sup>.

Croquis del Barreno :



Profundidad del barreno = 2.50 m.

Volúmen del barreno = 6.25 m<sup>2</sup> x 2.50 m. = 15.62 m<sup>3</sup>.

Como se necesita para el análisis del Precio Unitario, conocer el volúmen del -- barreno por metro lineal (ml.) de profundidad para calcular un coeficiente de barrenación, ya que, en la barrenación los rendimientos son por metro lineal (ml.)- de profundidad, y, para convertirlo en metro cúbico (m<sup>3</sup>), tenemos lo siguiente :

$$\text{Coeficiente de barrenación} : \frac{2.50 \text{ ml.}}{15.62 \text{ m}^3} = 0.16 \text{ ml/m}^3.$$

#### A. - BARRENACION :

Equipo empleado :

Compresor Chicago Pneumatic 600 PCM.

Costo Horario : = \$ 3,534.14/hr.

Track - Drill Chicago Pneumatic.

Costo Horario : = \$ 3,074.22/hr.

---

\$ 6,608.36/hr.

#### PRODUCCION :

Rendimiento = 12.0 ml/hr.

$$\text{Volúmen} = \frac{12.0 \text{ ml/hr.}}{0.16 \text{ ml/m}^3} = 75.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 6,608.36/\text{hr.}}{75.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 88.11/\text{m}^3$$

#### B. - ACERO DE BARRENACION DE 3" $\phi$

Broca "ROPE" (SOGA) = \$ 57,400.00

Barra "ROPE" (SOGA) = \$ 33,350.00

Zanco FI-38 = \$ 54,210.00

---

\$ 144,960.00

Vida Útil = 400 m.

$$\text{Carga por ml.} = \frac{\$ 144,960.00}{400 \text{ m.}} = \$ 362.40/\text{m.}$$

$$\text{Cople FI-38} = \$ 13,340.00$$

Vida útil = 200 m.

$$\text{Carga por ml.} = \frac{\$ 13,340.00}{200 \text{ m.}} = 66.70/\text{m.}$$

$$\text{Carga por m}^3 = (\$362.40/\text{m.} + \$66.70/\text{m.}) \times 0.16 \text{ ml/m}^3 = \$ 68.66/\text{m}^3$$

C.- EXPLOSIVOS :

$$\text{Mexamón} = 0.60 \text{ kg/m}^3 \times \$ 79.20/\text{kg.} = 47.52$$

$$\text{Tovex 100} = 0.10 \text{ kg/m}^3 \times \$ 385.00/\text{kg.} = 38.50$$

$$\text{Estopfn} = 0.10 \text{ pza/m}^3 \times \$ 237.60/\text{pza} = 23.76$$

$$\text{Alambre TW-20} = 0.45 \text{ m/m}^3 \times \$ 4.40/\text{ml.} = 1.98$$

---

111.76

$$\text{Carga} = \$ 111.76/\text{m}^3$$

D.- MANO DE OBRA :

Pobladores :

$$1.0 \text{ Poblador} : 1.0 \times \$ 1,514.70 = 1,514.70$$

$$2.0 \text{ Cargadores} : 2.0 \times \$ 1,106.19 = 2,212.38$$

$$1.0 \text{ Ayte} : 1.0 \times \$ 933.30 = 933.30$$

---

\$ 4,660.38/t.

$$\text{Rendimiento} = 75 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 8.0 \text{ hrs/t.} \times 0.83$$

$$\text{Rendimiento} = 498.0 \text{ m}^3/\text{t.}$$

$$\text{Carga} = \frac{\$ 4,660.38/\text{t.}}{498.0 \text{ m}^3/\text{t.}} = \$ 9.36/\text{m}^3$$

E.- REZAGA :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional, (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento :

Dimensiones de la cuchilla :

L = 4,145 m.

A = 1.52 m.

$$V = \frac{4,145 \text{ m.} (1.52 \text{ m.})^2}{2 \tan. \left( \frac{30^\circ + 50^\circ}{2} \right)} = 5.71 \text{ m}^3.$$

E = 0.83

Cc = 0.80

Ca = 1.50 (de tablas del manual Caterpillar, para este tipo de material).

t = 1.52 m.

$$R = \frac{0.83 \times 5.71 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 0.80 \times 60'}{1.50 \times 1.52 \text{ min/ciclo}} = 99.77 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

R = 100.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Carga} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{100 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$$

\$ 143.91/m<sup>3</sup>

F.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Cargador Caterpillar 988

Costo Horario = \$ 20,338.43/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento.

Volúmen = 6.5 x 0.7646 = 4.97 m<sup>3</sup>

F = 0.80

$$E = 0.83$$

$$Sw = 1.50$$

$$Tt = 0.69$$

$$R = \frac{4.97 \text{ m}^3 \times 0.80 \times 0.83 \times 60 \text{ min/hr.}}{1.50 \times 0.69 \text{ min.}} = 191.31$$

$$R = 191.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 20,338.43/\text{hr.}}{191.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 106.48/\text{m}^3$$

#### G. - TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = 1.50

Tiempo de carga = 0.83 min.

Tiempo de acomodo = 1.00 min.

Tiempo de descarga = 0.50 min.

---

Total = 2.33 min.

$$\text{Cargo} = \frac{2.33 \text{ min.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.50}{60 \text{ min./hr.} \times 6.0 \text{ m}^3} = \$ 19.27/\text{m}^3$$

#### H. - MONEO :

El moneo se calcula tradicionalmente como

un porcentaje de los siguientes cargos : Ba

renación, explosivos y mano de obra para-

el poblado, el porcentaje varía del 5% al 10%.

Para este análisis tomo el 6%, para ejemplificar.

$$0.06 (88.11 + 68.66 + 111.76 + 9.36) = \text{Costo Directo.} = \frac{\$ 18.73/\text{m}^3}{\$ 564.28/\text{m}^3}$$

Costo Directo = \$ 564.28/m<sup>3</sup>

Indirectos y Utilidad 28.45% = \$ 160.54/m<sup>3</sup>

---

PRECIO UNITARIO = \$ 724.82/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO : 15-05.3B1

Excavación de préstamo de banco (Inciso 10-04.3), en material "A", por M3.

ANALISIS :

Se toman las mismas condiciones que para el material "A" en cortes, agregándole el Desmote y el Despalmé por tratarse de excavación en Préstamo.

DATOS :

Despalmé : 0.30 m. de espesor

Capa útil : 2.50 m. de espesor.

A. - DESMONTE :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

Se toma el costo directo del Desmote : \$ 55,049.50/Ha.

Por otro lado tomamos el espesor útil del Préstamo para calcular los metros--  
cúbicos por hectárea.

Cargo por desmote = \$  $\frac{\$ 55,049.50/Ha.}{10,000 \text{ m}^2/Ha. \times 2.50 \text{ m.}}$  = \$ 2.20/m<sup>3</sup>

B. - DESPALME :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

Para el despalmé se calcula un factor, tomando el espesor de despalmé entre  
el espesor de la capa útil.

RENDIMIENTO :

Cálculo de rendimiento :

Dimensión de la cuchilla.

$$L = 4.145 \text{ m.}$$

$$A = 1.52 \text{ m.}$$

$$V = \frac{4.145 \text{ m.} \times (1.52 \text{ m.})^2}{2 \tan. \left( \frac{20^\circ + 45^\circ}{2} \right)} = 7.52 \text{ m}^3$$

$$E = 0.83$$

$$C_c = 0.9$$

$$C_a = 1.20$$

Ciclo :

$$\text{Adelante} = \frac{0.030 \text{ km.} \times 60'}{2.0 \text{ km./hr.}} = 0.90 \text{ min.}$$

$$\text{Reversa} = \frac{0.030 \text{ km.} \times 60'}{3.0 \text{ km./hr.}} = 0.60 \text{ min.}$$

$$\text{Maniobras} = \quad \quad \quad = 0.30 \text{ min.}$$

$$\text{Ciclo Total} = 1.80 \text{ min.}$$

$$R = \frac{0.83 \times 7.52 \text{ m}^3 \times 0.9 \times 60'}{1.20 \times 1.8 \text{ min.}} = 156.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Carga} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.} \times 0.30 \text{ m.}}{156.0 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2.50 \text{ m.}} = \quad \quad \quad \$ 11.07/\text{m}^3$$

#### C.- EXTRACCION Y REMOCION :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 226.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Carga} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{226.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \quad \quad \quad \$ 63.68/\text{m}^3$$

#### D.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Cargador Caterpillar 977-L

Costo Horario = \$ 10,873.28/hr.

RENDIMIENTO = \$ 119.0 m3/hr.

Cargo =  $\frac{\$ 10,873.28/hr.}{119.0 \text{ m3/hr.}}$

\$ 91.37/m3

E.- TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = \$ 1.20

Tiempo de carga = 1.88 min.

Tiempo de Acomodo 1.00 min.

Tiempo de Descarga 0.50 min.

Total = 3.38 min.

Cargo =  $\frac{3.38 \text{ min.} \times \$ 1,984.55/hr. \times 1.20}{60 \text{ min./hr.} \times 6.0 \text{ m3}}$

\$ 22.36/m3

Costo Directo : \$ 190.68/m3

Indirectos y Utilidad 28.45% : \$ 54.25/m3

PRECIO UNITARIO. : \$ 244.93/m3

PRECIO UNITARIO : 15-05.3B2

"Excavación de préstamo de banco (inciso 10-04.3), en material "B", por M3.

ANALISIS :

No se pueden tomar los datos del Estudio Geotécnico referente a las muestras de los bancos, para el cálculo del abudamiento, ya que no contamos con el peso - volumétrico del material del banco en los datos obtenidos del estudio antes mencionado, aparecen solamente el peso volumétrico máximo y el peso volumétrico-suelto.

Por lo tanto como no contamos con los datos suficientes, tomamos las mismas - condiciones que para el material "B" en los cortes.

DATOS :

Despalme : 0,30 m. de espesor.

Capa útil : 2,50 m. de espesor.

En lo referente a Desmonte y Despalme hacemos las mismas consideraciones, -- como en el Precio Unitario anterior de excavación en Préstamo.

A. - DESMONTE :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

Cargo por desmonte =  $\frac{\$ 55,049.50}{10,000 \text{ m}^2/\text{Ha.} \times 2.50 \text{ m.}}$  = \$ 2.20/m3

B. - DESPALME :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 156.0 m3/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.} \times 0.30 \text{ m.}}{156.0 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2.50 \text{ m.}} = \$ 11.07/\text{m}^3$$

## C.- ROTURACION :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional.

Costo Horario : \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 340.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{340.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 42.33/\text{m}^3$$

## D.- EXTRACCION Y REMOCION :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional.

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 185.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 14,390.71/\text{hr.}}{185.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 77.79/\text{m}^3$$

## E.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Camador Caterpillar 977-L

Costo Horario = \$ 10,873.28/hr.

RENDIMIENTO = 110.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 10,873.28/\text{hr.}}{110.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 98.85/\text{m}^3$$

## F.- TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = 1.30

Tiempo de carga = 1.88 min.

Tiempo de acomodo = 1.00 min.

Tiempo de descarga = 0.50 min.

Total = 3.38 min.

Cargo =  $\frac{3.38 \text{ min.} \times \$ 1,984.55 \times 1.30}{60 \text{ min./hr.} \times 6.0 \text{ m}^3}$  = \$ 24.22/m<sup>3</sup>

Costo Directo = \$ 256.46/m<sup>3</sup>

Indirectos y Utilidad 28.45 % = \$ 72.96/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO. = \$ 329.42/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO : 15-05.3B3

"Excavación de préstamo de banco (Inclso 10-04.3), en material "C", por M3.

ANALISIS :

Se hacen las mismas consideraciones que para la excavación en cortes en Material "C".

DATOS :

Despalme = 0,30 m. de espesor.

Capa útil = 2,50 m. de espesor.

En lo referente a Desmonte y Despalme hacemos las mismas consideraciones, como en los Precios Unitarios anteriores de excavaciones en Préstamo.

A.- DESMONTE :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

Cargo por desmonte =  $\frac{\$ 55,049.50/\text{Ha.}}{10,000 \text{ m}^2/\text{Ha.} \times 2.50 \text{ m.}}$  = \$ 2.20/m<sup>3</sup>

B.- DESPALME :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 156.0 m<sup>3</sup>/hr.

Cargo =  $\frac{\$ 14,390.71/\text{hr.} \times 0.30 \text{ m.}}{156.0 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 2.50 \text{ m.}}$  = \$ 11.07/m<sup>3</sup>

C.- BARRENACION :

Equipo empleado :

Compresor Chicago Pneumatic 600 PCM.

Costo Horario = \$ 3,534.14/hr.

Track-Drill Chicago Pneumatic

Costo Horario = \$ 3,074.22/hr.

---

\$ 6,608.36/hr.

RENDIMIENTO :

R = 12.0 ml/hr.

Volúmen =  $\frac{12.0 \text{ ml/hr.}}{0.16 \text{ ml/m}^3}$  = 75.0 m<sup>3</sup>/hr.

Cargo =  $\frac{\$ 6,608.36/\text{hr.}}{75.0 \text{ m}^3/\text{hr.}}$  = \$ 88.11/m<sup>3</sup>.

D.- ACERO DE BARRENACION DE 3"  $\phi$

Broca "ROPE" (SOGA) = \$ 57,400.00

Barra "ROPE" (SOGA) = \$ 33,350.00

Zanco FI-38 = \$ 54,210.00

---

\$ 144,960.00

Vida útil = 400 m.

Cargo por ml. =  $\frac{\$ 144,960.00}{400 \text{ m.}}$  = \$ 362.40/m.

Cople FI-38 = \$ 13,340.00

Vida útil = 200 m.

Cargo por ml. =  $\frac{\$ 13,340.00}{200 \text{ m.}}$  = 66.70/m.

Cargo por m<sup>3</sup> = \$ (362.40/m. + \$ 66.70/m.) x 0.16 m<sup>3</sup>/m = \$ 68.66/m<sup>3</sup>

E.- EXPLOSIVOS :

Mexamón = 0.60 kg/m<sup>3</sup> x \$ 79.20/kg. = 47.52

Tovex 100 = 0.10 kg/m<sup>3</sup> x \$ 385.00/kg. = 38.50

Estopón = 0.10 kg/m<sup>3</sup> x \$ 237.60/pza = 23.76

Alambre TW-20 = 0.45 m/m<sup>3</sup> x \$ 4.40/m. = 1.98

---

\$ 111.76/m<sup>3</sup>

Cargo: \$ 111.76/m<sup>3</sup>

#### F.- MANO DE OBRA :

Pobladores :

1.0 Poblador : 1.0 x \$ 1.514.70 = 1.514.70

2.0 Cargadores : 2.0 x \$ 1.106.19 = 2.212.38

1.0 Ayte. : 1.0 x \$ 933.30 = 933.30

---

\$ 4,660.38/t.

Rendimiento = 75 m<sup>3</sup>/hr. x 8.0 hrs. x 0.83

Rendimiento = 498.0 m<sup>3</sup>/t.

Cargo =  $\frac{\$ 4,660.38/t.}{498.0 m^3/t.}$  = \$ 9.36/m<sup>3</sup>

#### G.- REZAGA :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

RENDIMIENTO = 100.0 m<sup>3</sup>/hr.

Cargo =  $\frac{\$ 14,390.71/hr.}{100.0 m^3/hr.}$  = \$ 143.91/m<sup>3</sup>

#### H.- CARGA DE MATERIAL :

Equipo empleado :

Cargador Caterpillar 988

Costo Horario = \$ 20,338.43/hr.

RENDIMIENTO = 191.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 20,338.43/\text{hr.}}{191.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$$

$$\$ 106.48/\text{m}^3$$

I. - TIEMPO DE CAMION PARA LA CARGA Y LA DESCARGA :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.33/hr.

Abundamiento = 1.50

Tiempo de carga = 0.83 min.

Tiempo de acomodo = 1.00 min.

Tiempo de descarga = 0.50 min.

---

Total = 2.33 min.

$$\text{Cargo} = \frac{2.33 \text{ min.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.50}{60 \text{ min./hr.} \times 6.0 \text{ m}^3} =$$

$$\$ 19.27/\text{m}^3$$

Costo Directo : \$ 560.82/m<sup>3</sup>

Indirectos y Utilidad 28.45 % : \$ 159.55/m<sup>3</sup>

---

PRECIO UNITARIO. : \$ 720.37/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO : 15-06.8A

"Compactación por unidad de obra terminada, del terreno natural en el área de desplante de los terrapiénes (inciso : 11-05.7) para noventa por ciento - - (90%)", por M3.

ANALISIS :

A. - ESCARIFICACION Y TENDIDO :

Equipo empleado :

Motoconformadora 120-B

Costo Horario : \$ 5,522.19/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo de rendimiento

Escarificador de 1.18 m. de largo.

N = 1 pasada.

D = 1.0 km. (Distancia)

E = 0.83 (Eficiencia)

V = 4.3 km/hr. (Velocidad)

Volúmen de la franja escarificada :

$(1000.0 \text{ m.} \times 0.15 \text{ m.} \times 1.18 \text{ m.}) \times 0.80 = 141.60 \text{ m}^3$

Tiempo total requerido para escarificar :

$$T = \frac{1 \times 1.0 \text{ km.}}{4.3 \text{ km/hr.} \times 0.83} = 0.28 \text{ hr.}$$

$$\text{Rendimiento horario} = \frac{141.60 \text{ m}^3}{0.28 \text{ hr.}} = 505.71 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

R = 506.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 5,522.19/\text{hr.}}{506.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} =$$

\$ 10.91/m<sup>3</sup>

## B. - AGUA PARA COMPACTACION :

## DATOS :

Tomamos un promedio de los datos que aparecen en el estudio Geotécnico, referente al terreno natural.

$$\text{Peso volumétrico} = 1,357 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Humedad óptima} = 32.68 \%$$

$$\text{m}^3\text{-agua} = 1,357 \times 0.33 = 447.81$$

$$\text{Costo del agua} = \$ 240.84/\text{m}^3$$

$$\text{Cargo} = \$ 240.84/\text{m}^3 \times 0.45 \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad \$ 108.38/\text{m}^3$$

## C. - COMPACTACION :

## Equipo empleado :

Compactador Vibro Plus CA-25

$$\text{Costo Horario} = \$ 5,206.30/\text{hr.}$$

## RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento.

$$V = 3,000 \text{ m/hr. (Velocidad)}$$

$$A = 2.14 \text{ m. (Ancho del rodillo)}$$

$$e = 0.15 \text{ m. (Espesor de la capa)}$$

$$E = 0.83 \text{ (Eficiencia)}$$

$$F = 0.80 \text{ (Factor de sobreposición)}$$

$$N_p = 4 \text{ (Número de pasadas)}$$

$$R = \frac{3,000 \text{ m/hr.} \times 2.14 \text{ m.} \times 0.15 \text{ m.} \times 0.83 \times 0.80}{4} = 159.86$$

$$R = 160.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 5,206.30/\text{hr.}}{160.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \underline{\$ 32.54/\text{m}^3}$$

$$\text{Costo Directo : } \$ 151.83/\text{m}^3$$

Costo Directo : \$ 151.83/m<sup>3</sup>  
Indirectos y Utilidad 28.45% : \$ 43.20/m<sup>3</sup>

---

PRECIO UNITARIO: \$ 195.03/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO : 15-06-9A3

"Formación y compactación, por unidad de obra terminada, de terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho (inciso 11-05.8), para noventa y cinco por ciento (95%)", por M3.

ANALISIS :

A.- FORMACION :

Equipo empleado :

Motoconformadora Caterpillar 120-B

Costo Horario = \$ 5,522.19/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento

Cuchilla de 3.96 m. de largo

N = 6 pasadas.

D = 1.0 km.

E = 0.83

V = 2.5 km.

Volúmen de la franja formada y tendida :

$1000.0 \text{ m.} \times 0.12 \text{ m.} \times 3.91 \text{ m.} = 469.20 \text{ m}^3.$

Factor de 0.80 por el traslape de la capa formada y tendida y que generalmente no se lleva normal al eje de las terracerías.

$V = 469.20 \text{ m}^3 \times 0.80 = 375.36 \text{ m}^3$

Tiempo total requerido para formar y tender una capa :

$T = \frac{6 \times 1.0 \text{ km.}}{2.5 \text{ km.} \times 0.83} = 2.89 \text{ hr.}$

Rendimiento horario =  $\frac{375.36 \text{ m}^3}{2.89 \text{ hr.}} = 130.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$

R = 130.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 5,522.19/\text{hr.}}{130.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 42.48/\text{m}^3$$

#### B.- AGUA PARA COMPACTACION :

DATOS :

Tomamos un promedio de los datos que aparecen en el estudio

Geotécnico, referente a material de bancos.

Peso volumétrico = 1,600 kg/m<sup>3</sup>

Humedad óptima = 23.70%

m<sup>3</sup>-agua = 1,600 kg/m<sup>3</sup> x 0.24 = 384.0 lts/m<sup>3</sup>.

Costo del agua = \$ 240.84/m<sup>3</sup>

$$\text{Cargo} = \$ 240.84/\text{m}^3 \times 0.38 \text{ m}^3/\text{m}^3 = \$ 91.52/\text{m}^3$$

#### C.- COMPACTACION :

Equipo empleado :

Compactador caterpillar 815

Costo Horario = \$ 9,615.04/hr.

RENDIMIENTO :

Cálculo del rendimiento :

A = 1.94 m. (Ancho del rodillo)

V = 6,400 m/hr. (Velocidad)

C = 0.15 m. (Espesor de la copa)

E =  $\frac{50}{60} = 0.83$  (Eficiencia)

F = 0.80 (Factor de Sobreposición)

Np = 6 (Número de Pasadas)

$$R = \frac{1.94 \text{ m.} \times 6,400 \text{ m/hr.} \times 0.15 \times 0.83 \times 0.80}{6} = 206.0$$

R = 206.0 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 9,615.04/\text{hr.}}{206.0 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 46.67/\text{m}^3$$

Costo Directo : \$ 180.67

Indirectos y Utilidad 28.45% : \$ 51.40

---

PRECIO UNITARIO : \$ 232.07

PRECIO UNITARIO : 15-09.3A

"Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso : 14-04.3)"

Por M3-Estación (a cada 20.0 m.)

ANALISIS :

A.- EQUIPO :

Equipo empleado :

Tractor D-8K, más equipo adicional. (cuchilla, ripper, etc.)

Costo Horario = \$ 14,390.71/hr.

Cálculo del rendimiento :

Capacidad de la cuchilla :

$$V = 9.20 \text{ m}^3$$

Abundamiento = 1.30

$$V = \frac{9.20 \text{ m}^3}{1.30} = 7.08 \text{ m}^3$$

Ciclo para acarreo a 100.0 m.

Adelante :

$$\frac{0.100 \text{ km.}}{3.54 \text{ km/hr.}} = 0.03 \text{ hr.}$$

Reversa :

$$\frac{0.100 \text{ km.}}{5.95 \text{ km/hr.}} = 0.02 \text{ hr.}$$

Ciclo Total = 0.05 hr.

$$\text{Eficiencia} = \frac{50}{60} = 0.83$$

Rendimiento por hora, a 100 m. (5 estaciones)

$$R = \frac{7.08 \text{ m}^3 \times 5 \text{ est.} \times 0.83}{0.05 \text{ hr.}} = 587.64$$

R = 588.0 m<sup>3</sup>-est/hr.

$$\text{Costo} = \frac{\$ 14,390,71/\text{hr.}}{588,0 \text{ m}^3\text{-Est/hr.}} = \$ 24.47/\text{m}^3\text{-Est.}$$

Promedio = 2.5 Estaciones.

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 24.47/\text{m}^3\text{-Est.}}{2.5} = \underline{\$ 9.79/\text{m}^3\text{-Est.}}$$

Costo Directo : \$ 9.79/m<sup>3</sup>-Est.

Indirectos y Utilidad 28,45% : \$ 2.78/m<sup>3</sup>-Est.

**PRECIO UNITARIO . : \$ 12.57/m<sup>3</sup>-Est.**

PRECIO UNITARIO : 15-09.3B

"Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (Inciso : 14-04.3)",  
por M3-HM.

ANALISIS :

A.- EQUIPO :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario : \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = 1.30

DATOS :

Distancia = 0.5 km.

Velocidad cargado = 5.0 km/hr.

Velocidad vacio = 10.0 km/hr.

Tiempo muertos = 30 seg.

Tiempo del ciclo :

$$\frac{0.5 \text{ km.}}{5.0 \text{ km/hr.}} + \frac{0.5 \text{ km.}}{10.0 \text{ km/hr.}} + \frac{0.5 \text{ min.}}{60 \text{ min/hr.}} = 0.158 \text{ hr.}$$

$$\text{Carga} = \frac{0.158 \text{ hr.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.30}{6.0 \text{ m}^3 \times 5 \text{ hm.}} = \underline{\$ 13.59/\text{m}^3\text{-hm.}}$$

Costo Directo : \$ 13.59/m<sup>3</sup>-hm.

Indirectos y Utilidad 28.45 % : \$ 3.87/m<sup>3</sup>-hm.

PRECIO UNITARIO. : \$ 17.46/m<sup>3</sup>-hm.

PRECIO UNITARIO : 15-09.3C

"Sobreacarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso : 14-04.3)",  
por M3-Km.

ANALISIS :

A.- EQUIPO :

Equipo empleado :

Camión Ford F-600

Costo Horario = \$ 1,984.55/hr.

Abundamiento = 1.40

DATOS :

Distancia = 1.0 km.

Velocidad cargado = 15 km/hr.

Velocidad vacio = 20 km/hr.

Tiempo muertos = 30 seg.

Tiempo del ciclo :

$$\frac{1.0 \text{ km.}}{15 \text{ km/hr.}} + \frac{1.0 \text{ km.}}{20 \text{ km/hr.}} = 0.067 + 0.05 + 0.008 \text{ hr.} = 0.125 \text{ hr.}$$

$$\text{Carga} = \frac{0.125 \text{ hr.} \times \$ 1,984.55/\text{hr.} \times 1.40}{6.0 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ km.}} = \underline{\$ 57.88/\text{m}^3\text{-km.}}$$

$$\text{Costo Directo} = \$ 57.88/\text{m}^3\text{-km.}$$

$$\text{Indirectos y Utilidad } 28.45 \% = \$ 16.47/\text{m}^3\text{-km.}$$

$$\text{PRECIO UNITARIO.} = \$ 74.35/\text{m}^3\text{-km.}$$

Con el estudio de Precios Unitarios y las cantidades de obra reportadas para concurso, formularemos el siguiente Antepresupuesto.

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
15-03,2C	Desmonte para densidad cien por ciento - (100%) de vegetación, tipo Monte de Regiones áridas o semi-áridas (Inciso 8-06, 1).	Ha	24.0	70,711.08	1'697,065.92
15-04,3A1	Excavación en cortes adicionales abajo de la sub-rasante (Inciso: 9-05.2), en material "A".	m3	24,538.0	249.37	6'119,041.06
15-04,3A2	Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (Inciso: 9-05.2), en material "B".	m3	85,885.0	333.87	28'674,424.95
15-04,3A3	Excavación en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante (Inciso: 9-05.2), en material "C".	m3	12,271.0	724.82	8'894,266.22
15-05,3B1	Excavación de préstamo de banco (Inciso: 10-04.3), en material "A".	m3	19,920.0	244.93	4'879,005.60
15-05,3B2	Excavación de préstamo de banco (Inciso: 10-04.3), en material "B".	m3	99,600.0	329.42	32'810,232.00
15-05,3B3	Excavación de préstamo de banco (Inciso: 10-04.3), en material "C".	m3	13,280.0	720.37	9'566,513.60
15-06,8A	Compactación por unidad de obra terminada, del terreno natural en el área de desplante de los terraplénos (Inciso: 11-05, 7) para noventa por ciento (90%).	m3	24,400	195.03	4'758,732.00
15-06-9A3	Formación y compactación, por unidad de obra terminada, de terraplénos adicionales con sus cuñas de sobreancho (Inciso:				

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	11-05.8), para noventa y cinco por ciento (95%).	m3	134,494	232.07	31'212,022.58
15-09.3A	Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso: 14-04.3).	m3-Estación	96	12.57	1,206.72
15-09.3B	Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso: 14-04.3).	m3-Hm	5,068	17.46	88,487.28
15-09.3C	Sobrecarreo de materiales por unidad de obra terminada (inciso: 14-04.3).	m3-Km	664,000	74.35	49'368,400.00
				Total	= \$ 178'069,397.93

Costo total del Antepresupuesto = \$ 178'069,397.93

## CAPITULO QUINTO

### C O N C L U S I O N E S

Se tuvieron que tomar los datos necesarios de los manuales para costos unitarios, para poder analizar algunos Precios Unitarios necesarios para formar el catálogo de estos, referente a las terracerías del tramo El Ahorcado - La Griega, de la línea Férrea México - Querétaro, y que la información del estudio Geotécnico no fue suficiente para poder analizar los antes mencionados, como son el caso de los cortes en material "A" y material "C", así como también en los préstamos en los materiales "A" y "C", y son necesarios éstos análisis para cuando se presenten clasificaciones de materiales en la obra y aún en este mismo trabajo.

Los Precios Unitarios quedaron establecidos en base a las Especificaciones Generales de Construcción de la antigua Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, parte Segunda 4a. Edición.

En función del tiempo disponible y en relación a los volúmenes de los conceptos de obra por ejecutar, se relacionan los rendimientos de las máquinas y equipos, que se destinen.

En nuestro país, se presenta gran variedad de climas y el número de días hábiles disponibles para realizar cualquier trabajo, varía en función de lluvia, frío, o nieve, etc.

Programando cualquier cantidad de obra, por decir: 100,000.0 m<sup>3</sup> de extracción de material, si se disponen de 200 días de trabajo, se requiere obtener una producción diaria promedio de 500 m<sup>3</sup>., y en cambio si se dispone de 125 días hábiles, se requiere una producción de 800 m<sup>3</sup>., por día hábil.

Si ésta producción diaria se relaciona, con la potencia y capacidad de la máquina, con su estado de uso en relación a su eficiencia, se podrá obtener el número de máquinas que se requieren, para lograr dicho propósito.

De lo anterior se deduce la obligación que se presenta de conocer todos los factores que pueden influir en el rendimiento,

Muchos fracasos se originan, en pensar solo en las capacidades teóricas de las máquinas, que en condiciones ideales tienen que responder al 95% de disponibilidad mecánica.

El conocer el estado que guardan las máquinas, es importante, por que de su producción dependerá el programa y el costo de operación.

La confiabilidad de los datos con que se cuente es muy importante, aunada a la buena supervisión y al conocimiento de los datos, con que se va a programar tanto por volumen como por calidad de los materiales, en cuanto a ubicación, dureza

za, granulometría, pesos, humedades, etc.

Las experiencias acumuladas en varias obras através de los años de trabajo y de los datos almacenados en relación a ellas, pueden determinar un método inductivo para saber aproximadamente los rendimientos que se esperen de cada máquina. Por otro lado si se determinan dichos rendimientos, por los lineamientos técnicos dentro de las normas que a cada equipo corresponden y sin tomar en cuenta la experiencia, se tiene un método deductivo.

El método integrativo, aúna la técnica con la experiencia y puede afirmarse - que es el único recomendable. Pero en cualquier trabajo lo que en realidad cuenta, es el promedio obtenido en las horas realmente trabajadas durante el lapso establecido.

De un año contando los 365 días calendario, en unas zonas del país, se pueden disponer hasta 250 días y en cambio en otras, este porcentaje puede reducirse hasta 100 días. Lo anterior más que otra cosa por condiciones climáticas. Iluvia, frío y nieve y dependiendo del trabajo a realizar: terracerías o pavimentación.

Si a los días disponibles se les resta un porcentaje por fallas mecánicas, por fallas en abastecimientos, por imprevisiones en la administración y superintendencia a medida que se dispone de menos días hábiles, más crítica se toma la programación, si no se cuenta con otros recursos que puedan suplir o complementar los determinados por la organización inicial.

Pensar en organización de un grupo de máquinas, sin pensar en costos, es fatal, independientemente de la relación que en cuanto a capacidades deba cumplirse.

Si se tiene una máquina, cuyo costo horario en relación a su valor de adquisición es muy alto y se aprovecha muy poco, en función del demás equipo, el costo obra se incrementa. A su vez si se tiene un equipo con costo horario bajo, pero que en función de su capacidad limita el rendimiento de las otras máquinas su costo obra se incrementa.

Por otra parte, son múltiples los objetivos que se pueden obtener con el análisis de los costos. Entre los más importantes se pueden citar los que siguen:

De planeación. Con base en los índices establecidos, poder planificar las líneas férreas por construirse.

De proyecto. De acuerdo con los recursos financieros, las líneas férreas por realizar, los movimientos de tierra, los puentes necesarios, etc., elaborar más adecuadamente los proyectos técnicos correspondientes.

De presupuesto. Agragando al costo de las líneas férreas los gastos de ingeniería indispensables para el trazo y localización, promoción, dirección y supervisión, estar en posibilidad de integrar los presupuestos.

De programación. Al conseguir los primeros tres objetivos, es posible programar acertadamente las radiaciones de recursos presupuestarios, la adquisición y -

abastecimientos de herramientas, la ejecución de las obras, el control de las mismas y de los recursos presupuestarios, materiales y humanos.

De pago. El análisis de los costos permite efectuar, oportuna y eficazmente los pagos por unidad de obra terminada o por kilómetro de línea férrea construída.

## BIBLIOGRAFIA

- 1).- Ferrocarriles, Ing. Francisco M. Togno, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 1974.
- 2).- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Ing. Alfonso Rico R. y Her\_milo del Castillo, Vol. 1, LIMUSA.
- 3).- Especificaciones Generales de Construcción, SAHOP, parte segunda, cuarta edición.
- 4).- El análisis de los Costos Indirectos, Ing. Raúl Salas Rico.
- 5).- Manual de Especificaciones Técnicas y Rendimiento de los productos Ca\_terpillar, quinta edición.
- 6).- Análisis de Costos, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, - 1979.
- 7).- Curso de análisis y escalación de Costos de Construcción, Colegio de In\_ genieros Civiles de México.
- 8).- Prontuario de Maquinaria para la Construcción, Heuer Gubany Hinrichsen\_ blume, 1970.
- 9).- Maquinaria para Construcción, David A. Day, P.E., LIMUSA, 1982.
- 10).- El Costo de los Caminos de tipo Económico, Ing. Raúl Salas Rico.