



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

**"EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS EN
LA CIUDAD DE MÉXICO"**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

JUAN SANDOVAL TORRES

RICARDO LIRA BORJA

ASESOR: ING. JOSE LARA RUIZ

MÉXICO

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

JUAN SANDOVAL TORRES
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 29 de mayo del año en curso, presentada por Ricardo Lira Borja y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSÉ LARA RUIZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 27 de junio del 2004
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ DIRECCION



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/VZ/11a.



UNIVERSIDAD NACIONAL
ARAGÓN DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

**RICARDO LIRA BORJA
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 29 de mayo del año en curso, presentada por Juan Sandoval Torres y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSÉ LARA RUIZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 27 de junio de 1974
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/VER/la.

Doy gracias a Dios

**A mis padres : Francisco Lira Lira.
Josefina Borja Gaspar.**

Por darme la existencia y apoyarme siempre.

A mis hermanas : María Luisa

Mariana

Valeria

A mi esposa : Rosa Rojas Castañeda

A mis adorados hijos : Damaris Grisel

José Francisco

Rosa Abigail

Barbara Cecilia

A mis tíos.

A mi abuelo.

A mis primos.

A mis compañeros y amigos.

A mis maestros.

Al Ing. José Lara Ruiz agradeciéndole su orientación para poder concluir con este trabajo.

A la memoria de :

Mi abuela Cecilia Gaspar Santillan.

Mi tío Ciro Borja Gaspar.

A mis Padres:

**Emiliano Sandoval Barajas.
Gloria Torres Hidalgo.**

Quiero expresarles lo orgulloso que me siento de tenerlos a mi lado, los hermosos valores éticos y morales que de ustedes he recibido, por el apoyo incondicional que de manera desinteresada me han dado, por guiarme, pero sobre todo que de ustedes he aprendido que cuando se persigue un anhelo, se debe ser constante, tener la tenacidad y la paciencia hasta alcanzarlo.

A mis Hermanos:

Vicente, José, J. Guadalupe, Ma. Dolores, Gloria e Imelda.

A todos ellos, por sus palabras de aliento cuando los momentos se tornaron difíciles, por haber tenido la paciencia de escucharme y darme consejos útiles.

A mis Sobrinos:

Blanca D. , J. Jesús, D. Vanessa, Mauricio, Alexis G. , Daniel Abraham, I. Cristabel, L. Francisco, Arturo, Rodrigo, F. Rocío, Gloria.

Esperando que éste logro les sea de utilidad en su futuro académico, y sepan que no existe mejor riqueza que el estudio.

A la Srita.:

Araceli Cuellar Cervantes.

Por los grandes momentos que hemos compartido, tu paciencia y comprensión para conmigo, por brindarme tu compañía, por quererme tanto como yo a ti.

A las Familias:

Sandoval Jiménez, Sandoval Pérez, Sandoval Ríos, Vélez Sandoval, Peña Sandoval y Juárez Sandoval.

Al Sr. Ingeniero:

José Lara Ruíz.

Por la labor desinteresada de dirigir el presente trabajo de tesis, por su enorme paciencia en la revisión y correcciones elaboradas para el mismo y por brindarnos su apoyo total en todo momento.

A mis profesores, compañeros y amigos de la carrera de Ingeniería Civil, generación 1993 – 1997 turno vespertino de nuestra alma-mater, E.N.E.P. Aragón, U.N.A.M.

A todos ellos, por el apoyo, conocimiento, amistad y demás detalles que me han brindado quiero decirles, gracias por todo.

Juan Sandoval Torres

EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

I.- INTRODUCCIÓN.....	4
I.1.- ANTECEDENTES.....	8
I.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS BLANDOS. CLASIFICACION SEGUN S.U.C.S.....	10
I.2.1 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS S.U.C.S.....	13
I.3.- EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE GALERIAS Y/O TUNELES.....	19
II.- EXCAVACIÓN CON ESCUDO.....	21
II.1.- GENERALIDADES.....	21
II.2.- DESCRIPCIÓN DEL ESCUDO DE FRENTE PRESURIZADO.....	23
II.3.- DESCRIPCIÓN DEL ESCUDO PRESURIZADO.....	25
II.4.- DESCRIPCIÓN DEL ESCUDO DE FRENTE LIBRE.....	29
II.5.- CAMPO DE APLICACIÓN.....	40
II.5.1 MECANISMOS Y ELEMENTOS BÁSICOS DE LA MAQUINA.....	42
II.5.2 RESTRICCIONES QUE LIMITAN SU USO.....	48
II.5.3 PRODUCCION CICLO TEORICO.....	50
II.6.- CICLO DE TRABAJO DEL ESCUDO.....	53
III.- REVESTIMIENTOS.....	56
III.1.- GENERALIDADES, ADEMADO Y REVESTIMIENTO.....	57
III.2.- FABRICACIÓN DE DOVELAS.....	60
III.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE DOVELAS.....	69
IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS.....	71
IV.1.- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.....	71
IV.2.- MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO.....	75
IV.3.- PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS.....	79
IV.4.- PATIO DE LODOS.....	79
IV.5.- PATIO DE DOVELAS.....	80
IV.6.- SUBESTACIÓN ELECTRICA.....	81
V.- EQUIPO UTILIZADO.....	82
V.1.- EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS.....	84
V.1.1. CUADRO COMPARATIVO DE COSTO POR M.L. O M3.....	84
VI.- CONCLUSIONES (ANÁLISIS DE COSTO POR M.L. ESCUDO DE FRENTE PRESURIZADO).....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	125

PROLOGO

PROLOGO

El enfoque en las excavaciones en suelos blandos consiste en que el terreno colabore en su propia estabilidad, aprovechando sus características mecánicas iniciales, todo ello para minimizar la zona de aflojamiento.

La caracterización de los materiales térreos es particularmente difícil de definir en términos cuantitativos existiendo problemas inclusive para la determinación de su calidad.

Todo esto obedece no solamente a la gran heterogeneidad, anisotrópica, estado original de esfuerzos del propio suelo, sino también al hecho de que durante la excavación se alteran sus propiedades, de por sí de gran variabilidad, además; que éstas dependen del procedimiento de la excavación, de ésta manera se puede decir que un "mismo" suelo reacciona de diferente forma para diversos procedimientos constructivos.

En éste trabajo se expone la técnica moderna de excavación, basada en permitir que el suelo se deforme lo suficiente para desarrollar su resistencia; restituyendo entonces en su confinamiento con la mayor brevedad, para evitar que se incrementen las cargas de aflojamiento a las deformaciones excesivas.

La aplicación de dicha técnica se refiere a suelos blandos, particularmente a la zona de lago de la Ciudad de México y gracias a la información y experiencias obtenidas por la Ex-Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal (COVITUR).

La técnica moderna hace indispensable la comunicación estrecha entre las personas responsables del diseño y los constructores, de manera que la observación del

comportamiento del suelo excavado retroalmente al proyectista para que éste esté en posibilidades de ajustar o modificar su modelo de partida, estableciendo así un proceso cíclico.

Al realizar este trabajo se pensó en lo importante que es para el estudiante de Ingeniería Civil, los procesos constructivos de cualquier tipo de obra. Pero las excavaciones en suelos blandos se hacen interesantes por la gran cantidad de factores que intervienen, por lo que es necesario que se den a conocer las actividades que se desarrollan en el proceso constructivo.

En el capítulo I, que es la introducción hablaremos primordialmente de los antecedentes de este tipo de construcciones, así como de las características de los suelos blandos de acuerdo a la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), así como de la excavación de túneles y galerías en este tipo de suelos.

En el capítulo II, se habla acerca de las excavaciones con el uso de escudo en sus tres diferentes tipos; el escudo de frente presurizado, escudo presurizado y escudo de frente lineal, los mecanismos básicos de la máquina, restricciones que limitan su uso, ciclo de trabajo, su producción...

En el capítulo III, mencionamos lo importante que son los revestimientos que se hacen a los túneles cuando se emplea alguno de los tipos de escudo del cual se habla en el capítulo II así como el importante papel que juega el ademado y la fabricación de dovelas.

En el capítulo IV, hablaremos del procedimiento constructivo de las excavaciones en suelos blandos, lo importante que es el conocer las condiciones estratigráficas mediante sondeos y estudios de laboratorio para poder definir detalladamente las especificaciones de construcción, así como para poder tomar decisiones acerca de que trabajos se requerirán para el mejoramiento del subsuelo, todo esto para poder contar con la seguridad en todo

trabajo en el cual esté implícito el uso de escudo y tener el debido avance de obra que se acerque a los rendimientos óptimos por jornada.

En el capítulo V, se menciona el equipo utilizado, equipo auxiliar y herramientas, como también se hace un análisis detallado de cada uno de ellos, para tener un enfoque más general acerca del equipo implícito en las excavaciones.

Por último en el capítulo VI, que corresponde a conclusiones, se hace una comparación de costos por M3 o M.L.

I.-INTRODUCCION

I- INTRODUCCION

El problema de excavar en suelos blandos reviste especial interés por el peligro inminente de falla o colapso y por la aparición de excesivas deformaciones que dañen las estructuras vecinas.

La estabilidad de una excavación reciente se resuelve mediante el uso de elementos mecánicos, que permitan ademar las paredes de la excavación, al mismo tiempo que ésta avanza, evitando que se derrumbe, tales elementos son: escudo y dovelas.

Con el fin de resolver problemas específicos y aportar información necesaria para verificar la teoría del hundimiento que desarrolló el Dr. Nabor Carrillo en 1948, se realizaron trabajos de exploración y de laboratorio que paulatinamente permitieron conocer con buena precisión la estratigrafía y propiedades mecánicas del subsuelo en la zona céntrica de la Ciudad de México, hasta profundidades de 50 a 100 m. bajo el nivel del terreno.

Con tal información fue posible elaborar en 1952 la zonificación del área urbana (fig. 1), atendiendo a las características más significativas del subsuelo. Según esa figura era más factible distinguir tres zonas: la de lomas, en las estribaciones de la Sierra de las Cruces, al oeste del Valle de México, en general formada por materiales poco compresibles y de alta resistencia al esfuerzo cortante.

La de lago, ubicada al oriente y antiguamente ocupada por el lago de Texcoco, en la que tienen depósitos lacustres blandos y compresibles hasta profundidades de 50 a 60 m, apoyados en suelos más duros y rígidos; y la zona de transición caracterizada por una

secuencia variable de estratos aluviales intercalados con arcillas blandas similares a las de lago.

Actualmente las zonas de lomas, transición y de lago han recibido la denominación de zonas I, II, y III, respectivamente, en el reglamento de construcciones del D. F.

La actualización geotécnica de 1970 con datos de sondeos efectuados hasta esa fecha extendió y perfeccionó la información mostrada en la fig. 1, que data de 1959, ésta a su vez se amplió a terrenos urbanizados en las dos últimas décadas, al sur y oriente del Valle; la fig. 2, es la versión usada en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1987.

El contenido de agua natural (W_i) de los materiales arcillosos del subsuelo varía 50 y 500%, y sin embargo no tienen la consistencia de un lodo; al tacto exhiben reacción elástica y resistencia a compresión relativamente alta. Correlacionando los valores de (W_i) con los relativos al límite líquido (LL) y del índice de plasticidad (I_p).

Las diferencias de compresibilidad entre las muestras del subsuelo de la Ciudad de México y otras ciudades como Chicago y Boston es notable, siendo el contenido de agua (W_i) los parámetros más característicos de los materiales lacustres del Valle de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I.1.- ANTECEDENTES.

La red de drenaje y el colector central que descarga en el km 0+000 del gran canal de Desagüe fueron construidos a cielo abierto, lo cual implica excavar zanjas hasta de 5 m. de profundidad.

Los primeros conductos en túnel dentro del área urbana se realizaron en la década de los años cincuenta, con objeto de evitar inundaciones en las zonas de la ciudad más afectadas por el hundimiento del terreno. La excavación de esos túneles se ejecutó con escudos semi abiertos y el revestimiento temporal estaba formado por ocho a diez dovelas de concreto armado.

Aunque las profundidades a las que se realizaba la excavación eran modestas (de 12 a 15 m), las dificultades eran múltiples, por las características de los depósitos blandos alternados con estratos arenosos más rígidos, el agrietamiento del subsuelo, la carencia de equipos adecuados para colocar las dovelas e inyectar en la zona de contacto con el terreno, a lo que se sumaba la inexperiencia en este tipo de construcción.

A medida que mejoraron los métodos constructivos y la capacitación del personal, se fueron resolviendo casos más difíciles por la profundidad del suelo en zonas de reciente urbanización. Se emplearon escudos de diseño mejorado y nuevas técnicas de instalación de dovelas, y posteriormente se recurrió al empleo de aire comprimido para evitar la falla del frente de excavación, en túneles ubicados a profundidades de 20 a 25 m, éste método de excavación resultó complicado y sumamente costoso.

Por último, se prefiere excavar con escudo presurizado y remover el material en forma de lodo mediante bombeo; el revestimiento temporal se construye con un número reducido de dovelas de concreto (usualmente cinco) unidas mediante pernos, las cuales se instalan con dispositivos especiales que permiten realizar los movimientos con seguridad y precisión, e inyectar en la zona de contacto entre las dovelas y el suelo con la prontitud requerida.

La construcción de túneles para el Sistema de Transporte Colectivo (METRO) dentro de la ciudad, ha tenido una evolución semejante a la descrita anteriormente. Ellos se iniciaron en los años sesenta, primero alojando las estructuras en excavación a cielo abierto limitadas con muros milán, apuntalados (falso túnel o cajón somero), posteriormente en túneles excavados con escudos y revestimiento constituido por dovelas de diseño moderno, según las características del suelo lo han ido requiriendo.

I.2.- CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS BLANDOS, CLASIFICACION SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS.

Dada la complejidad y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica, debe ir precedido por otro de clasificación completa.

Es evidente que un sistema de clasificación que pretenda cubrir hoy las necesidades correspondientes, debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser éstas las fundamentales para las aplicaciones ingenieriles. A la vez esta debe ser preponderantemente cualitativa, puesto que un sistema que incluyese relaciones cuantitativas y de detalle respecto a las propiedades mecánicas resultarían sin duda, excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica; además, un sistema útil de clasificación debe de servir para normar el criterio del técnico respecto al suelo que se trate, previamente a un conocimiento más profundo y extenso de las propiedades del mismo; de hecho, una de las más importantes funciones de un sistema sería la de proporcionar la máxima información normativa a partir de la cual el técnico sepa en que dirección profundizar su investigación.

Entre los diversos estudios tendientes a encontrar un sistema de clasificación que satisfaga los distintos campos de aplicación a Mecánica de Suelos, destacan los efectuados por el doctor A. Casagrande en la Universidad de Harvard, los cuales cristalizaron en el conocido

Sistema de Clasificación de Aeropuertos, así originalmente llamado, debido a que estaba orientado para uso en ese tipo de obras.

A pesar de que este sistema ha sido ligeramente modificado para constituir el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, ampliamente usado en el mundo, conviene mencionar las bases en que el doctor A. Casagrande fundamentó su criterio para proponer el Sistema de Clasificación de Aeropuertos, punto de partida para todos los esfuerzos de valor que hasta hoy se han efectuado en este campo.

El sistema fue propuesto originalmente en 1941 y se adoptó enseguida por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, quien lo aplica principalmente a la construcción de Aeropistas.

El sistema divide a los suelos en dos grandes fracciones: la gruesa, formada por partículas mayores que la malla No. 200 (0.074 mm).

y menores que la malla de 3'' (7.62 cm).

y la fina, formada por las partículas que pasan la malla No. 200.

La fracción gruesa se subdivide en grupo de gravas y arenas, teniendo como frontera la malla No. 4 (4.76 mm)

. Subdivisiones subsecuentes de esta fracción toman en cuenta el contenido y naturaleza de los finos, así como características de graduación.

La fracción fina se subdivide en grupos, tomando en cuenta sus características de plasticidad, las cuales están relacionadas con las propiedades mecánicas e hidráulicas, que interesan al ingeniero civil.

Las propiedades mecánicas e hidráulicas mas importantes de las que el ingeniero civil precisa tener datos, primero cualitativa y después cuantitativamente son: Características de esfuerzo (deformación y resistencia, compresibilidad, permeabilidad, velocidad de

variación volumétrica, etc.). Una de las propiedades que más influyeron para la formación de estos fue la compresibilidad, la cual está íntimamente ligada con las características de plasticidad, específicamente con el valor del límite líquido. La compresibilidad aumenta con el valor del límite líquido, permaneciendo todos los demás valores constantes.

La mayoría de los suelos formados por partículas finas, cuyo origen no sea volcánico tienen, por lo general, valores del límite líquido menores que 100; esto fue utilizado para subdividir estos materiales en dos grupos principales: los de baja a media compresibilidad con límite líquido menor del 50% y los de alta compresibilidad con límite líquido mayor de 50%.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I.2.1.- SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)

Según se dijo, este sistema está basado en el de Aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla No. 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera "grueso" si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso son finas.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

SUELOS GRUESOS:

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo.

El símbolo se especifica a continuación:

- a) Gravias y suelos en que predominan éstas. Símbolo genérico G (gravel).
- b) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S (sand).

Las gravas y arenas se separan con la malla No. 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa (retenida en la malla No 200) no pasa la malla No 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

- 1) Material prácticamente limpio de finos, bien graduados. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.
- 2) Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.
- 3) Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M del sueco mo y mjala. En combinación con los símbolos genéricos, del lugar GM y SM.
- 4) Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (clay). En combinación, da los grupos GC y SC.

GRUPOS GW y SW

Estos suelos son bien graduados y con pocos finos o limpios por completo. La presencia de los finos que puedan contener estos grupos no debe producir cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa, ni interferir con su capacidad de drenaje. Los anteriores requisitos se garantizan en la práctica, especificando que en estos grupos el contenido de partículas finas no sea mayor de un 5% en peso. La graduación se juzga, en el laboratorio, por medio de los coeficientes de uniformidad y curvatura.

Para considerar una grava bien graduada se exige que su coeficiente de uniformidad sea mayor que 4, mientras el de curvatura debe estar comprendido entre 1 y 3. En el caso de las arenas bien graduadas, el coeficiente de uniformidad será mayor que 6, en tanto que la curvatura debe estar entre los mismos límites anteriores.

GRUPO GP y SP

Estos suelos son mal graduados; es decir, son de apariencia uniforme o presentan predominio de un tamaño o de un margen de tamaños, faltando algunos intermedios, en

laboratorio, deben satisfacer los requisitos señalados para los grupos anteriores, en lo referente a su contenido de partículas finas, pero no cumplen los requisitos de graduación indicados para su consideración como bien graduados. Dentro de este grupo están comprendidas las gravas uniformes, tales como las que se depositan en los lechos de los ríos, las arenas uniformes, de médanos y playas y las mezclas de gravas y arenas finas, provenientes de estratos diferentes obtenidas durante proceso de excavación.

GRUPOS GM y SM

En estos grupos el contenido de finos afecta las características de resistencia y esfuerzo-deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa; en la practica se ha visto que esto ocurre para porcentajes de finos superiores a 12%, en peso, por lo que esa cantidad se toma como frontera inferior de dicho contenido de partículas finas. La plasticidad de los finos de estos grupos varía entre "nula" y "media"; es decir, es requisito que su índice de plasticidad sea menor que 4.

GRUPOS GC y SC

El contenido de finos de estos grupos de suelos debe ser mayor que 12% en peso, y por las mismas razones expuestas para los grupos GM y SM.

Sin embargo, en estos casos, los finos son de media a alta plasticidad es ahora requisito que el índice plástico sea mayor que 7.

A los suelos gruesos con contenido de finos comprendidos entre 5% y 12% en peso, el Sistema unificado de Clasificación de suelos, los considera casos de frontera, adjudicándoles un símbolo doble. Por ejemplo, un símbolo doble GP-GC indica una grava mal graduada, con un contenido entre 5% y 12% de finos plásticos (arcillosos).

SUELOS FINOS

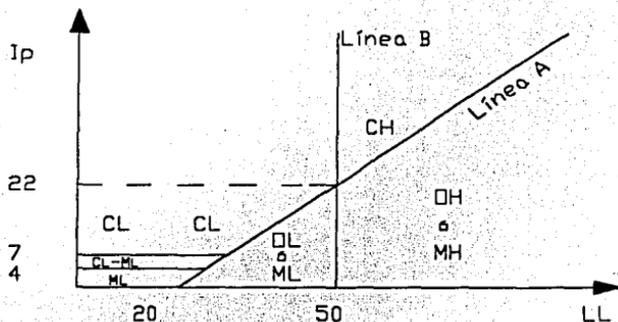
También en este caso el Sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

- a) Limos orgánicos, son símbolo genérico M (del sueco mo y mjala).
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay).
- c) Limos y arcillas inorgánicas, de símbolo genérico O (organic).

Cada uno de estos tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (low compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50%, o sea de alta compresibilidad, lleva tras el símbolo genérico la letra H (high compresibility), teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, ha de expresarse en función de dos parámetros (LL e Ip), mientras que en el caso de suelos finos sólo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más a mayor límite líquido. También es preciso tener en cuenta que el término compresibilidad, se refiere a la pendiente del tramo virgen de la curva de compresibilidad y no a la condición actual del suelo inalterado pues éste puede estar seco parcialmente o preconsolidado.

Los suelos altamente inorgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo, independientemente del símbolo Pt (del inglés peat; turba).



CARTA DE PLASTICIDAD, TAL COMO SE USA ACTUALMENTE

GRUPOS CL y CH:

En estos grupos se encasillan las arcillas inorgánicas. El grupo CL comprende a la zona sobre la línea A, definida por $LL < 50\%$ e $I_p > 7\%$.

El grupo CH corresponde a la zona arriba de la Línea A, definida por $LL > 50\%$. Las arcillas formadas por descomposición química de cenizas volcánicas, tales como la bentonita o la arcilla del Valle de México, con límites líquidos de hasta 500%, se encasillan en el grupo CH.

GUPOS ML y MH

El grupo ML comprende la zona bajo la línea A con $I_p < 4$. El grupo MH corresponde a la zona debajo de la línea A, definida por $LL > 50\%$.

En estos grupos quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos y los limos arcillosos. Los tipos comunes de limos inorgánicos y polvo de roca, con $LL < 30\%$, se localizan en el grupo ML. Los depósitos eólicos, del tipo de loess, con $25\% < LL < 35\%$ usualmente, caen también en este grupo.

Los suelos finos que caen sobre la línea A y con $4\% < I_p < 7\%$ se consideran como caso de frontera, asignándoles el símbolo doble CL-ML.

I.3 EXCAVACION DE GALERIAS Y TUNELES

En marzo de 1967 comenzaron los trabajos de construcción del Drenaje Profundo de la ciudad de México, en el cual, debido a la complejidad de los suelos encontrados, a la gran profundidad a que se excava y a los enormes volúmenes de material que son desalojados y desplazados, fue necesaria la creación de nuevas técnicas de excavación de túneles y modificar y adaptar las empleadas hasta entonces.

La construcción de túneles se realiza a partir de galerías o lumbreras las cuales son pozos circulares excavados desde la superficie, con diámetros de entre 6 y 12 m y a profundidades variables a partir de los 25 m; Los procedimientos de excavación empleados en las lumbreras son muy variables dependiendo esto del tipo de material encontrado.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION POR FLOTACION.

Este método consiste en la excavación de un brocal perimetral, en el cual se realizan perforaciones secantes además con bentonita; una vez completo el anillo perimetral con estas perforaciones llenas de bentonita, se procede a excavar el núcleo de la lumbrera, mediante una draga de cucharón de almeja que va extrayendo la arcilla; al mismo tiempo, la excavación se va llenando de lodo bentonítico para evitar la falla de fondo. A medida que la lumbrera se profundiza, se aumenta la densidad de lodos de bentonita para lograr un equilibrio entre las presiones de las paredes de la lumbrera y la presión del lodo. Las paredes de la lumbrera son previamente excavadas con una maquina de rotación para limitar el área de la misma. Una vez excavada la lumbrera, se procede a colocar en la

superficie una parte de los muros laterales y la losa de piso de la lumbrera, que son ligeramente menor de diámetro que la excavación; el fondo de la lumbrera así colado, se va bajando y se van colocando segmentos de muros a medida que éste va bajando en la excavación, flotando dentro de los lodos bentoníticos.

Llega un momento en que la flotación de la lumbrera es tal que impide que ésta baje; en ese momento se empieza a llenar la lumbrera en su interior, con agua, para darle mayor peso y provocar que baje; el control de la verticalidad se efectúa mediante gatos hidráulicos. Se continúa bajando la estructura de concreto hasta asentarla en el fondo; en este momento se termina la construcción, llenando el espacio entre concreto y suelo con inyecciones de cemento.

II.- EXCAVACIÓN CON ESCUDO

II.- EXCAVACION CON EL EMPLEO DE ESCUDO.

II.1 GENERALIDADES

Los primeros túneles de que se tiene noticias, se realizaron a mano con la ayuda de rocas de mayor dureza que el terreno y que servían como herramientas con sus consiguientes limitaciones.

Posteriormente se utilizó el calor, procedimiento en que se calentaba el frente de ataque con la ayuda de fogatas y posteriormente se mojaba provocando así un cambio brusco de temperatura, lo que causaba un resquebrajamiento del material.

Las primeras herramientas metálicas que se utilizaron fueron el pico y la pala, para materiales relativamente blandos, la barreta y el marro se emplearon cuando la dureza del terreno era mayor. Este se vio mejorado con el empleo de la pólvora negra que se introducía y encendía en los orificios realizados con la barreta.

Con el descubrimiento y empleo de la dinamita como elemento explosivo vino a mejorar aún más los procedimientos de excavación, llegando en la actualidad a utilizarse diferentes tipos de dinamita, cuya ignición se hace con retardos de tiempos con lo cual se trata de optimizar tanto el consumo de explosivos como el avance por ciclos y el tamaño de la rezaga obtenida.

Actualmente se emplean adicionalmente a los métodos mencionados otros métodos de excavación a base de escudo para materiales arcillosos o granulares.

Ha sido importante la construcción de escudos, en la época moderna han aparecido notables aportaciones tecnológicas, y entre las más importantes se encuentran las siguientes:

1818 Marc Brunnel, inicia la excavación del primer túnel con escudo rectangular.

1869 Greathead, construye el primer escudo cilíndrico.

1879 Greathead, usa por primera vez el aire comprimido en túneles.

1897 Thompson, diseña el primer excavador mecánico.

1961 Kinner Moodie, diseña los escudos basculantes con cámara de lodo bentonítico en el frente.

1966 Aparece el escudo japonés de cabeza rotatoria, cámara de bentonita y sello triple en la cola.

Lo anterior significa que las técnicas modernas para excavar túneles en suelos blandos se han desarrollado en los últimos 150 años y en su mayoría han sido revolucionados por la electricidad, gatos hidráulicos y cemento Portland, así como empleo de pistola neumática. Con el uso de escudos, la tecnología en la excavación de túneles presenta actualmente adelantos muy importantes tanto en rapidez como en seguridad.

En esencia, el escudo consiste en un cilindro de metal rígido, que se divide en tres secciones, una parte delantera formada por una cuchilla que va cortando el material, una estructura intermedia que sirve para rigidizar la coraza y alojar los sistemas hidráulicos que empujan al escudo, y una parte trasera que tiene una coraza cilíndrica o faldón en donde se coloca el mecanismo de instalación de dovelas.

El objetivo de este escudo es prevenir la deformación del terreno hacia el túnel mediante la coraza de metal, permitir una excavación segura y colocar el ademe con sus propios dispositivos a medida que avanza.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II. 2 DESCRIPCION DEL ESCUDO DE FRENTE PRESURIZADO

Este escudo ha sido diseñado con características que permiten la excavación rápida y segura en suelos arcillosos. Su diseño y fabricación está basado en las siguientes consideraciones fundamentales:

- a) Mantener un sostén continuo del frente, tanto mecánicamente a través de la cabeza cortadora, como hidrostáticamente por medio de la presión del lodo
- b) Para minimizar la posibilidad de que la arcilla blanda enfrente de la cabeza cortadora se remoldee, el escudo tiene una capota que permite la rotación de la cortadora en su interior.
- c) Este escudo está diseñado para ser utilizado en terrenos de arcilla blanda. Si se deseara ejecutar excavaciones en capas de arena gravosa o capa dura, su diseño requiere modificaciones.
- d) El revestimiento primario es a base de dovelas de concreto prefabricado.

Las características de diseño que contribuyen a la realización de las consideraciones mencionadas anteriormente son las siguientes:

- a) La cabeza cortadora sostiene mecánicamente el frente en todo momento. La presión del frente de tierra es convertida en presión hidráulica y controlada desde el tablero del operador.

- b) La cabeza cortadora no está fija longitudinalmente al escudo, sino que tiene una carrera longitudinal de 40 cm. La carrera puede funcionar cuando la cortadora esté rodando o no.
- c) La cabeza cortadora tiene dos velocidades de rotación, para satisfacer anticipadamente las condiciones del suelo, se ha adoptado también el método de impulso directo mediante motores eléctricos con engranaje reductor, con el fin de lograr una alta eficiencia de transmisión y marcada reducción de ruido.
- d) El escudo excavador avanza y es guiado mediante el uso de gatos de empuje apoyándose en las dovelas. El avance de los gatos de empuje es controlado con sensores que proveen la información direccional positiva requerida.
- e) El sistema hidráulico de los gatos de empuje suministra el circuito de presión fijadora requerida para sostener el escudo firmemente con las dovelas.
- f) El sistema de circulación de lodo proporciona la presión constante de lo requerido para sostener el frente mientras que traslada la tierra desde la cámara del lodo a un ritmo suficiente que permite la penetración calculada del escudo a razón de 4 cm por minuto.
- g) Un sistema de control y monitoreo semi-automático asegura la estabilidad continua del frente y aumenta la confiabilidad del escudo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.3 DESCRIPCION DEL ESCUDO PRESURIZADO. (EXCAVACION CON AIRE COMPRIMIDO)

En el empleo del aire comprimido, se realiza fundamentalmente lo siguiente;

Se coloca una mampara (placa de acero, que en su periferia tenga un sello perfecto con el túnel) o un tapón en una sección del túnel, de tal forma que no exista comunicación de un lado hacia el otro, sellando además el terreno con inyecciones para garantizar el aislamiento. Al lado de la lumbrera, el aire tiene la presión atmosférica; del otro lado se empieza a inyectar aire, así, la sección del túnel entre el frente de excavación y el tapón queda sujeta a una presión de aire superior a la atmosférica.

La entrada y salida tanto del personal como de materiales a ésta cámara de trabajo presurizada se hace por medio de esclusas, que consisten en cilindros de metal que cruzan la mampara con puertas selladas de entrada y salida; cuando se circula del lado de presión atmosférica al lado presurizado se cierran ambas puertas y lentamente se va inyectando aire a presión, hasta que la presión en la esclusa se iguala con la de la cámara de trabajo, en esas condiciones se abre la puerta del lado presurizado y el personal puede pasar a la cámara de trabajo. Cuando se transita en sentido contrario se procede a la inversa.

Con la rezaga (material producto de la excavación) se efectúa la misma operación; sin embargo, la velocidad con que se elimina o alza la presión en la rezaga, es mucho mayor. Para el personal es necesario tomar tiempos apropiados de compresión y descompresión en base a tablas preestablecidas en función de la magnitud de la presión, ya que una descompresión súbita puede causar daños.

Durante la permanencia del personal en el aire comprimido, se disuelve más aire en la sangre y en los tejidos que bajo presión atmosférica, por lo que al terminar la jornada de trabajo, el personal debe ser descomprimido lentamente, evitando que se formen burbujas en la sangre.

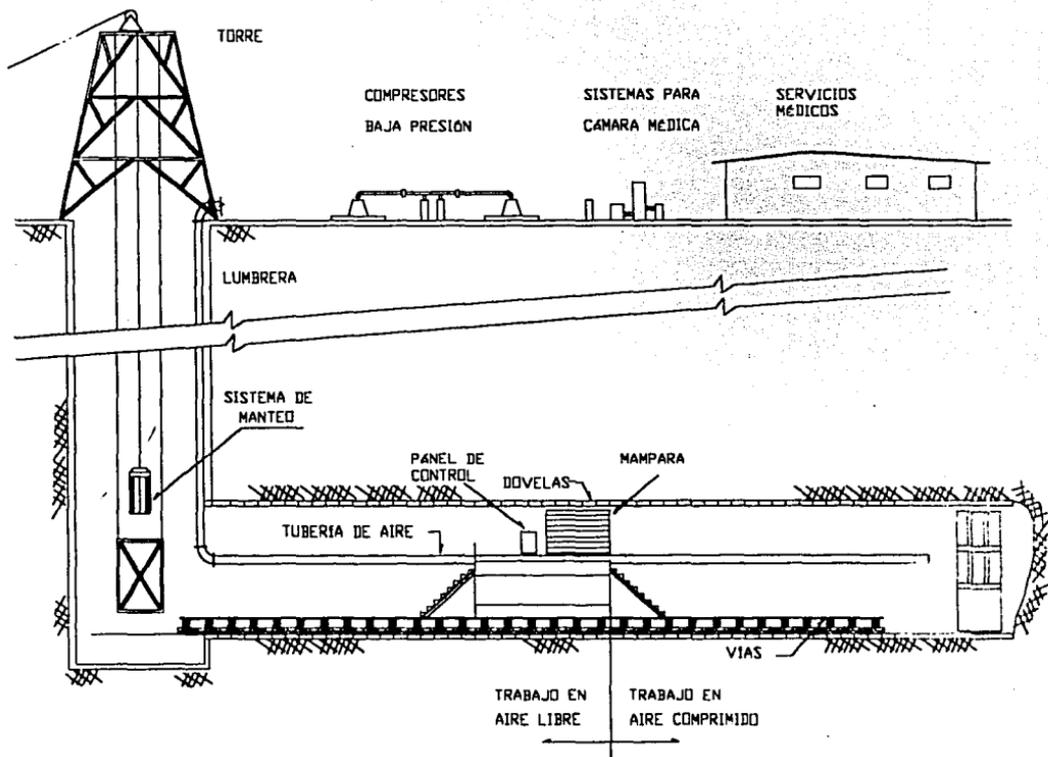
El objetivo de formar una cámara presurizada es, principalmente, estabilizar el frente de excavación. Para el caso de las arenas saturadas, el flujo de aire comprimido del frente de la excavación hacia el terreno, provoca tensiones capilares que evitan que la arena y el agua fluyan hacia el interior del túnel; en el caso de arcillas de baja resistencia, se tiene una presión que contrarresta la presión del terreno, evitando así que la arcilla falle y penetre hacia el túnel.

Para excavar y construir un túnel usando el sistema de aire comprimido, se requieren, además del equipo necesario para la excavación con escudo, los siguientes elementos:

- 1) Equipo para suministrar aire comprimido a baja a alta presión.
- 2) Tubería para suministro de agua. Se utiliza en las herramientas de perforación y para limpieza.
- 3) Equipo de energía eléctrica. En todo el túnel se mantiene el alumbrado y la energía necesaria para hacer funcionar otros equipos electrónicos, tales como el de inyección y el sistema de comunicaciones entre la zona presurizada y la zona de control en la superficie. Para mantener el equipo de compresores de aire a baja presión funcionando en el caso de un paro de energía eléctrica, es necesario contar con plantas generadoras de energía.
- 4) Dispositivos de seguridad para emplearse en el aire comprimido.
- 5) Equipo para limpieza de aire suministrado a baja presión. Este consiste de separadores de aceite y enfriadores.

Todos estos elementos se pueden apreciar en la figura siguiente:

INSTALACIÓN PARA AIRE COMPRIMIDO



28

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.4 DESCRIPCION DEL ESCUDO DE FRENTE LINEAL.

ESCUDO CON FRENTE ABIERTO:

Este tipo de escudo es un cilindro de acero rígido abierto en sus dos extremos longitudinales; presenta grandes facilidades en el frente de ataque para realizar la excavación del terreno hace menos difíciles los trabajos de erección del revestimiento prefabricado, ya que cuenta con un "brazo erector" colocado en la parte posterior.

La parte principal de la estructura del escudo recibe el nombre de "camisa" o "forro", la cual está construida de placas de acero que unidas entre sí le dan forma cilíndrica.

La camisa o forro, a su vez se divide en tres partes, que son:

1) La cuchilla cortadora o "cuchara", colocada en el extremo delantero de la camisa y cuyo diámetro es ligeramente mayor que el diámetro del escudo. Tiene la capacidad de penetrar un suelo blando bajo el impulso de una serie de gatos hidráulicos apoyados contra el revestimiento final. Es sumamente reforzada y su rigidez interna se incrementa con anillos atezados. Las funciones que tiene son las siguientes:

- a) Facilitar uniformemente el avance y conducción del cuerpo del escudo cortando el frente, y proveer una distribución hasta donde sea posible de las presiones inducidas que lo empujan hacia atrás.
- b) Proteger a los trabajadores que realizan la excavación y resistir la presión del terreno en el frente.

- 2) El "tronco" o parte intermedia de la camisa sirve para alojar la maquinaria que permite impulsar hacia delante al escudo, tales como gatos hidráulicos, así mismo, tableros de operación, plataformas de trabajo montadas sobre postes atezadores, etc.
- 3) La cubierta trasera del escudo es conocida con el nombre de "faldón", está diseñada de tal manera que pueda soportar las presiones verticales ejercidas por el terreno.

En esta parte es donde se realizan las maniobras necesarias para ir colocando el revestimiento prefabricado del túnel a medida que avanza la excavación.

La estructura total del escudo se complementa con maquinaria especial para la excavación; rezaga y transporte del material, montaje e inyección.

El escudo está equipado con cuatro plataformas de rastras en las cuales están colocados: el brazo erector, bombas para proporcionar el fluido hidráulico de emergencia y el control electrónico para protección y operación del equipo, incluyendo un transformador de energía eléctrica.

ESCUDO DE FRENTE CERRADO:

Este tipo de escudo es aquél que lleva en todo su frente una estructura metálica conocida con el nombre de "mampara", que contiene el suelo delante de la excavación. La mampara está compuesta de viguetas de acero en forma de rejillas cubiertas con placas dobles, igualmente de acero reforzado. La obstrucción frontal es el motivo por el cual a ésta máquina se le conoce como "Escudo de Frente Cerrado".

La máquina tradicional del tipo mencionado, va realizando la excavación del túnel mediante simple desplazamiento del suelo, al penetrar el escudo por la sección de empuje de los gatos hidráulicos. Estos están colocados dentro de la camisa del escudo para dar

fuerza a la mampara apoyándose en las dovelas que integran el revestimiento primario. Los gatos de empuje deben ser diseñados para vencer las siguientes resistencias:

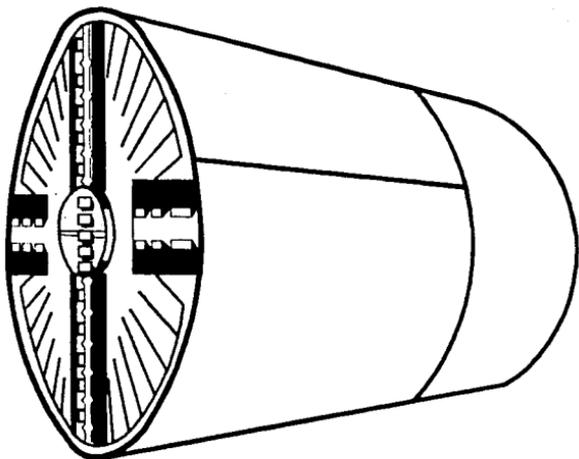
- a) La fricción del terreno sobre la superficie exterior de la camisa del escudo.
- b) La fricción del anillo de dovelas en el faldón del escudo.
- c) La resistencia del terreno que no ha sido desplazado en el frente del escudo.

Algunas veces resulta ventajoso permitir el flujo de algo de material hacia el interior del escudo, esto se puede conseguir mediante una o más aberturas muy pequeñas realizadas previamente en la mampara.

Unos metros atrás del escudo se cuenta con una estructura metálica provista de ruedas y que se desplaza sobre rieles. En ella se tienen los motores para las bombas del sistema hidráulico que accionan los gatos de empuje, motorreductores de las bandas que transportan el material que se permite pasar hacia el interior, un transformador que alimenta a los motores y otro que se usa para la iluminación y uso de herramientas eléctricas, y el equipo de inyección de materiales.

La excavación de túneles mediante este procedimiento se compone de varias etapas de trabajo:

- Excavación y rezaga.
- Ademe del frente.
- Levantar compuerta de rezaga.
- Empuje del escudo.
- Limpieza de la plantilla.
- Colocación de segmentos (dovelas).
- Compuerta de rezaga.

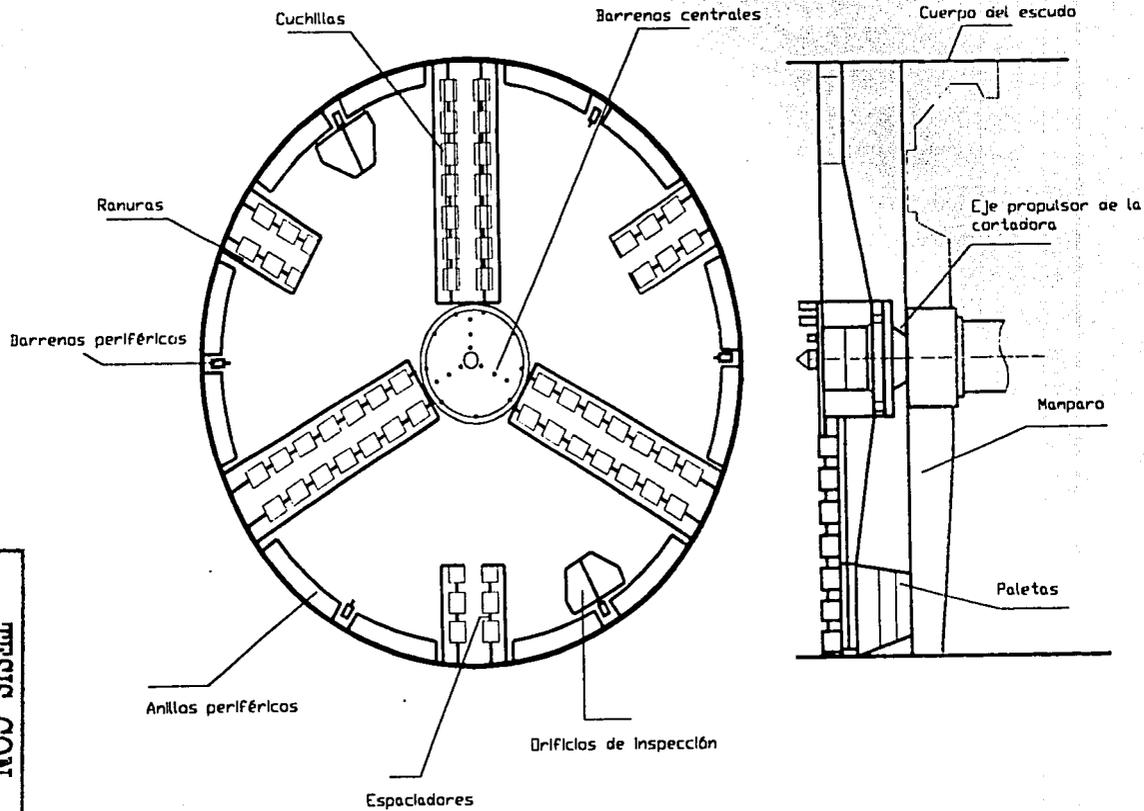


ESCUDO EXCAVADOR

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

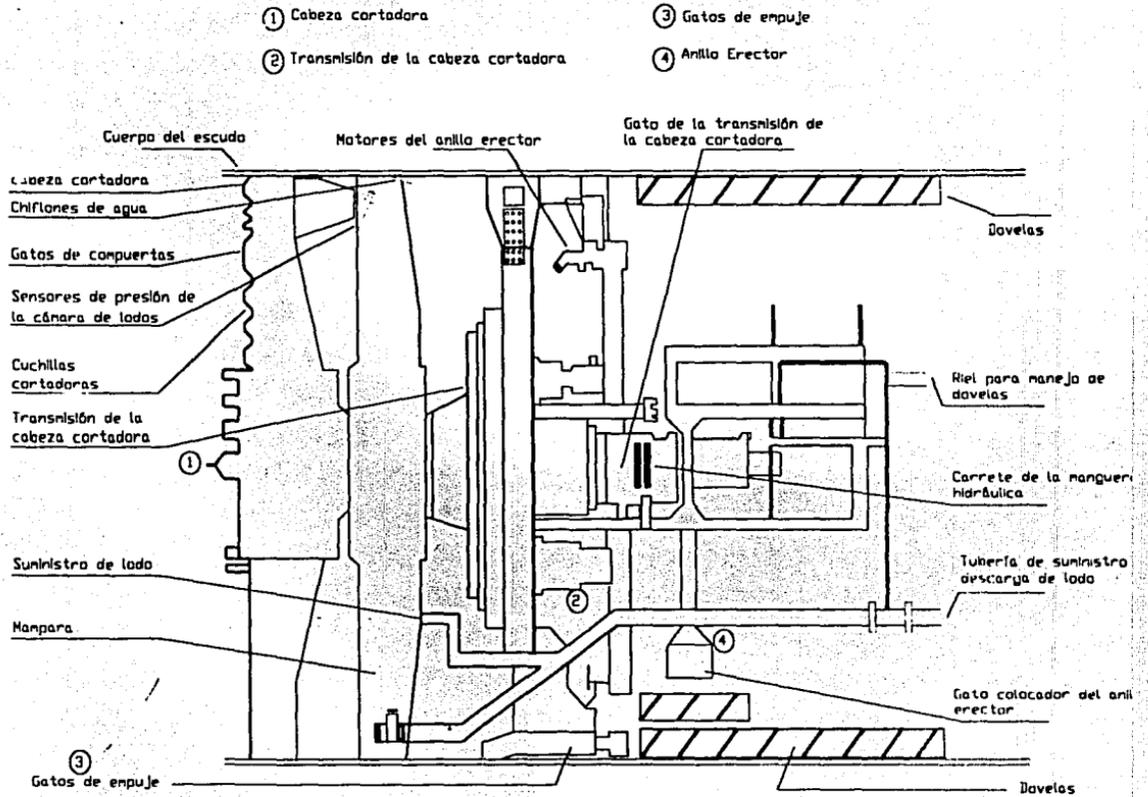
33



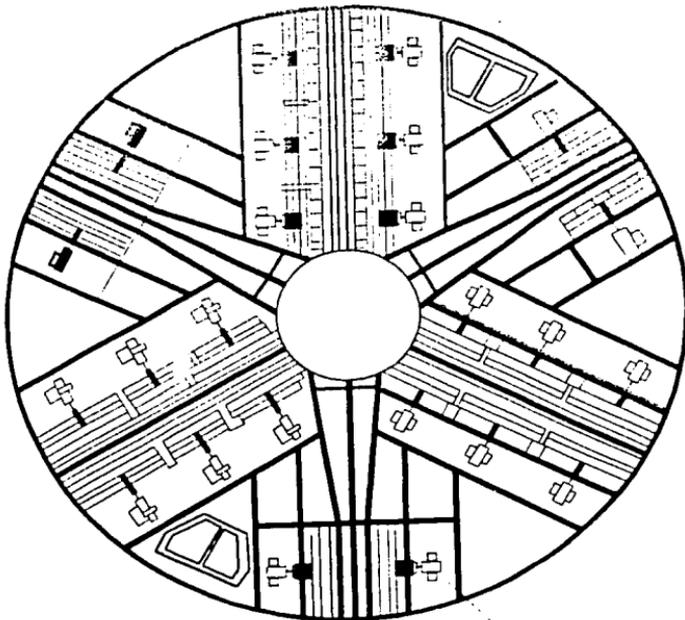
CABEZA CORTADORA DEL ESCUDO

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

34

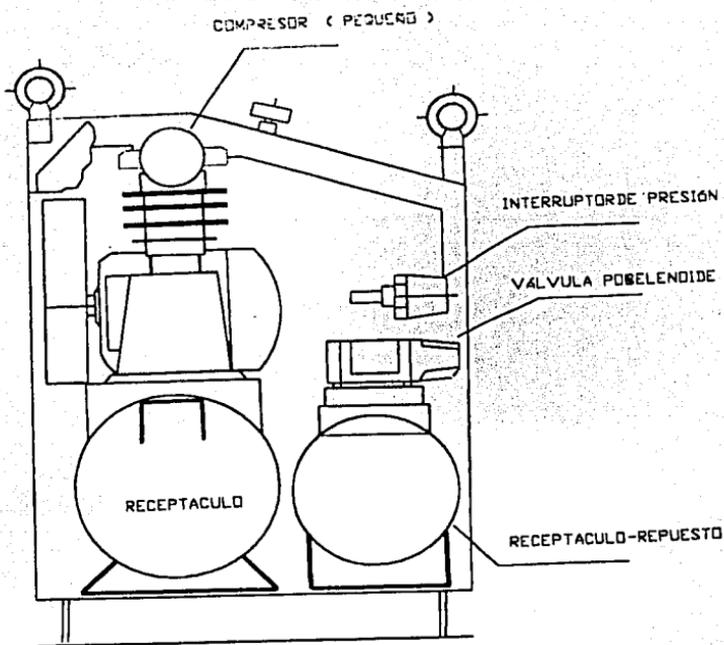


ESCUDO EXCAVADOR



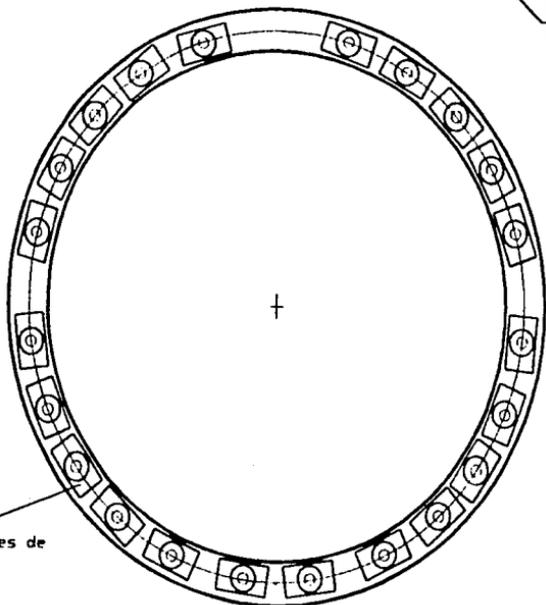
GATO PARA ALABE DE
RANURA

CIRCUITO HIDRÁULICO PARA ALABE DE RANURA

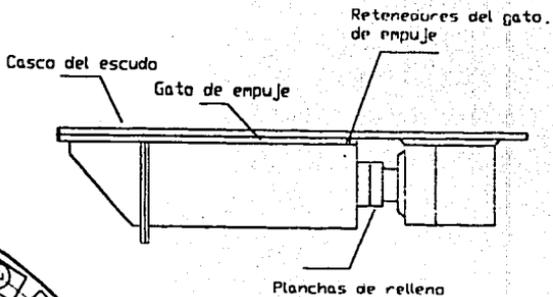


COMPRESOR PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



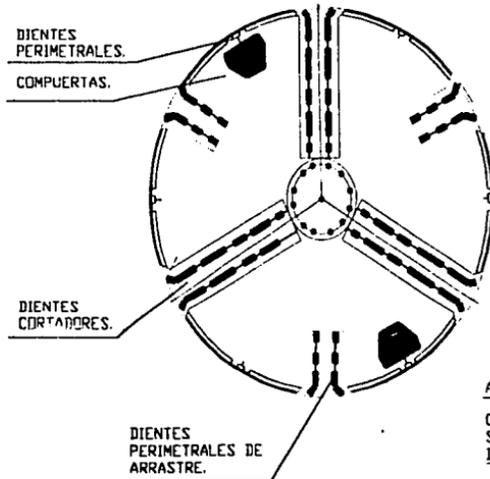
Gatos sensores de carrera



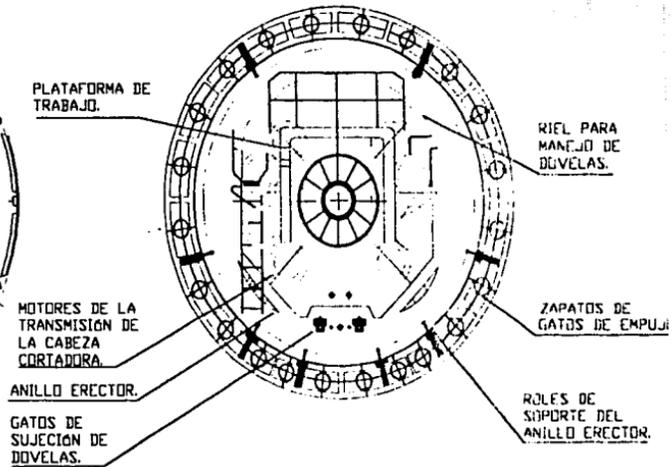
GATOS DE EMPUJE

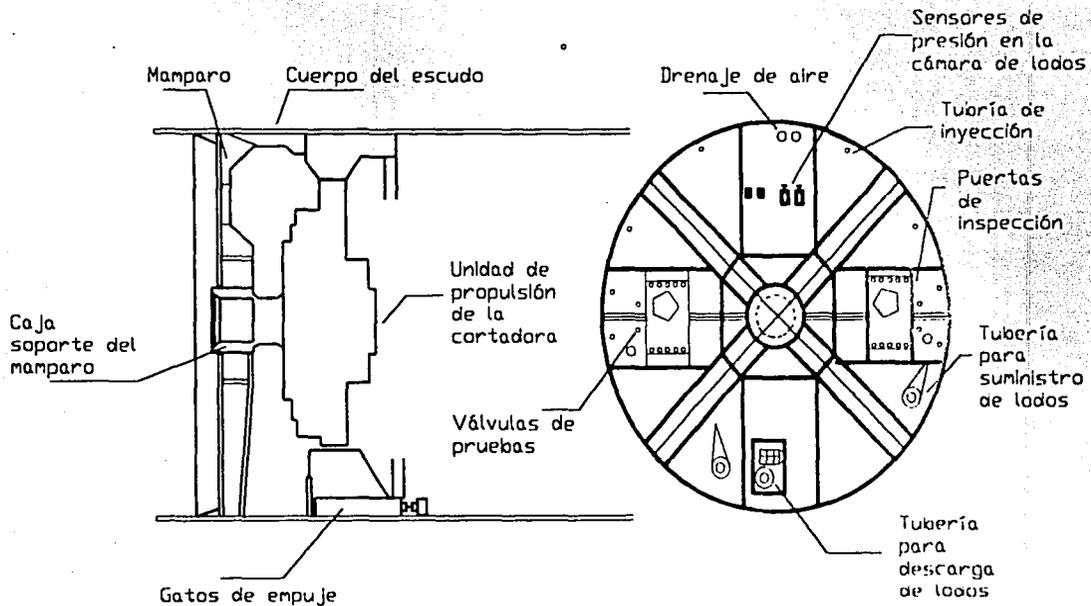
ESCUDO EXCAVADOR

VISTA ANTERIOR



VISTA POSTERIOR





CUERPO DEL ESCUDO

II.5 CAMPO DE APLICACIÓN.

El crecimiento explosivo de la población del Distrito Federal en los últimos cuatro decenios, hizo crecer en forma proporcional la demanda de agua potable, por lo que se recurrió a la perforación y explotación de numerosos pozos en la zona urbana, lo que provocó el acelerar el hundimiento general del terreno en el Valle de México llegando a ser mayor de 8 mts. en algunas zonas, provocando el dislocamiento de la red de drenaje y contrapendiente en los conductos que desaguan hacia el gran canal.

Como una solución inmediata, las autoridades del Departamento del Distrito Federal se vieron obligadas a operar con estaciones de bombeo, lo que incrementa los costos de operación y mantenimiento de áreas.

Tras estudios exhaustivos, el Departamento del Distrito Federal elaboró un proyecto de drenaje, que vuelve innecesario el sostenimiento de las plantas de bombeo y elimina los riesgos por fallas del Gran Canal en sus primeros veinte kilómetros de mayor elevación que la zona central de la Ciudad de México, estando además a salvo de los problemas derivados del hundimiento del Valle de México. A este proyecto se le denominó SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

En donde se han venido utilizando en su construcción los diferentes tipos de escudo, como son los que se mencionaron anteriormente.

II.5.1 MECANISMOS Y ELEMENTOS BASICOS DE LA MAQUINA.

A) Cuerpo del escudo;

- Diámetro exterior..... 6 240 mm
- Espesor de la plancha del forro..... 45 mm (frente) a 40mm
- Longitud del escudo..... 7 300 mm
- Empaque del sello de la cola..... Triple
- Número de divisiones del escudo..... 4 piezas.

B) Gato de empuje;

- Empuje por gato..... 120 ton.
- Cantidad de gatos..... 24
- Fuerza total de empuje..... 2 280 ton.
- Carrera..... 1 150 mm.
- Presión de operación..... 300 kg/cm²
- Presión máxima de operación..... 360 kg/cm²
- Velocidad de extensión..... 5 cm/min.

C) Cabeza cortadora:

- Tipo de cortadora..... Disco plano.
- Diámetro exterior..... 6 120 mm.
- Velocidad de rotación..... 1.0 y 0.67 r.p.m.
- Dirección de rotación..... Reversibles.
- Cantidad de álabes de ranura..... 24
- Cantidad de cuchillas raedoras..... 72

D) Gato de la cortadora;

- Cantidad de gatos..... 1
- Empuje total..... 360 ton.
- Carrera..... 400 mm
- Presión de operación..... 250 kg/cm²
- Máxima presión de operación..... 300 kg/cm²
- Velocidad de extensión..... 10 cm/min.

E) Montador.

- Tipo..... Propulsión, motor de aceite hidráulico con corona dentada.
- Velocidad de rotación..... 0.5 y 0.8 r.p.m.
- Carrera angular..... 330° (reversible)

Gato del montador:

- Fuerza de empuje..... 7.8 ton.
- Fuerza de tracción..... 5.4 ton.
- Carrera..... 650 mm
- Cantidad de gatos..... 2
- Presión de operación..... 100 kg/cm²
- Presión máxima de operación..... 120 kg/cm²

Gato de deslizamiento:

- Fuerza de empuje..... 3.1 ton.
- Fuerza de tracción..... 1.8 ton.
- Carrera..... 200 mm.
- Cantidad de gatos..... 1
- Presión de operación..... 100 kg/cm²
- Presión máxima de operación..... 120 kg/cm²

Gato de fijación de dovelas:

- Fuerza de empuje..... 3.1 ton.
- Fuerza de tracción..... 1.5 ton.
- Carrera..... 70 mm.
- Cantidad de gatos..... 2

- Presión de operación..... 100 kg./cm
- Presión máxima de operación..... 120 kg./cm

F) Unidad de energía hidráulica:

- Motores..... Del tipo cerrado, enfriado con ventilador.

G) Sistema de lubricación para el sello del eje de la cortadora:

- Ubicación..... Eje cortador.
- Método..... Lubricación forzada.

H) Sistema Eléctrico:

- Suministro de Energía;
- Circuito de la energía..... 440 V; 60 Hz.
- Circuito de operación..... 220 V; 60 Hz.
- Circuito de iluminación..... 110 V; 60 Hz.

I) Equipo de circulación de lodo:

- Densidad de suministro..... 1.10 ton/m³
- Presión de suministro de lodo..... 2.0 kg/cm² (min.)

- Longitud de tubería entre la lumbrera y el tanque de circulación
De lodo..... 50.0 m
- Diámetro de la tubería para suministro de lodo..... 220 mm (8")
- Diámetro de tubería para descarga de lodo..... 150 mm (6")
- Suministro de energía..... 440 V x 60 Hz.

Bomba de suministro de lodo (P 1)

- Velocidad máxima de flujo..... 3.4 m³ /min.
- Velocidad de bombeo..... 1 200 r.p.m. (móx) (vel. Variable)
- Altura total de bombeo..... 27.0 m
- Motor..... 55 Kw x 440 V x 60 Hz.
- Cantidad de unidades..... 1

Bomba de descarga (P 2)

- Velocidad máxima de flujo..... 3.4 m³ /min.
- Velocidad de bombeo..... 1 350 r.p.m. (má) (vel. Variable)
- Altura total de bombeo..... 40.0 m
- Motor..... 90 Kw x 440 V x 60 Hz.
- Cantidad de unidades..... 1

J) Tuberías y válvulas para el control de lodo:

DESCRIPCION	DIÁMETRO (mm)	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Válvulas para el control de la presión de suministro de lodo.	200	1	Control manual.
Válvulas de compresión del suministro del lodo.	200	1	Aire comprimido.
Válvulas de compresión de la descarga del lodo.	200	1	Aire comprimido.
Válvula de bola de derivación.	150	1	Aire comprimido.
Compresor de aire y accesorios.	----	1	-----
Tablero de control	----	1	-----
Tubería para descarga y suministro de lodo.	----	-	Del escudo a la tubería telescópica.
Mangueras flexibles para suministro.	150	4,5 m	-----
Mangueras flexibles para descarga.	200	4,5 m	-----

NOTA IMPORTANTE: Los elementos y mecanismos mencionados anteriormente corresponden al escudo Japonés de frente presurizado de 6.24 m de diámetro, construido y diseñado por Okumura Machinery Corporation, Japón.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.5.2. RESTRICCIONES QUE LIMITAN SU USO.

El escudo es el método que actualmente se utiliza en la excavación de suelos suaves, éste método se usaba hace ya algún tiempo pero en los últimos años su desarrollo y modernización han sido bastante buenos.

Sin embargo en este tipo de obras existen algunos aspectos que restringen su uso, a continuación se hace mención de los principales aspectos que contribuyen en ello:

- PERSONAL OBRERO:

El principal problema que se tiene con el personal obrero, es que deben recibir entrenamiento antes de realizar alguna labor y durante la operación, además, antes y después de los trabajos se les debe dar un cierto tiempo para que a las entradas y salidas su organismo se adapte paulatinamente.

- TIEMPOS:

El tiempo de avance se reduce, por causa del mantenimiento que se les debe dar a los elementos que componen el equipo, parte del mantenimiento lo compone el afiliado continuo de cinceles y cuchillas; este tiempo de mantenimiento es muy aproximado al transcurrido en la perforación.

- ECONOMICO:

Estos equipo sólo se pueden utilizar en grandes obras en las que se garantice su amortización, por lo que para que sea factible, una obra de este tipo es la construcción de un túnel de más de 10 Km de longitud.

- TIPO DE MATERIAL A ATACAR:

Este tipo de escudos por lo general se utiliza solamente en la construcción de túneles en zonas donde el material sea muy suave o en su caso roca alterada con una resistencia de 2.5 ton/m².

II.5.3. PRODUCCION (CICLO TEORICO)

La aplicación en conjunto de los sistemas, da lugar a un ciclo, con el cual teóricamente se debe generar una producción de 20 m³/día, en la figura anexa se presenta el programa para que un día de trabajo se cumpla de este avance. Para cada anillo se requieren de 86.4 minutos dentro de los cuales se debe ejecutar la excavación, rezaga y colocación e inyección prácticamente en forma simultánea.

La producción se divide de la siguiente manera:

- a) **Excavación.**- Se realiza en tres etapas de 0.40 mts. por anillo tomando en cuenta la capacidad teórica del excavador (70 m³/hr), se requieren 73 minutos para excavar 1.20 m
- b) **Rezaga.**- Esta actividad se realiza simultáneamente con la excavación, en cada una de las etapas se requiere extraer 34 m³ de material suelto, cuyo peso volumétrico es de 1.40 ton/m³; recordando la capacidad teórica de la banda primera (400 ton/hr), se requieren 8.32 minutos por etapa, la capacidad de la bomba es con alimentación continua, lo que con los brazos recolectores de material y los brazos excavadores no se garantiza, por tal motivo para absorber esta deficiencia, 28 minutos son suficientes para ésta actividad.

c) **Empuje.**- Esta etapa se realiza paralelamente con la rezaga. La capacidad teórica de avance de los gatos es de 12 cm/min. , por lo tanto teóricamente se requieren 3.3 minutos para empujar cada etapa de excavación.

Sin embargo en la práctica no es conveniente utilizar la capacidad total del equipo (5,000 lb/in²). Si se parte de la base de que se empujará sin utilizar el total de los gatos calibrando el equipo de bombeo a 3,500 Lb/in² se requieren aproximadamente 5 min.; el resto del tiempo que se observa en la gráfica se emplea para la reconstrucción de los gatos.

d) **Colocación del revestimiento.** – Esta se realiza paralelamente a la excavación del siguiente anillo e inmediatamente después del empuje; el tiempo que se requiere es de 26 minutos, pero es básico contar con el número de dovelas que consta el anillo para agilizar esta etapa.

e) **Inyección de gravilla.** – Se realiza inmediatamente que la perforación que tienen las dovelas, abandonan el faldón del escudo. El tiempo que toma esta actividad debe ser de 23 minutos en dos etapas por anillo, lo cual obedece que dentro del faldón cabe 1.5 anillos.

Como puede observarse, el cumplimiento del ciclo teórico de producción es sumamente difícil, debido a que no se contemplan tiempos muertos tales como mantenimiento, averías e imprevistos.

La experiencia a nivel mundial con la aplicación de prototipos, indica que la eficiencia puede llegar a ser hasta del 50%, presentándose en general entre 55% y 80%. Con esta base y esperando una eficiencia del 60% que equivale a 12 m l/día, se tiene que se requieren 144

min. anillo, lo que origina el ciclo mostrado en la siguiente figura, que es la que se mencionó en el inicio del presente subtema.

CICLO DE EXCAVACIÓN PARA AVANCE DE PROYECTO DE 20 m/día

CONCEPTO	MINUTOS													
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
EXCAVACIÓN	0-24		24-52.8				52.8-81.6				81.6-110.4			
REZAGA	0-26.8		26.8-57.6				57.6-86.4				86.4-115.2			
EMPUJE			5			5			5			5		
COLOCACIÓN DE REVESTIMIENTO	0-26												111.4-140	
INYECCIÓN DE GRAVILLA	0-23		23-29				29-35				35-41			

CICLO DE EXCAVACIÓN PARA AVANCE DE PROYECTO DE 12 m/día

CONCEPTO	MINUTOS																							
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200				
EXCAVACIÓN	0-26				26-52				52-78				78-104				104-130							
REZAGA	0-26				26-52				52-78				78-104				104-130							
EMPUJE					5					5					5					5				
COLOCACIÓN REVESTIMIENTO	0-26																				104-130			
INYECCIÓN GRAVILLA	0-10		10-20				20-30				30-40				40-50									

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.6 CICLO DE TRABAJO DEL ESCUDO.

La excavación de un túnel se realiza estableciendo un "Ciclo de Operación" cuyo propósito es el de llevar a cabo una comparación de costos entre cada fase del proyecto. También permite conocer si la ejecución del trabajo con respecto al tiempo se está efectuando tal y como se planeo, para que, en caso contrario, se preste atención especial a aquellas fases del trabajo que van retrasadas.

Dentro de las operaciones del túnel, el ciclo de trabajo se compone de las siguientes etapas:

- a) Excavación.
 - b) Ademe del frente.
 - c) Bajar mampara.
 - d) Rezagar.
 - e) Levantar mampara.
 - f) Empujar escudo.
 - g) Limpiar la plantilla.
 - h) Colocar segmentos.
 - i) Apretar tornillos entre dovelas.
- a) La excavación se realiza en el frente mediante el uso de martillo neumático, brazos excavadores u otro tipo de herramientas adecuadas. Normalmente el frente se divide en las siguientes partes: tercio superior derecha e izquierda; tercio medio derecha e izquierda y tercio inferior derecha e izquierda.

- b) El ademado del frente consiste en colocar tableros de madera inmediatamente después de terminar el empuje del escudo. Los tableros son detenidos por los gatos frontales que el escudo lleva en la parte delantera. Estos gatos tienen además la cualidad de retraerse al avanzar el escudo, manteniendo una presión constante en el frente de ataque.
- c) Simultáneamente a la excavación y al ademe frontal, se inicia la extracción del material cortado. Para esto, primero se baja la mampara que retiene los escombros y después se permite el acceso a una máquina rezagadora con banda transportadora, la cual deposita el material en vagonetas que son arrastradas por una locomotora y se encargan de llevarlo a la lumbrera. De ahí la rezaga es elevada a la superficie por medio de un malacate y vaciado a una tolva hasta donde llegan los camiones de volteo encargados de acarrear los escombros a la zona de tiro elegida.
- e) Terminadas las excavaciones, ademe del frente y rezaga, se levanta la mampara con el objeto de impedir que el suelo que pudiera desprenderse del frente durante el empuje caiga dentro de la zona del faldón donde se hará la erección del anillo.
- f) El empuje define los alineamientos y pendientes del proyecto con la ayuda de un sistema combinado laser-teodolito. La posición del laser-teodolito y la orientación de la luz laser se calculan con equipo de procesamiento electrónico de datos y es registrado en una computadora.
- g) Terminando el avance se limpia la plantilla dentro del faldón para proceder a colocar el

- formado por dovelas. Estas pueden ser de concreto reforzado, acero o hierro fundido, y sus dimensiones

dependerán principalmente del peso que pueda ser manejado y las dimensiones del faldón.

- h) El montaje de los segmentos se hace mediante un "brazo erector" que está colocado en la parte posterior del escudo. El brazo tiene facilidad para girar, desplazarse o retraerse longitudinalmente y acoplarse a la dovela para ponerla en su posición final. La colocación de segmentos se empieza del piso hacia los lados.
- i) A continuación se aprietan los tornillos que sirven de unión entre segmentos y con esto se cierra el ciclo de excavación.

III.- REVESTIMIENTOS

III REVESTIMIENTO.

El revestimiento definitivo de concreto en un túnel cumple primordialmente con las siguientes funciones.

- a) Soportar las cargas para que la estructura funcione de forma definitiva.
- b) Proporcionar el gálibo de proyecto para el que fue diseñado.

El revestimiento se coloca en la mayoría de los casos después de haber terminado la excavación, también pueden existir condiciones de excavación de túneles en las que es necesario colocar el revestimiento definitivo de concreto simultáneamente con la excavación, ya sea en cada ciclo o a una distancia de tal manera que sean simultáneas la excavación y colado.

De acuerdo a lo anterior podemos dividir los procedimientos en:

- 1) Revestimiento de concreto durante la excavación efectuándolo inmediatamente después de cada ciclo y en la zona recién excavada.
- 2) Revestimiento de concreto durante la excavación efectuándolo a una distancia tal del frente de manera que las actividades concreto-excavación no se interfieran.
- 3) Revestimiento de concreto después de haberse efectuado la excavación en toda la longitud del túnel.

III.1 GENERALIDADES, ADEMADO Y REVESTIMIENTO.

Para los túneles que se excavan con escudo, es indispensable que tan pronto como el subsuelo deja de tener apoyo sobre la coraza del escudo, exista ya una estructura capaz de soportar los empujes que induce el subsuelo. Es por ello que todos los túneles excavados con escudos son dotados de un revestimiento a base de elementos prefabricados, que forman anillos que se unen entre sí para formar el revestimiento primario del túnel.

Hasta hoy en día, en general se han utilizado dovelas para formar los anillos del revestimiento primario, como un sistema de ademe temporal y posteriormente, un elemento de concreto colocado a la periferia constituye el revestimiento definitivo.

En la práctica, las dovelas para construir los anillos del revestimiento primario se forman con elementos de concreto prefabricados. Para unir las dovelas entre sí y formar los anillos, deben tener posibilidades de introducir en ellas elementos de sujeción que en general son pernos de acero.

Los tres procedimientos de revestimiento señalados al principio del presente capítulo han llegado al diseño de dos tipos principales de ademe que son:

- 1) Cimbra estacionaria (para los casos 1 y 2) fig.8.1
- 2) Cimbras deslizantes (para el caso 3) fig.8.2

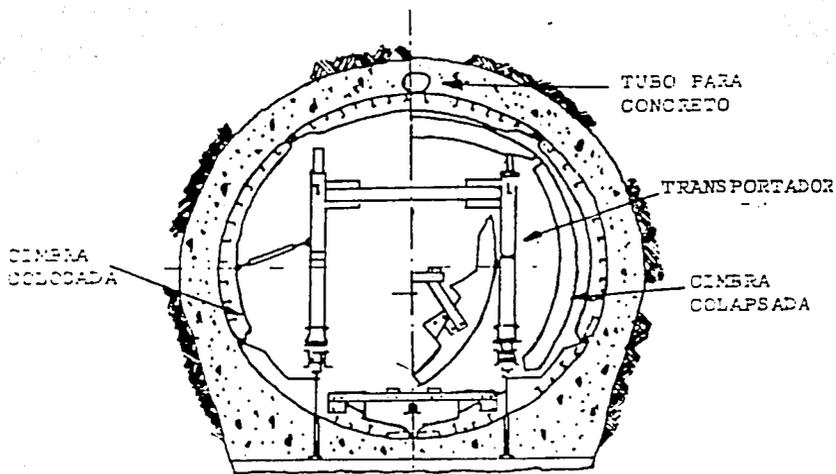
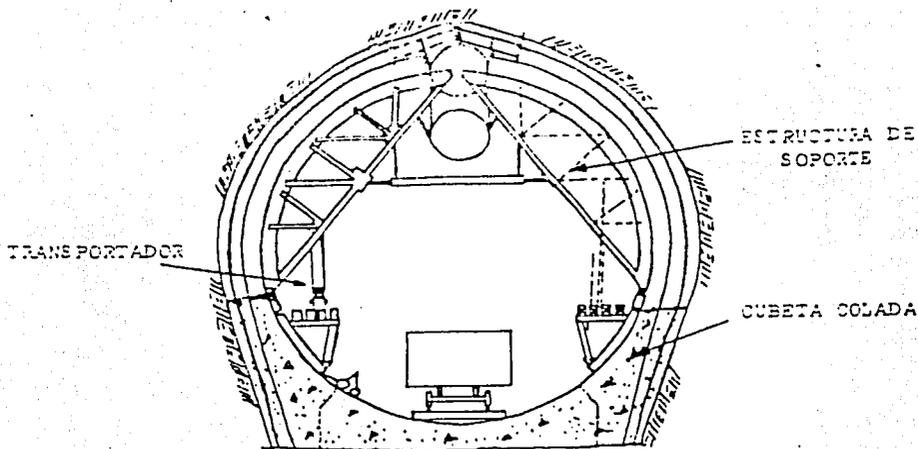
Se debe mencionar que también el revestimiento definitivo en ocasiones se efectúa por medio de concreto lanzado sobre todo en zonas de tuneleo en que se tiene secciones variables y que resultaría antieconómico fabricar una cimbre monolítica para esa zona.

Las cimbras para revestimiento de túnel se fabrican de acuerdo a las necesidades y ya sean estacionarias o deslizantes colapsables pueden diseñarse para colocar toda la sección, generalmente bóveda y paredes para después realizar el colado de plantilla o losa de fondo.

Entre los principales factores que permiten elegir el tipo de cimbra más adecuado, podemos mencionar:

- Sección de túnel.
- Longitud de túnel.
- Costo del equipo.
- Programa de trabajo (velocidad de colado).

CIMERA ESTACIONARIA



CIMERA DESLIZANTE

III.2 FABRICACION DE DOVELAS.

Tomando en cuenta las figuras siguientes se muestra la composición de cada anillo y las dimensiones generales de las dovelas y la ubicación de los elementos de conexión de una dovela con otro y además un detalle del espesor de la misma, en el que se señala la ranura que debe formarse para regar en ella una banda de neopreno, que será el elemento que permita asegurar la impermeabilidad de las uniones de una dovela con otra al formar un anillo.

Cabe hacer notar que se ha definido en 25cm el espesor de las dovelas, tomando en consideración las presiones a que serán sometidas, tanto a corto como a largo plazo, considerando que serán un promedio de 30m de profundidad en que serán ubicados los túneles.

Es importante tener en cuenta los requisitos que deben cumplir las dovelas de concreto precolado, que se fabriquen para utilizarse en la formación del revestimiento primario de los túneles, pues éstas requieren de procesos, para que cumplan las condiciones de resistencia y las limitaciones en cuanto a tolerancias geométricas.

Los requisitos para la construcción de las dovelas son los que a continuación se mencionan:

- **CONCRETO:** El concreto debe adquirir una resistencia de 350 kg/cm². Para producir este tipo de concreto se debe elaborar con revenimiento muy bajo (2cm) y la compactación se realiza superficialmente y directamente.

- **ACERO DE REFUERZO:** Es de alta resistencia y de un límite de fluencia de 4200 kg/cm².
- **ACERO PARA CAJAS DE CONEXION:** El acero para las cajas de conexión de las dovelas y anillos, debe ser A-36 del tipo estructural.
- **SELLO PERIMETRAL DE LA DOVELA:** Para formar estos sellos se requiere un material que tenga cierta compresibilidad, alta impermeabilidad y duración es así que el material que cumple estos requisitos es el neopreno.
- **TORNILLOS PARA SUJECION:** Estos elementos pueden ser del tipo comúnmente utilizados en la construcción de estructuras metálicas.

Los moldes que se fabriquen para formar las dovelas, deberán ser estructuras sólidas y rígidas, impermeables e indeformables, con objeto de que se puedan conservar la precisión geométrica de sus dimensiones durante todo el tiempo en que se programa su utilización. Con lo anterior las tolerancias geométricas en las dimensiones de las dovelas se mantendrán en el orden de milímetros, para la dimensión mayor, podrá permitirse una tolerancia de +2mm, lo que significa que la ubicación de los orificios y la compresibilidad de la banda de neopreno debe aceptar estas tolerancias previstas, de acuerdo con la contracción estimada por los concretos de bajo revenimiento. Se recomienda prever inclusive una variación adicional del orden de 1 mm, para asegurar que en la práctica se puedan ejecutar sin interrupciones las labores de formación de los anillos, lo que conduce a que en la mayor dimensión de las dovelas, la tolerancia geométrica sea entonces de +3 mm, mientras que en el ancho será de +1.5 mm y en el espesor se limitará a +1.0 mm, más bien por cuestiones prácticas de medición, que por requisitos indispensables de cumplir.

Las dovelas deben tener las siguientes características:

- Capacidad suficiente para soportar la presión total, sin que existan deformaciones excesivas.
- Resistencia a los esfuerzos ocasionados por manejo brusco y colocación.
- Resistencia a los esfuerzos producidos por los gatos de empuje durante el avance del escudo.
- Resistencia a la humedad y filtraciones sobre el segmento.

La planta para la fabricación de dovelas se instala en un lugar diferente a la obra del túnel. Así mismo las dovelas deberán fabricarse antes de que se inicie la excavación del túnel, por que tiene que transcurrir un cierto tiempo para que adquiera la resistencia especificada, éstas se pueden fabricar de resistencia normal o rápida según las necesidades de la obra.

En las instalaciones de la planta para la fabricación de dovelas se tienen los siguientes equipos: Instalación de la nave de colado, habilitado de acero de refuerzo y placas de conexión. Esta es un área de aproximadamente 40 m X 15 m en la nave de habilitado de acero. Las naves se construyen a base de estructuras metálicas y techado con láminas de asbesto.

MOLDE METALICO: En éste se coloca el concreto para la fabricación de las dovelas, teniendo las dimensiones geométricas requeridas.

PLANTA DE CONCRETO: Es el lugar donde se tienen los elementos para la elaboración del concreto y sirve para:

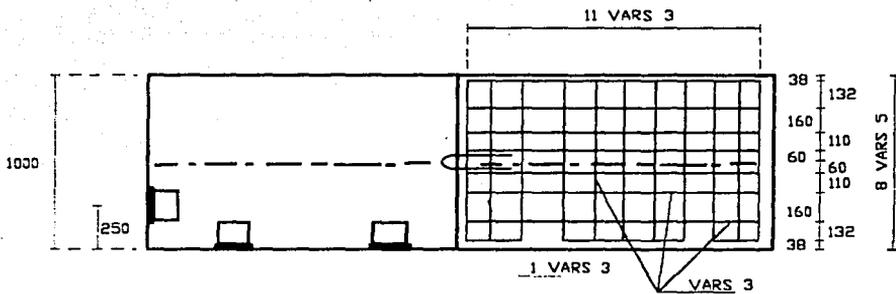
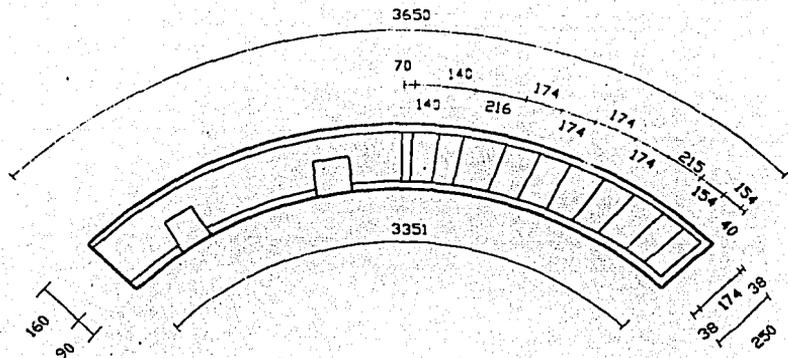
- Manejo y almacenamiento de materiales.
- Elaboración del concreto.

La planta de concreto consta de los siguientes accesorios:

- Cangilones.
- Revolvedora.
- Banda transportadora de agregados.
- Silos para almacenar cementos.
- Depósito de agua.
- Gusano suministrador de cemento.
- Básculas.
- Tolva.
- Equipo para dosificación del aditivo.

PLANTA DE CURADO CON VAPOR: Esta consta de una caldera para generar vapor y casetas cubiertas de lona donde se colocan los moldes para el curado del concreto. Asimismo se tienen termómetros para el control de temperaturas.

MESA VIBRATORIA Y VIBRADORES DE INMERSION: Estos equipos sirven para la compactación del concreto colado en el molde.

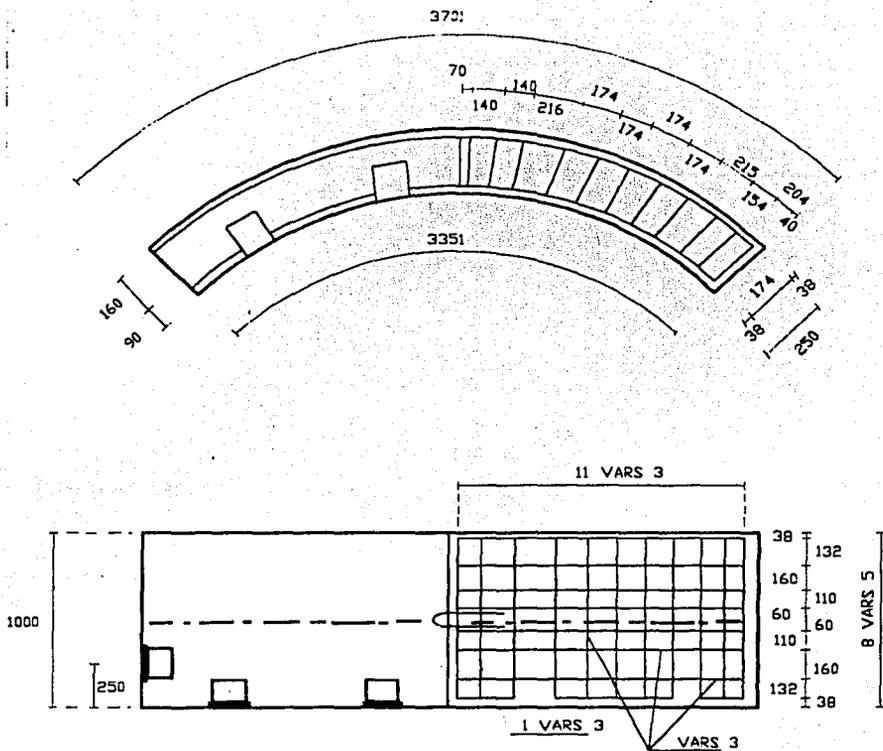


DIMENSIONES DE LA DOVELA TIPO A

NOTA :

Acotaciones en mm.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

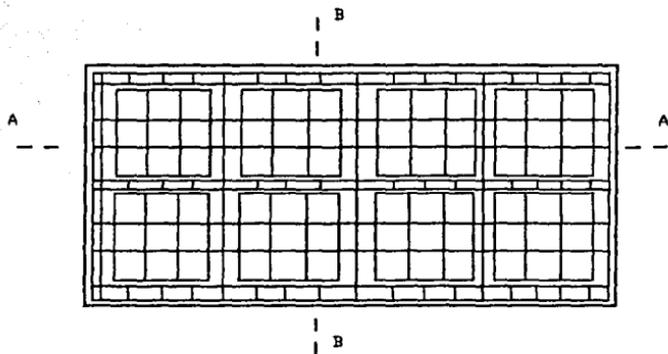
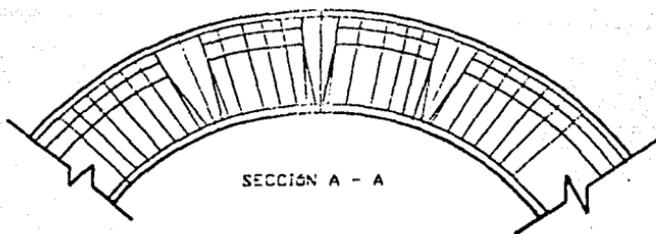


DIMENSIONES DE LA DOVELA TIPO B

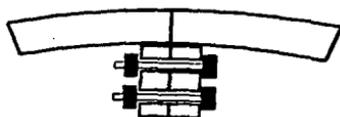
NOTA :

Acotaciones en mm.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

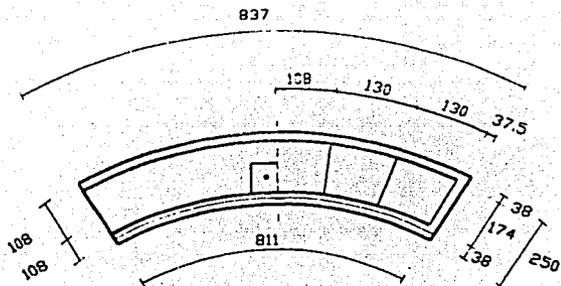


PLANTA

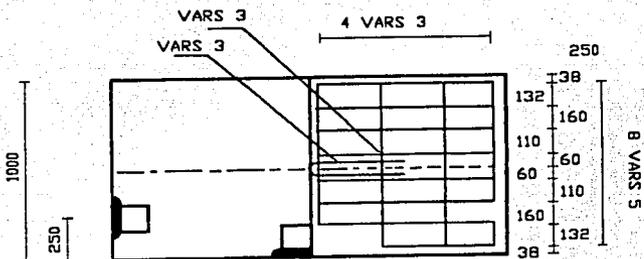


UNIONES Y ARMADOS DE DOVELAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SECCION B - B



DIMENSIONES DE LA DOVELA TIPO K

NOTA :

Acotaciones en mm.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS DOVELAS.

La construcción de las dovelas se inicia con el habilitado del acero de refuerzo, placas de conexión, tubos de inserto y armado de las parrillas. Simultáneamente se realizan la preparación del molde (limpieza, ensamble).

Posteriormente se coloca en el molde la parrilla, placas de conexión, tubo de inserto y se procede al atornillado del molde, cuidando el recubrimiento especificado del acero de refuerzo. A continuación, por medio del polipasto se trasladan los moldes hasta la cama vibratoria y se procede a la elaboración del concreto. Se cargan en la tolva los agregados (cemento, arena, grava) debidamente pesados según la dosificación, posteriormente estos materiales por medio de la banda transportadora, se descargan a la revolvedora, simultáneamente se agrega agua y aditivo. El tiempo necesario de mezclado es aproximadamente de 3 minutos, después de que se descargan los materiales a la revolvedora.

Posteriormente el concreto elaborado se descarga a una banda transportadora, que vacíe el concreto al molde de dovelas, de manera gradual o por capas para garantizar una buena compactación, ya que el concreto es aproximadamente de 2.0 cm de revenimiento. Esta compactación se realiza por medio de una mesa vibratoria y vibradores de inmersión. Terminada la colocación del concreto en el molde, éste se retira de la mesa vibratoria y se coloca en la cámara de curado. Antes de que se inicie el curado a vapor, deberá transcurrir un tiempo de 1.5 hrs después de elaborado el concreto, para asegurar que el fraguado sea adecuado. El curado a vapor se realiza durante 4 hrs, de la siguiente forma:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- La primera hora es para elevar la temperatura ambiente hasta 50°C gradualmente.
- En las siguientes dos horas se mantiene constante la temperatura de 50°C.
- En la tercera hora se suspende el suministro de vapor a las cámaras de curado, para que descienda la temperatura de 50°C hasta la temperatura ambiente, en una hora.

Para descimbrar las dovelas, deben tener como mínimo 100 kg/cm² de resistencia, para obtener esta resistencia los especímenes de concreto deberán ensayarse 0.5 hrs después de que haya terminado el curado. Cabe aclarar que se debe llevar un control rígido en la elaboración del concreto para garantizar la resistencia.

Posteriormente se procede a destornillar los moldes y con el polipasto se retira la dovela transportándola hasta el área de rotulación, donde se identifica con la fecha de colado, tipo de anillo y su número.

Terminada la rotulación, se transporta la dovela hasta el área o patio de almacén, y es aquí donde se termina su fabricación, así se procede todo el ciclo, hasta concluir el ciclo, hasta concluir el número de anillos requeridos en la obra. Los anillos colocados en el patio del almacén, cuando alcanzan la resistencia de proyecto se procede a identificar, para que cuando se requiera en el túnel, se pueda retirar sin ningún problema.

IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUTIVO DE LAS EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS

IV PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES EN SUELOS BLANDOS.

IV.1 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

En la utilización de los diferentes tipos de escudo, se deben realizar trabajos previos al inicio de la excavación, para la colocación de equipos e instalaciones en superficie que permitan no sólo el buen funcionamiento del escudo, sino también tener un avance rápido en el ciclo de la excavación.

Trabajos en superficie:

Para este tipo de obras que son de una magnitud considerable es necesario la construcción de una serie de instalaciones generales que dispondrá el campamento, las cuales se mencionan a continuación:

- Oficinas.
- Almacén general para equipos y materiales.
- Talleres de carpintería, mecánica, eléctrica y soldadura.

El procedimiento de construcción cuando se emplea el escudo, del tipo que sea como se describió en el Capítulo II (II.1, II.2 y II.3), tiene como actividades críticas en su ciclo de operaciones a la rezaga, el empuje del escudo y la colocación de un anillo formado por dovelas, y como actividades secundarias tiene la excavación, ademe del frente, ajuste de tornillos de los segmentos, manto y bajada de materiales.

En el empleo de aire comprimido se requiere además de las actividades anteriores, tiempo de compresión para poder entrar a la cámara de trabajo; y tiempo de descompresión al salir de la misma.

Estos tiempos son de gran importancia, sobre todo, cuando la compresión o la descompresión se realiza con personal, por tal motivo se requieren de estudios exhaustivos para determinarlos, pues tiempo inadecuados originarían desde simples dolores de cabeza, hasta graves enfermedades que pondrían en peligro la vida de las personas.

Cuando se trata con la rezaga u otros materiales, los tiempos de descompresión referidos deben ser lo más cortos posible para acelerar el ciclo de excavación.

La compresión o descompresión tanto de personal como de materiales se lleva a cabo en las esclusas correspondientes, las cuales funcionan conforme a los siguientes pasos:

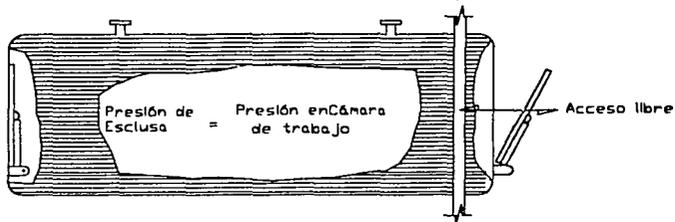
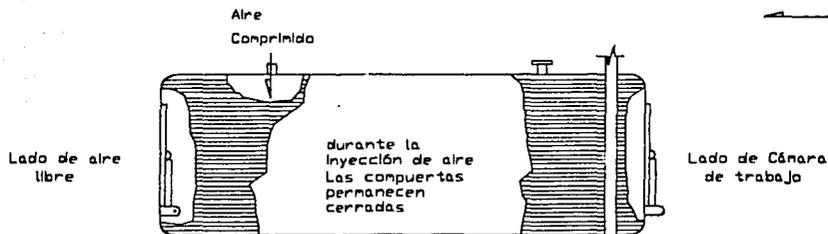
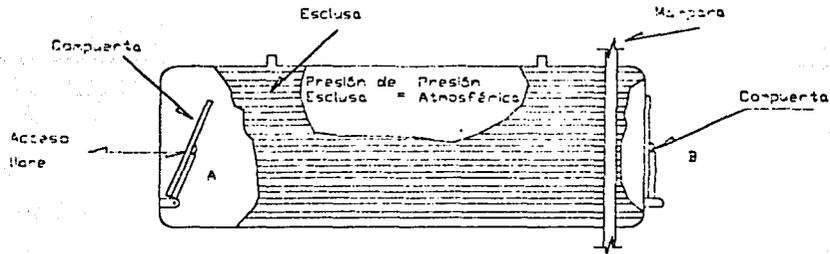
Si se desea llegar a la cámara de trabajo:

- a) Se entra en la esclusa y se cierra la puerta "A".
- b) Se comienza a presurizar la esclusa hasta que nivela a la presión del frente de ataque.
- c) Igualadas las presiones se puede abrir la compuerta "B" que permite el acceso a la zona de excavación. La compuerta "A" queda en este momento prácticamente imposibilitada para abrirse, ya que la presión aplicada a la esclusa no lo permite.

Si se desea salir de la cámara de trabajo:

- a) Se entra a la esclusa por la compuerta "B" y se cierra ésta.
- b) Se descomprime la esclusa conforme a los intervalos de tiempo que son calculados previamente. La descompresión se logra abriendo la válvula de escape.
- c) Lograda la descompresión total, se puede abrir la compuerta "A" para pasar a la zona de aire libre.

La figura siguiente nos muestra la forma como se logra entrar o salir de la zona de aire comprimido.



FUNCIONAMIENTO DE ESCLUSAS
PARA AIRE COMPRIMIDO

IV.2 MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO.

Para iniciar o terminar la excavación de un tramo de túnel en suelos blandos se realiza tratamiento en el suelo circulante ya sea a la salida o a la llegada del escudo en la lumbrera, cuya finalidad es incrementar la resistencia de dicho suelo, que por sus características mecánicas pueda fluir hacia la excavación o lumbrera, en el tiempo que transcurre entre la demolición del muro de lumbrera y en el momento de que el escudo empieza a ejercer presión sobre el suelo.

El mejoramiento se realiza cubriendo un volumen de las siguientes dimensiones:

- Largo. $1.5 D$
- Ancho. $2.0 D$
- Profundidad. $H+0.5 D$

En donde:

- D es el diámetro del escudo excavador.
- H es la distancia de la superficie a la zona de cubeta del túnel.

El método para el mejoramiento del subsuelo es el de sustitución total o parcial del material, por otro de características apropiadas como se indique en el proyecto. A continuación se da una descripción del procedimiento.

- SUSTITUCION TOTAL:

La sustitución del suelo se realiza por el sistema clásico de cimentaciones profundas coladas en el lugar, excavándose mediante una almeja pesada o guiada.

En el área definida, se trazan y localizan los paneles, se excavan estos hasta la profundidad de proyecto, ademando con lodo bentonítico la pared de excavación, conforme se vaya excavando.

Habiendo alcanzado la profundidad de proyecto se procede a instalar el tubo tremie, posteriormente por medio de éste se coloca la mezcla de mortero arena-cemento de mayor densidad que el lodo bentonítico para que por diferencia de densidades dicho lodo se vaya desplazando.

El mortero deberá tener mayor resistencia a los 28 días, que la del suelo natural.

Al efectuar el mejoramiento del suelo por éste método se deberá tener las siguientes precauciones:

- Los paneles deben excavarse y colocarse de forma alternada
- No deben iniciarse la excavación de un panel, si existe otro contiguo que no haya alcanzado su fraguado inicial.
- Al excavar, debe seguirse un estricto control de las características del lodo para ademar, de tal forma que sea el adecuado para garantizar la estabilidad de las paredes en la excavación.
- Durante el colado, debe verificarse cuidadosamente el ensamble de la tubería "tremie", colocación del balón de látex y la posición extrema de la tubería respecto al nivel superior de colado.
- La dosificación de la mezcla debe ser tal que proporcione la resistencia requerida en el lugar.

- SUSTITUCION PARCIAL.

Para este tratamiento, se recurre al uso de inyecciones con el sistema puntal a alta presión, que provoca rompimiento y consolidación de la estructura arcillosa del suelo, colocando mezclas resistentes en las fracturas que la presión ocasiona.

En la realización de la inyección se hace una serie de barrenos verticales de 10 cm de diámetro dispuestos a cada metro. Para cada barreno se instala un tubo de 38 mm de diámetro.

Los tubos colocados en los barrenos se inyectan con una mezcla de bentonita cemento en la holgura que se tiene entre tubo (38 mm) y la pared de la perforación (vainas, 10 cm Ø), cuyo proporcionamiento sea adecuado para alcanzar una resistencia de 6 kg/m².

En forma ordenada se ubicará el doble obturador de hule (que se coloca en la perforación de la tubería en la zona de inyección a cada 50 cm.), para realizar la inyección en todos los puntos previstos en cada tubo perforado, ejecutando dos etapas en cada barreno, en un intervalo no menor de 48 hrs.

En la primera etapa se inyecta la mezcla bentonita-cemento con una dosificación que alcance una resistencia de 4 kg/cm² a los 28 días. En esta etapa las presiones de inyección no serán mayores de 5 kg/cm² y el suelo se considera tratado cuando alcance la presión máxima establecida o el volumen inyectado sea de 0.25 m³.

En la segunda etapa se utiliza la misma mezcla que la anterior, considerando que el suelo ha sido tratado cuando se tengan 10 kg/cm² como presión máxima o que el volumen de inyección alcance a ser de 0.25 m².

En caso necesario, se deberá aplicar una tercera etapa de inyección en los barrenos donde los volúmenes resulten bajos.

Al concluir el tratamiento, se retiran todos los tubos utilizados para realizar la inyección, para no interferir con el paso del escudo se sellan los huecos que dejan dichos tubos con mortero.

IV.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS.

Esta planta tiene una serie de instalaciones en las cuales se realiza la separación por medio de la sedimentación del material producto de la excavación y el lodo que se utiliza en la estabilización en el frente del túnel durante la excavación.

Estas instalaciones se encuentran en un área cercana a la lumbrera y se describen en el siguiente subtema.

IV.4 PATIO DE LODOS.

- CARCAMO DE DESCARGA.

Es el lugar donde se deposita el lodo previamente del frente de la excavación y en el que se inicia la sedimentación del material, producto de la excavación que ha sido acarreado por el lodo de suministro.

- CARCAMO DE SEDIMENTACION.

Es el lugar en el que se continúa el proceso de sedimentación del material producto de la excavación que está en suspensión.

- CARCAMO DE SUMINISTRO.

Es el lugar en el que se deposita el lodo tratado, teniendo las características especificadas para ser utilizado en el frente de la excavación.

- CASETA CENTRAL DE CONTROL.

Es el lugar en donde se coloca la consola de control para recibir toda la información que se genere durante la excavación del túnel y controlar todo el sistema de circulación de lodos. Esta caseta deberá construirse junto a los cercamos de manera que tenga una buena visibilidad al operador de la consola hacia dichos cercamos y a su vez quede protegida de la intemperie dicha consola.

- TUBERIAS PARA CIRCULACION DE LODO.

Consta de la colocación de tuberías de 6" y 8" de diámetro, para descarga y suministro del lodo respectivamente. La tubería de 6" de diámetro se conecta al cercamo de descarga y la de 8" a una bomba, ambas tuberías se tienden hasta el fondo de la lumbrera, para posteriormente conectarse a las tuberías que se colocarán conforme avance la excavación del túnel.

IV.5 PATIO DE DOVELAS.

En este tipo de obras se requiere de un lugar disponible para el almacenamiento de las dovelas que se colocarán como revestimiento a todo lo largo de la excavación del túnel, de tal manera que puedan estabilizarse eficientemente y que puedan manejarse de una manera fácil y segura con la ayuda de la grúa del sistema de manto.

El área destinada al patio de dovelas estará regida por la que se disponga en el campamento, teniendo en cuenta que sea por lo menos suficiente para almacenar el "stock" de dovelas necesarias para el avance diario programado del túnel.

IV.6 SUBESTACION ELECTRICA.

El empleo de escudos para la excavación subterránea, del tipo que sea, llámese de frente presurizado, escudo presurizado o escudo de frente lineal (abierto o cerrado), así como el equipo complementario funcionan por medio de energía eléctrica, por que si fueran equipos de combustión interna harían imposible la labor de los trabajadores en el frente de ataque y a todo lo largo de la excavación debido a los humos tóxicos.

Por todo lo anterior es necesario instalar una subestación cuya capacidad estará en función de los equipos por alimentar.

La tensión de alimentación será de 23 Kv. , con tres diferentes distribuciones, 160 V para el túnel, 440 V para la superficie y 220 V para el alumbrado en general.

También es muy importante señalar que para prever una falla en el suministro de energía eléctrica, es necesario la instalación de una planta de emergencia, tal que permita establecer la energía en pocos minutos para poner en funcionamiento los compresores del sistema de aire comprimido, la iluminación del túnel, el malacate de personal y todo aquel equipo que requiere de energía eléctrica para funcionar.

V.- EQUIPO UTILIZADO

V. EQUIPO UTILIZADO.

La ejecución de la obra puede ser realizada mediante distintos métodos y diferentes tipos de maquinaria, pero tenemos que considerar que para la realización de un trabajo determinado existe el procedimiento y maquinaria determinados que facilitan el desarrollo del trabajo, y que como consecuencia tiene una gran importancia en el aspecto económico.

En la elección del tipo de maquinaria que se utilizará en la ejecución de la obra, ya que en el mercado existe una gran variedad de maquinaria y de diferentes marcas, capacidades, modelos y calidad, los estudios deben ser intensos y cuidadosos.

La vida útil y económica esta íntimamente ligada con la actividad que tenga o con los factores económicos.

VIDA UTIL. – Se llama vida útil al tiempo en que los rendimientos económicos son mayores que los gastos que se generan por el mantenimiento.

VIDA ECONOMICA. – Es el lapso del tiempo durante el cual la maquinaria realiza un trabajo económico con un funcionamiento satisfactorio, lo anterior como consecuencia de la conservación y mantenimiento de que es objeto la máquina.

La vida económica de una máquina se termina cuando los costos Hora- Máquina son cada vez mayores con respecto a los obtenidos anteriormente.

Cuando la vida útil de una máquina finaliza, se pueden presentar cualquiera de los tres siguientes casos:

- a) Cuando la máquina llega a un alto grado de deterioro, ésta deberá ser desechada, por lo que se tendrá que vender para así obtener algún rescate, ya que cualquier estado en que se encuentre, siempre tendrá algún valor.
- b) Si se le brindó un buen mantenimiento a la máquina, ésta se encontrará en condiciones aceptables y continuará trabajando, aunque con ciertas limitaciones como lo son la eficiencia, potencia, productividad, operación económica y se podría presentar algún daño no previsto, motivos por los cuales la máquina tendría que dejar de operar afectando así la productividad de máquinas que trabajan con ella conjuntamente.
- c) El propietario por motivos presupuestales o financieros, independientemente del estado en que se encuentre la máquina, no tiene la posibilidad de sustituirla, ante tal situación la máquina tendrá que seguir operando, aún en perjuicio de las utilidades. Cuando así suceda estará prolongando su vida útil más allá de la económica.

VALOR DE RESCATE: El valor de rescate es aquél que la máquina tiene al final de su vida económica.

Aún cuando a una máquina sólo se le considere como chatarra siempre tendrá un valor de rescate, generalmente se considera un porcentaje de adquisición, dicho porcentaje por lo regular oscila entre el 5% al 20%.

V.I. EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS.

V.I.1 CUADRO COMPARATIVO DE COSTO POR M.L. O M3.

PRECIO UNITARIO: Es la remuneración que realiza en contratante, por unidad de obra y por concepto de trabajo que realice según las especificaciones.

El costo de la construcción de un túnel se integra de la siguiente manera:

$$\begin{array}{r} \text{Costo directo} \\ + \\ \text{Costo indirecto} \\ \hline \text{Costo total.} \end{array}$$

Los costos directos quedan integrados por los elementos siguientes:

- Costo de los materiales.
- Costo de la mano de obra.
- Costo de la maquinaria.

Los costos indirectos los forman:

- Administración en obra.
- Administración central (en caso de existir).

- Impuestos.
- Imprevistos.
- Utilidad.

Para la realización del análisis de costos directos por mano de obra en el ambiente de la construcción se divide de la siguiente manera:

- a) Salario base; diario o nominal. Este es el que se le paga al trabajador de manera efectiva por día transcurrido, incluyendo domingos, vacaciones y días festivos, mientras dure la relación laboral estipulada en el contrato de trabajo.
- b) Salario mínimo. Es el que se le debe pagar al trabajador por día laborado, esta disposición la estableció la Comisión de Salarios Mínimos quien determina que es obligatoria para las vigencias, zonas y categorías que ella establece. En algunas regiones del país rigen salarios mínimos establecidos por sindicatos o asociaciones gremiales, por lo que el analista deberá considerarlos cuando una obra se realice en dicha región.
- c) Salario real. Es el pago total que el patrón realiza diariamente, que incluye el pago directo al trabajador, prestaciones en especie y efectivo, pago de impuestos al gobierno y a instituciones de beneficio social.

A continuación se presentan los artículos más importantes de la Ley Federal de Trabajo en la integración del salario real del trabajador.

- Artículo 61. La duración máxima de la jornada será: ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

- Artículo 66. Podrá prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni tres veces en una semana.
- Artículo 67. Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un cien por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.
- Artículo 68. La prolongación del tiempo extraordinario que exceda de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un 200% más del salario que corresponda a las horas de la jornada, sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta ley.
- Artículo 69. Por cada seis días de trabajo, el trabajador disfrutará de un día de descanso con goce de salario.
- Artículo 74. Son días de descanso obligatorio:
 - 1ro. de Enero.
 - 5 de Febrero.
 - 21 de Marzo.
 - 1ro. de Mayo.
 - 16 de Septiembre.
 - 20 de Noviembre.
 - 1ro. de Diciembre de cada seis años, cuando corresponda cambio de Poder Ejecutivo.
 - 25 de Diciembre.
- Artículo 83. El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera. Cuando se fije el salario por unidad de obra, se debe especificar la clase de ésta, hacer constar la calidad y

cantidad del material, las condiciones de la herramienta y útiles que el patrón proporciona para la ejecución de la obra, y el tiempo que estén disponibles para el uso del trabajador, sin que el patrón pueda exigir cantidad alguna por el uso y desgaste natural como consecuencia del trabajo.

- Artículo 137. El Fondo Nacional de la Vivienda tendrá por objeto crear sistemas de financiamiento que permitan adquirir en propiedad habitaciones cómodas e higiénicas para la construcción, reparación o mejoras de sus casas habitación y para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

Existen otras estimaciones para la determinación del salario real, éstas son las siguientes:

- a) Días inactivos por fiestas de costumbre. En el medio laboral de nuestro país existen tradiciones arraigadas que generalmente se refieren a celebraciones religiosas, como lo son: Viernes y Sábado Santos, 3 de Mayo, 1ro. y 2o. de Noviembre, y el 12 de Diciembre. El constructor de acuerdo a la política acepta como días no laborales algunos de los días que se han mencionado.
- b) Días inactivos por enfermedad no profesional. Cuando el trabajador no labore por enfermedad no profesional, el patrón tiene la obligación de cubrir su salario durante los primeros tres días de ausencia, el criterio para los tres días no laborales por dicha causa es responsabilidad del analista.
- c) Días inactivos por acción de agentes físicos- meteorológicos. Para la integración del salario real el analista debe tener un amplio conocimiento sobre el lugar donde se efectuará la obra, el medio geográfico, la estación del año, la topografía local, etc., y realizar una investigación de los días no laborales por causa como: lluvia, nieve, elevadas temperaturas, inundaciones, etc.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INTEGRACION DEL SALARIO REAL.

La ley dice que el trabajador tiene derecho a recibir como compensación a su trabajo los pagos directos mínimos anuales que a continuación se describen:

- Cuota diaria	365.0 días
- Prima vacacional: 0.25×6 días vacaciones mínimas	1.5 días
- Aguinaldo mínimo según la ley	15.0 días
	<hr/>
	Suma 381.5 días

Los días de descanso a que los trabajadores tienen derecho como mínimo con goce de salario son:

- Séptimo día	52.0 días
- Días festivos	7.17 días
- Vacaciones	6.0 días
	<hr/>
	Suma 65.17 días

Los días inactivos con goce de salario integro son de acuerdo a la política de cada empresa, en este caso supondremos que los días inactivos son:

- Fiestas de costumbre	5.0 días
- Enfermedades no profesionales	3.0 días
- Acción de agentes físicos- meteorológicos	2.0 días
	<hr/>
	Suma 10.0 días

Resumiendo tenemos que:

- Los días pagados del trabajador son	381.5 días
- Los días que realmente se trabajan son	$365 - 65.17 - 10 = 289.83$ días

Finalmente, el coeficiente por prestaciones que la Ley Federal del Trabajo señala es:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$381.5 \text{ días pagados} / 289.83 \text{ días trabajados} = 1.3163$$

Algunas veces se presentarán casos en los cuales el requerimiento de la obra o por conveniencia del contratante y contratista las jornadas de trabajo serán desde ocho horas hasta doce, que es a lo que comúnmente se le llama jornada extraordinaria de trabajo.

El porcentaje sobre el sueldo integrado que se debe pagar por concepto de vivienda y retiro es 5% y 2% respectivamente, que sumados dan un total de 7%, cuyo eficiente será:

$$0.07 \times 381.5 \text{ días de salario} / 289.83 \text{ días trabajados} = 0.0921$$

Las leyes del Seguro Social establecen que por cada trabajador se deben pagar las siguientes cuotas:

a) Por trabajadores con salario mínimo.

- Enfermedades y maternidad. 11.40%
- Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte 6.84%
- Para los riesgos de trabajo se supondrá el valor medio de la clase V, por lo que 6.5625 será el porcentaje de la cuota obrero- patronal de invalidez, vejez, etc., que se incluirá en el cálculo del coeficiente , por lo que: $0.0656 \times 6.84 = 0.4489\%$

Suma 18.6889%

Cuyo coeficiente es: $0.1869 \times 381.5 / 289.83 = 0.2460$

b) Por trabajadores con salario mayor al mínimo.

- Enfermedad y maternidad 8.40%
- Invalidez, vejez, etc. 5.04%
- Por riesgo tenemos que: $0.0656 \times 6.84 = 0.4489\%$

Suma 13.8889%

Su coeficiente es:

$$0.1389 \times 381.5 \text{ días de salario} / 289.83 \text{ días trabajados} = 0.1828$$

Por concepto de guardería, el patrón deberá considerar en sus precios unitarios el siguiente coeficiente:

$$0.01 \times 365 \text{ días de cuota} / 289.83 \text{ días trabajados} = 0.0126$$

Los impuestos por concepto de remuneraciones tienen el siguiente coeficiente:

$$0.01 \times 381.5 \text{ días de salario} / 289.83 \text{ días trabajados} = 0.0132$$

Realizando un resumen tenemos que:

1. Ley Federal del Trabajo	1.3163
2. INFONAVIT	0.0921
3. I.M.S.S.	
- Por salario mínimo	0.2460
- Por salario mayor al mínimo	1.1828
- Guardería	0.0126
4. Remuneraciones pagadas	0.0132

Realizando la suma tenemos que los coeficientes definitivos que se consideran para la integración del salario real son:

- Para salarios mínimos	1.6802
- Para salarios superiores al mínimo	1.6170

Este coeficiente se considera en los precios unitarios para obras pública

VI.- CONCLUSIONES

COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIA

MAQUINARIA	COSTO HORARIO	
	ACTIVA	INACTIVA
ESCUDO CORTADOR	\$770.62	\$750.62
DRAGA LS-68	\$456.48	\$326.63
COMPRESOR PORTATIL DE 600 PCM	\$149.51	\$56.11
DESARENADORA CAVIEM	\$88.96	\$88.96
PLANTA DE LUZ DE 2500 KW	\$522.67	\$272.57
GRUA PORTICO (INCLUYE POLIPASTO)	\$316.47	\$263.25
CAMION DE VOLTEO F-600	\$140.16	\$68.88
BOMBA PARA LODOS DE 4" ø	\$24.19	\$24.19
BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 8" ø	\$28.42	\$28.42
TRUCK PARA DOVELAS. (30")	\$57.40	\$57.40
VENTILADOR DE 36" DE ø	\$21.69	\$21.69
ELEVADOR DE PERSONAL	\$39.01	\$39.01
EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO	\$29.46	\$29.46
SOLDADORA ELECTRICA DE 300 AMP	\$24.72	\$24.72
CAMION CON GRUA HIAB	\$245.14	\$121.70
BOMBA OCELCO 2" ø	\$16.75	\$16.75
AGITADOR DE LODOS	\$17.52	\$17.52
SIERRA CIRCULAR	\$28.50	\$28.50
LOCOMOTORA ELECTRICA	\$197.18	\$197.18
PLANTA DOSIFICADORA DE INYECCION	\$55.94	50.00
CARRO DE LECHADA	\$46.31	\$46.31
BOMBA MOYNO	\$37.58	\$37.58
TEODOLITO WILD	\$11.90	\$11.90
NIVEL WILD	\$6.05	\$6.05
DISTACIOMETRO	\$4.04	\$4.04

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	ESCUDO CORTADOR	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$5.890.000 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$5.890.000 00	(Hp) MOTOR ELECTRNCO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm)	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0 000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$4.712.000 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	16.000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 93 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2 000 HORAS		

CARGOS FIJOS

	COSTO
DEPRECIACION	\$294 50
INVERSION	\$330 43
SEGUROS	\$35 34
ALMACENAJE	\$8 84
MANTENIMIENTO	\$29 45
SUMA	\$698 56

CONSUMOS

	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--			
ACEITE HIDRAULICO	LT.	--	--	--	1 25	\$16 00	\$20 00
SUMA							\$20 00

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HVLL))xNo de piezas =	\$0 00
---------------------	-------------------------------	--------

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =	\$0 00
-------------------------------	--	--------

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP ESCUDO		\$210 00	1	\$210 00	
b) AY OP ESCUDO		\$90 43	1	\$90 43	
c) ELECTRICISTA		\$118 03	1	\$118 03	

SUMA So =	\$416 46
-----------	----------

S = So / H =	\$52 06
--------------	---------

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$770 62
	INACTIVA	\$750 62

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	DRAGA LS-68	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$2,450,000.00	(S) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$2,450,000.00	(Hp) MOTOR DIESEL DE	250 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$490,000.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$1,960,000.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Va) VIDA ECONOMICA	18,000 HORAS	(D1 LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$122.50
INVERSION	\$137.45
SEGUROS	\$14.70
ALMACENAJE	\$3.68
MANTENIMIENTO	\$12.25
SUMA	\$290.58

CONSUMOS

CONSUMIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	250	0.1000		25.00	\$4.39	\$109.75
ACEITE PARA MOTOR	LT.	250	0.0034	0.0023	0.85	\$18.00	\$15.30
ACEITE HIDRAULICO	LT.	250			0.30	\$18.00	\$4.80
SUMA							\$129.85

CARGO POR LLANTAS = ((VLL)/(HVLL))xNo de piezas =

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = ((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S. NÓMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP DRAGA		\$198.00	1	\$198.00	
b) AY OP DRAGA		\$90.43	1	\$90.43	
c)				\$0.00	

SUMA So =	\$288.43
S = So / H =	\$36.05

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$456.48
	INACTIVA	\$326.63

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	COMPRESOR PORTATIL DE 600 PCM	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$254 000 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$4 300 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$254 000 00	(Hp) MOTOR GASOLINA CE	200 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 10 % (Pm)	\$25 400 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	1 000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$228 600 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10 000 HORAS	(D LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2 000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION $D = (Va - Vr) / Ve =$	\$22 86
INVERSION $I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$13 06
SEGUROS $S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$1 40
ALMACENAJE $A = Ka * D =$	\$0 69
MANTENIMIENTO $T = Q * D =$	\$2 29
SUMA	\$40 30

CONSUMOS

COMBUSTIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT	200		0 0503	16 06	\$5 30	\$85 12
DIESEL	LT	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT	200	0 0034	0 0023	0 46	\$18 00	\$8 28
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$93 40

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HVLL))xNo de piezas =
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) COMPRESORISTA		\$126 47	1	\$126 47	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	
SUMA So =				\$126 47	
S = So / H =					\$15 81

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$149 51
	INACTIVA	\$56 11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	DESARENADORA CAVIEM	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$415,000 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$415,000 00	(Hq) MOTOR ELCTRICO DE	--- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 10 % (Pm)	\$41,500 00	(HvLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0 000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$373,500 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Va) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2 000 HORAS		

CARGOS FIJOS

	COSTO
DEPRECIACION	\$37.35
INVERSION	\$21.34
SEGUROS	\$2.28
ALMACENAJE	\$1.12
MANTENIMIENTO	\$3.74
SUMA	\$65.83

CONSUMOS

	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	---	---	---			
DIESEL	LT.	---	---	---			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	---	---	---			
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS = ((VLL)/(HvLL))xNo de piezas =

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = ((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP DESARENADORA		\$185 00	1	\$185 00	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$185 00
S = So / H =	\$23.13

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$88.96
	INACTIVA	\$88.96

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	PLANTA DE LUZ DE 2500 KW	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANCOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$1 530.000 00	(#) PRIMA DE SEGURO	2 00	% ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	30 00	(Ha) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00	%
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	30 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00	%
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$1 530.000 00	(Hn) MOTOR DIESEL DE	500	HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm)	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0 000	HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$1 224.000 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0	HORAS
(Va) VIDA ECONOMICA	10.000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83	DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8	HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2.000 HORAS			

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$122.40
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$85 83
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$9 18
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$3 67
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$12 24
SUMA		\$233.32

CONSUMOS

COMBUSTIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	500	0 1000		50	\$4 39	\$219 50
ACEITE PARA MOTOR	LT.	500	0 6034	0 0023	1 70	\$18 00	\$30 60
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$250.10

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HVLL)) * No de piezas =
CARGO POR PIEZAS ESPE...	((Vpe) / (Hvpe)) * No de piezas especiales =

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OPERADOR		\$198 00	1	\$198 00	
b) ELECTRICISTA		\$118 03	1	\$118 03	
c)				\$0 00	
SUMA So =				\$314 03	
S = So / H =					\$39.25

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$522.67
	INACTIVA	\$272.57

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	GRUA PORTICO (INCLUYE POLIPASTO)	FECHA	20/09/2000
CAMA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$1.900.500 00	(s) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$1.900.500 00	(Hp) MOTOR DIESEL DE	100 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 15 % (Pm)	\$285.075 00	(HvLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$1.615.425 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Va) VIDA ECONOMICA	16.000 HORAS	(Dl) DIAS LABORADOS AL AÑO	289,83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2.000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$100 96
INVERSION	\$102 18
SEGUROS	\$10 93
ALMACENAJE	\$3 03
MANTENIMIENTO	\$10 10
SUMA	\$227.20

CONSUMOS

CONSUMOS	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	100	0.1000		10	\$4 39	\$43 90
ACEITE PARA MOTOR	LT.	100	0.0034	0.0023	0.34	\$18 00	\$6 12
ACEITE HIDRAULICO	LT.	100			0.2	\$16 00	\$3 20
SUMA							\$53.22

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HvLL))xNo de piezas =
---------------------	-------------------------------

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	((Vpe)/(Hvpe)) x No de piezas especiales =
-------------------------------	--

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP GRUA PORTICO		\$198 00	1	\$198 00	
b) AY OP GRUA PORTICO		\$90 43	1	\$90 43	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$288 43
S = So / H =	\$36.05

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$316.47
INACTIVA	\$263.25

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	CAMION DE VOLTEO	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$560.500 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2,00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$1.750 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3,00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10,00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$558.750 00	(Hd) MOTOR DIESEL DE	132 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$111.750 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	2.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$447.000 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	16.000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289,83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18,70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Hh) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2.000 HORAS		

CARGOS FIJOS

COSTO

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$27,94
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$31,35
SEGUROS	$S = (Va + Vpe) / 2Ha =$	\$3,35
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0,84
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$2,79

SUMA \$66,27

CONSUMOS

COSTO

COMBUSTIBLE	UN	HP	# DIESEL	# GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT	--	--	--			
DIESEL	LT	132	0 1000		13 2	\$4 39	\$57 95
ACEITE PARA MOTOR	LT	132	0 0034	0 0023	0 45	\$18 00	\$8 08
OTRAS FUENTES DE ENER							

SUMA \$68,03

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$	\$5,25
---------------------	---	--------

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (Hvpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$	\$0,00
-------------------------------	--	--------

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) CHOFER		\$117 87	1	\$117 87	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	

SUMA So = \$117 87

S = So / H = \$2,61

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$140,16
INACTIVA	\$68,88

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	BOMBA PARA LODOS DE 4" Ø	FECHA	20/09/2000
CODIGO	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$84,500.00	(S) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$84,500.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm) \$18,900.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$67,600.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(D) LA DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$6.76
INVERSION	\$4.74
SEGUROS	\$0.51
ALMACENAJE	\$0.20
MANTENIMIENTO	\$0.68
SUMA	\$12.89

CONSUMOS

CONSUMOS	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS = ((VLL)/(HVLL)) x No de piezas =

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = ((Vpe)/(Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OF CALIFICADO		\$90.43	1	\$90.43	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$90.43

S = So / H = \$11.30

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$24.19
	INACTIVA	\$24.19

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 8" Ø	FECHA:	20/09/2000
OBRA:	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$112,300.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(K*) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(O) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$112,300.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$22,460.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$89,840.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA 10,000 HORAS		(DI) LA DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL 18.70 %		(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO 2,000 HORAS			

CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$8.98
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$8.30
SEGUROS	$S = (Va + Vr)s / 2Ha =$	\$0.87
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0.27
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$0.90
SUMA		\$17.12

CONSUMOS

COMBUSTIBLE	UN	HP	N DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO		
GASOLINA	LT.	--	--	--					
DIESEL	LT.	--	--	--					
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--					
OTRAS FUENTES DE ENER									
SUMA							\$0.00		

CARGO POR LLANTAS *	$((VLL) / (HVLL)) * No de piezas =$
CARGO POR PIEZAS ESPECIAL... =	$((Vpe) / (Hvpe)) * No de piezas especiales =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OF CALIFICADO		\$90.43	1	\$90.43	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	
SUMA So =				\$90.43	
$S = So / H =$					\$11.30

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$28.42
	INACTIVA	\$28.42

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	TRUCK PARA DOVELAS (30')	Fecha	20/09/2000
CORA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$180.300 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$180.300 00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	10 % (Pm) \$18.030 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$162.270 00	(HVpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION $D = (Va - Vr) / Ve =$	\$18 23
INVERSION $I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$9 27
SEGUROS $S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$0 99
ALMACENAJE $A = Ka * D =$	\$0 49
MANTENIMIENTO $T = Q * D =$	\$1 62
SUMA	\$28.60

CONSUMOS

CONSUMIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT	--	--	--			
DIESEL	LT	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (Hpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$

CATEGORIA	S. NÓMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP LOCOMOTORA		\$140 00	1	\$140 00	
b) AY OP LOCOMOTORA		\$90 43	1	\$90 43	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$230 43
S = So / H =	\$28.80

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$57.40
	INACTIVA	\$57.40

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	VENTILADOR DE 36" Ø	FECHA:	20/09/2000
OSIA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$60 000 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$60 000 00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 10 % (Pm)	\$8 000 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vv) VALOR A DEPRECIAR	\$54 000 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Vv) VIDA ECONOMICA	8 000 HORAS	(D) LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289,83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$9 00
INVERSION	\$3 09
SEGUROS	\$0 33
ALMACENAJE	\$0 27
MANTENIMIENTO	\$9 00
SUMA	\$21.69

CONSUMOS

CONSUMOS	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$
---------------------	---

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (Hvpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$
-------------------------------	--

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a)				\$0 00	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$0 00
$S = So / H =$	\$0.00

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$21.69
	INACTIVA	\$21.69

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	ELEVADOR DE PERSONAL	FECHA
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS	20/09/2000

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$150,800.00	(s) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$150,800.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 10 % (Pm)	\$15,080.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$135,720.00	(HVpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA 8,000 HORAS		(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL 18.70 %		(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO 2,000 HORAS			

CARGOS FIJOS

	COSTO
DEPRECIACION	\$16.94
INVERSION	\$7.74
SEGUROS	\$0.83
ALMACENAJE	\$0.51
MANTENIMIENTO	\$1.89
SUMA	\$27.71

CONSUMOS

	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS = ((VLL)/(HVLL)) x No de piezas =

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = ((Vpe)/(HVpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OF CALIFICAPO		\$90.43	1	\$90.43	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$90.43

S = So / H = \$11.30

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$39.01
INACTIVA	\$39.01

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$23.850 00	(#) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$23.850 00	(Hp) MOTOR DE	— HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$4.770 00	(HvLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0 000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	20 % (Pm)	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10 000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2 000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$ \$1 91
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$ \$1 34
SEGUROS	$S = (Va + Vr) s / 2Ha =$ \$0 14
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$ \$0 06
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$ \$0 19
SUMA	\$3.64

CONSUMOS

CONSUMOS	COSTO						
COMBUSTIBLE	UN	H P	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	—	—	—			
DIESEL	LT.	—	—	—			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	—	—	—			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (Hvpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) SOLDADOR CALIFICADO		\$117 15	1	\$117 15	
b) AYUDANTE GENERAL		\$89 43	1	\$89 43	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$206 58
S = So / H =	\$25.82

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$29.46
	INACTIVA	\$29.46

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	PLANTA SOLDADURA ELECTRICA DE 300 AMP	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$63,500 00	(*) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$63,500 00	(Hp) MOTOR ELECTICO DE	--- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	10 % (Pm)	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$57,150 00	(HVpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$ \$5.72
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$ \$3.27
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2Ha =$ \$0.35
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$ \$0.17
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$ \$0.57
SUMA	\$10.08

CONSUMOS

CONSUMIBLE	UN	H P	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	---	--	--			
DIESEL	LT.	---	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	---	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (HVpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
3) SOLDADOR CALIFICADO		\$117.15	1	\$117.15	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	

SUMA So = \$117.15

S = So / H = \$14.64

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$24.72
	INACTIVA	\$24.72

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	CAMION GRUA HIAB	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$730.000 00	(#) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$7.800 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	10 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$722.200 00	(Hp) MOTOR DIESEL DE	200 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$144.440 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	2.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$577.760 00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VALOR ECONOMICA	16.000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 D AS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2.000 HORAS		

CARGOS FIJOS

COSTO

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va =$	\$36 11
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$40 52
SEGUROS	$S = (Vpe + Vr) / 2Ha =$	\$4 33
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$1 08
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$3 81

SUMA \$85.65

CONSUMOS

COSTO

COMBUSTIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	200	--	--			
DIESEL	LT.	200	0 1000		20	\$4 39	\$87 80
ACEITE PARA MOTOR	LT.	200	0 0034	0 0023	0 68	\$18 00	\$12 24
OTRAS FUENTES DE ENER							

SUMA \$100.04

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL)/(HVLL)) \times \text{No de piezas} =$	\$23.40
---------------------	---	---------

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe)/(Hvpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$	
-------------------------------	--	--

CATEGORIA	S NOMINAL	S REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OP DE GRUA HIAB		\$198 00	1	\$198 00	
b) AY OP GRUA HIAB		\$90 43	1	\$90 43	
c)				\$0 00	

SUMA So = \$288 43

S = So / H = \$36.05

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$245.14
INACTIVA	\$121.70

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	BOMBA OCELCO DE 2' DE DIAMETRO	FECHA	20/09/2000
COMP	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$24,200.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$24,200.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm)	(HVL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$4,840.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(W) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(D) LA DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

	COSTO
DEPRECIACION	\$1.94
INVERSION	\$1.38
SEGUROS	\$0.15
ALMACENAJE	\$0.06
MANTENIMIENTO	\$1.94
SUMA	\$5.45

CONSUMOS

	COSTO
COMBUSTIBLE	
GASOLINA	
DIESEL	
ACEITE PARA MOTOR	
OTRAS FUENTES DE ENER	
SUMA	\$0.00

CARGO POR LLANTAS = ((VLL)/(HVL))xNo de piezas =

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = ((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OF. CALIFICADO		\$90.43	1	\$90.43	
b)				\$0.00	
c)				-\$0.00	

SUMA So = \$90.43

S = So / H = \$11.30

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$16.75
	INACTIVA	\$16.75

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	SIERRA CIRCULAR	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$65,400.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$65,400.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$13,080.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$52,320.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(D LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$5.23
INVERSION	\$3.87
SEGUROS	\$0.39
ALMACENAJE	\$0.18
MANTENIMIENTO	\$5.23
SUMA	\$14.88

CONSUMOS

CONSUMOS	COSTO
COMBUSTIBLE	
GASOLINA	
DIESEL	
ACEITE PARA MOTOR	
OTRAS FUENTES DE ENER.	
SUMA	\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HVLL))xNo de piezas =
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) CARPINTERO		\$110.53	1	\$110.53	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$110.53

S = So / H = \$13.82

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$28.50
INACTIVA	\$28.50

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	LOCOMOTORA ELECTRICA	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$750,000.00	(s) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$750,000.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	— HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm)	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0,000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$800,000.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VALOR ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$60.00
INVERSION	\$42.08
SEGUROS	\$4.50
ALMACENAJE	\$1.80
MANTENIMIENTO	\$60.00
SUMA	\$168.38

CONSUMOS

CONSUMOS	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE		
GASOLINA	UN	
	LT.	
DIESEL	HP	
	LT.	
ACEITE PARA MOTOR	M DIESEL	
	LT.	
OTRAS FUENTES DE ENER	M GASOLINA	
	LT.	
	CANTIDAD	
	COSTO UN	
	COSTO	
SUMA		\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	((VLL)/(HVLL))x No de piezas =	
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales =	

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OPERADOR		\$140.00	1	\$140.00	
b) AYUDANTE		\$90.43	1	\$90.43	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$230.43

S = So / H = \$28.80

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$197.18
INACTIVA	\$197.18

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	PLANTA DOSIFICADORA	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$115,000.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$115,000.00	(Hp) MOTOR ELÉCTRICO DE	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$11,500.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$103,500.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Va) VIDA ECONOMICA	8,000 HORAS	(DI) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

	CARGO	COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va =$	\$12.94
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$5.91
SEGUROS	$S = (Va + Vr) * I / 2Ha =$	\$0.83
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0.39
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$12.94

SUMA \$32.81

CONSUMOS

	UN	HP	M	DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE								
GASOLINA	LT.	--	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER.								

SUMA \$0.00

CARGO POR LLANTAS = $((VLL) / (HVLL)) * No \ de \ piezas =$

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = $((Vpe) / (Hvpe)) * No \ de \ piezas \ especiales =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OPERADOR		\$185.00	1	\$185.00	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$185.00

S = So / H = \$23.13

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$59.94
INACTIVA	\$59.94

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	CARRO DE INYECCION	FECHA:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$96,000.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$96,000.00	(Hp) MOTOR ELECTRICO DE	— HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$19,200.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$76,800.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

CARGOS FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	\$7.68
INVERSION	\$5.39
SEGUROS	\$0.58
ALMACENAJE	\$0.23
MANTENIMIENTO	\$7.68
SUMA	\$21.56

CONSUMOS

CONSUMIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	—	—	—			
DIESEL	LT.	—	—	—			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	—	—	—			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS = _____ ((VLL)/(HVLL))x No de piezas = _____

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = _____ ((Vpe) / (Hvpe)) x No de piezas especiales = _____

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OPERADOR		\$198.00	1	\$198.00	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$198.00

S = So / H = \$24.75

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$48.31
INACTIVA	\$46.31

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	BOMBA MOYNO	FECHA	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$45,000.00	(S) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$45,000.00	(Hps) MOTOR ELÉCTRICO DE	--- HP
(Vr) VALOR DE RESATE	\$4,500.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$40,500.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	8,000 HORAS	(DILA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$3.06
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$2.31
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$0.25
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0.15
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$3.06
SUMA		\$12.83

CONSUMOS

	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
GASOLINA	LT.	---	---	---			
DIESEL	LT.	---	---	---			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	---	---	---			
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) * No de piezas =$
CARGO POR PIEZAS ESPECI-	$((Vpe) / (Hvpe)) * No de piezas especiales =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a) OPERADOR		\$198.00	1	\$198.00	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	
SUMA So =				\$198.00	
S = So / H =					\$24.75

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$37.58
	INACTIVA	\$37.58

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	TEODOLITO WILD	Fecha:	20/09/2000
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS		

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$53,000.00	(*) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(D) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$53,000.00	(Hp) MOTOR	-- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	20 % (Pm) \$10,600.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$42,400.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10,000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$4.24
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$2.97
SEGUROS	$S = (Va + Vpe) / 2Ha =$	\$0.32
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0.13
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$4.24
SUMA		\$11.90

CONSUMOS

	UN	H P	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	--	--	--			
DIESEL	LT.	--	--	--			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	--	--	--			
OTRAS FUENTES DE ENER.							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS = $((VLL) / (HVLL)) \times No \text{ de piezas} =$

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES = $((Vpe) / (Hvpe)) \times No \text{ de piezas especiales} =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a)				\$0.00	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So = \$0.00

S = So / H = \$0.00

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$11.90
INACTIVA	\$11.90

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	NIVEL WILD	FECHA:
OSPA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS	20/09/2000

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$27,000.00	(s) PRIMA DE SEGURO	2.00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0.00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3.00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0.00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100.00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$27,000.00	(Hp) MOTOR	--- HP
(Vr) VALOR DE RESGATE 20 % (Pm)	\$5,400.00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0.000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$21,600.00	(Hvpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10.000 HORAS	(DILA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289.83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18.70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,000 HORAS		

CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va =$	\$2.18
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$1.51
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$0.18
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0.06
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$2.18
SUMA		\$6.05

CONSUMOS

	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO
COMBUSTIBLE							
GASOLINA	LT.	---	---	---			
DIESEL	LT.	---	---	---			
ACEITE PARA MOTOR	LT.	---	---	---			
OTRAS FUENTES DE ENER							
SUMA							\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) \times \text{No de piezas} =$
---------------------	---

CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (Hvpe)) \times \text{No de piezas especiales} =$
-------------------------------	--

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a)				\$0.00	
b)				\$0.00	
c)				\$0.00	

SUMA So =	\$0.00
------------------	---------------

S = So / H =	\$0.00
---------------------	---------------

COSTOS DIRECTOS POR HORA

ACTIVA	\$6.05
INACTIVA	\$6.05

ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA

DESCRIPCION DE LA MAQUINA	DISTANCIOMETRO	FECHA
OBRA	EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS	20/09/2000

DATOS GENERALES

(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	\$18.000 00	(a) PRIMA DE SEGURO	2 00 % ANUAL
(VLL) VALOR DE LAS LLANTAS	\$0 00	(Ka) FACTOR DE ALMACENAJE	3 00 %
(Vpe) VALOR PIEZAS ESPECIALES	\$0 00	(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	100 00 %
(Va) VALOR DE ADQUISICION	\$18.000 00	(Hp) MOTOR	--- HP
(Vr) VALOR DE RESCATE 20 % (Pm)	\$3.600 00	(HVLL) VIDA DE LAS LLANTAS	0 000 HORAS
(Vd) VALOR A DEPRECIAR	\$14.400 00	(HVpe) VIDA DE LAS PZAS ESPECIALES	0 HORAS
(Ve) VIDA ECONOMICA	10.000 HORAS	(DI LA) DIAS LABORADOS AL AÑO	289 83 DIAS
(I) TASA DE INVERSION ANUAL	18 70 %	(H) HORAS DE LA JORNADA	8 HORAS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2 000 HORAS		

CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve =$	\$1 44
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$1 01
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2Ha =$	\$0 11
ALMACENAJE	$A = Ka * D =$	\$0 04
MANTENIMIENTO	$T = Q * D =$	\$1 44
SUMA		\$4.04

CONSUMOS

								COSTO
COMBUSTIBLE	UN	HP	M DIESEL	M GASOLINA	CANTIDAD	COSTO UN		
GASOLINA	LT.	---	---	---				
DIESEL	LT.	---	---	---				
ACEITE PARA MOTOR	LT.	---	---	---				
OTRAS FUENTES DE ENER.								
SUMA								\$0.00

CARGO POR LLANTAS =	$((VLL) / (HVLL)) * \text{No de piezas} =$
CARGO POR PIEZAS ESPECIALES =	$((Vpe) / (HVpe)) * \text{No de piezas especiales} =$

CATEGORIA	S. NOMINAL	S. REAL	CANTIDAD	IMPORTE	COSTO
a)				\$0 00	
b)				\$0 00	
c)				\$0 00	

SUMA So =	\$0 00	
$S = So / H =$		\$0.00

COSTOS DIRECTOS POR HORA

	ACTIVA	\$4.04
	INACTIVA	\$4.04

PRECIO UNITARIO

1).- MANO DE OBRA

CONCEPTOS	CANTIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
a.- TRATAMIENTO Y MANEJO DE LODOS:			
CABO "B"	0.50	\$123.45	\$61.73
AYUDANTE GENERAL	3.00	\$89.43	<u>\$268.29</u>
			\$330.02
b.- EXCAVACION:			
CABO ESPECIALIZADO	1.00	\$152.00	<u>\$152.00</u>
			\$152.00
c.- LIMPIEZA DE CARCAMOS:			
CABO "B"	0.50	\$123.45	\$61.73
AYUDANTE GENERAL	5.00	\$89.43	<u>\$447.15</u>
			\$508.88
d.- SUMINISTRO E INSTALACION DE VIAS:			
CABO "B"	2.00	\$123.45	\$246.90
RIELERO	1.00	\$114.39	\$114.39
CARPINTERO	2.00	\$110.53	\$221.06
AYUDANTE GENERAL	2.00	\$89.43	<u>\$178.86</u>
			\$761.21
e.- MANTEO:			
CABO "B"	2.00	\$123.45	\$246.90
MANIOBRISTA	3.00	\$120.00	\$360.00
AYUDANTE DE MANIOBRIST	3.00	\$88.68	\$266.04
SEÑALERO	2.00	\$114.39	\$228.78
AYUDANTE GENERAL	2.00	\$89.43	<u>\$178.86</u>
			\$1,280.58
f.- INSTALACION ELECTRICA Y ALUMBRADO:			
CABO "B"	1.00	\$123.45	\$123.45
ELECTRICISTA	2.00	\$116.03	\$232.06
AYUDANTE OFICIAL CALIFIC	2.00	\$90.43	<u>\$180.86</u>
			\$536.37
g.- TUBERIA:			
CABO "B"	1.00	\$123.45	\$123.45
TUBERO	2.00	\$148.05	\$296.10
PINTOR	1.00	\$120.08	\$120.08
AYUDANTE GENERAL	3.00	\$89.43	<u>\$268.29</u>
			\$807.92
h.- INYECCION DE CONTACTO:			
CABO ESPECIALIZADO	1.00	\$152.00	\$152.00
CABO "B"	1.00	\$123.45	\$123.45
INYECTISTA	3.00	\$117.67	\$353.01
AYUDANTE GENERAL	4.00	\$89.43	<u>\$357.72</u>
			\$986.18

i.- TOPOGRAFIA:			
	1.00	\$165.00	\$165.00
TOPOGRAFO	1.00	\$97.39	\$97.39
AUXILIAR DE TOPOGRAFO	3.00	\$94.37	<u>\$283.11</u>
CADENERO			\$545.50
j.- LIMPIEZA DE TUNEL Y LUMBRERA:			
	1.00	\$123.45	\$123.45
CABO "B"	6.00	\$89.43	<u>\$536.58</u>
AYUDANTE GENERAL			\$660.03
k.- BOMBEO:			
	3.00	\$90.43	<u>\$271.29</u>
AYUDANTE OFICIAL CALIFIC			\$271.29

SUMA	\$6,839.97 /TURNO
HERRAMIENTA (3.00 %)	\$205.20 /TURNO
TOTAL	\$7,045.17 /TURNO

RENDIMIENTO = 14.00 M.L./ TURNO

CARGO DE MANO DE OBR (7045.17, TURNO) / (14.00 M.L./TURNO) **\$503.23 M.L.**

II) MATERIALES

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
a.- TRATAMIENTO Y MANEJO DE LODOS:				
PICHANCHA DE 8"	PZA	0.002	\$2,620.00	\$5.24
PICHANCHA DE 4"	PZA	0.002	\$727.00	\$1.45
PICHANCHA DE 2"	PZA	0.002	\$179.40	\$0.36
VALVULA DE COMPUERTA D	PZA	0.002	\$3,715.00	\$7.43
VALVULA DE COMPUERTA D	PZA	0.002	\$3,076.25	\$6.15
VALVULA MACHO DE 4"	PZA	0.006	\$515.00	\$3.09
VALVULA MACHO DE 2"	PZA	0.002	\$403.00	\$0.81
				<u>\$24.53</u>
b.- EXCAVACION:				
Cable de acero de 1"	M.L.	0.025	\$83.00	\$2.08
Tensor galvanizado 3/4" X 12"	PZA.	0.012	\$210.00	\$2.52
Tensor galvanizado 1 1/2" X 12	PZA.	0.001	\$280.00	\$0.28
Angulo de 2" X 1/4"	Kg	7.070	\$6.00	\$42.42
Soldadura 7018	Kg	1.000	\$97.00	\$97.00
Oxígeno	Cga	0.200	\$330.00	\$66.00
Acetileno	Cga	0.100	\$465.00	\$46.50
Cable portaeléctrodo 1/0	M.L	0.040	\$77.30	\$3.09
Portaeléctrodo de 500 Amp.	PZA.	0.020	\$175.50	\$3.51
Manguera para oxígeno	M.L	0.040	\$15.00	\$0.60
Manguera para acetileno	M.L	0.040	\$15.00	\$0.60
				<u>\$264.60</u>
c.- LIMPIEZA DE CARCAMOS:				
Cable Manila de 3/4"	Kg	0.150	\$27.00	\$4.05
Grillete Galvanizado de 1"	PZA.	0.008	\$84.00	\$0.67
Cable de acero de 5/8"	M.L.	0.375	\$34.00	\$12.75
Cable de acero de 3/4"	M.L.	0.375	\$45.00	\$16.88
Nudo galvanizado de 5/8"	PZA.	0.025	\$38.00	\$0.95
Nudo galvanizado de 3/4"	PZA.	0.025	\$42.00	\$1.05
				<u>\$36.35</u>
d.- SUMINISTRO E INSTALACION DE VIAS:				
Riel de 60 lb / yd	M.L.	2.119	\$285.00	\$603.92
Planchuela para riel	PZA.	2.510	\$57.00	\$143.07
Tornillo de 5/8" X 3"	PZA.	5.020	\$13.00	\$65.26
Clavo para vía de 9/16" X 5 1/2	PZA.	10.500	\$5.60	\$58.80
Durmiente de 8" X 8" X 8 1/4 ft	PZA.	2.000	\$190.00	\$380.00
Tablón de 2" X 12" X 10 ft	PZA.	1.030	\$60.00	\$61.80
Clavo de 4" con cabeza	Kg	0.086	\$6.25	\$0.54
Tornillo de 3/4" X 10" con 2 rond	PZA.	4.080	\$23.00	\$93.84
Disco metálico de 16" para sier	PZA.	0.007	\$353.50	\$2.37
				<u>\$1,409.59</u>

e.- MANTEO:

Grillete galvanizado de 3/4"	PZA.	0.008	\$84.00	\$0.70
Cable de acero de 1/2"	M.L.	0.042	\$27.00	\$1.13
Gancho de ojillo de 5 ton de ca	PZA.	0.002	\$190.00	\$0.38
Madera de terciera	P.T.	3.830	\$30.00	\$114.90
Cable de acero de 3/4"	M.L.	0.017	\$45.00	\$0.77
Cable de acero de 5/8"	M.L.	0.375	\$34.00	\$12.75
Cable manila de 3/4"	Kg	0.080	\$27.00	\$2.16
Junta de neopreno	M.L.	50.300	\$32.00	\$1,609.60
Patesca de un hilo de 20 Ton d	PZA.	0.001	\$6,350.00	\$5.08
Tornillo de 1 1/4 X 3" co n rond	PZA.	33.660	\$21.00	\$706.86
Empaque de hule de 1 1/4"	PZA.	67.320	\$12.00	\$807.84
Resistol 5000	Lto.	0.050	\$15.00	\$0.75
Tornillo para izaje de dovelas	PZA.	0.005	\$430.00	\$2.15
				<u>\$3,265.07</u>

f.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO:

Lámpara fluorescente 2 X 74 W	PZA.	0.021	\$135.00	\$2.84
Cable THW calibre 2 / 0	M.L.	4.120	\$11.86	\$48.86
Bastidor para 7 aisladores	PZA.	0.204	\$20.00	\$4.08
Aislador tipo carrete	PZA.	0.824	\$6.42	\$5.29
Cable THW calibre 12	M.L.	1.428	\$1.17	\$1.67
Cable uso rudo 2 X 10	M.L.	0.100	\$4.30	\$0.43
Cinta aislante vulc.	PZA.	0.019	\$38.00	\$0.72
Cinta de aislar No. 33	PZA.	0.200	\$5.00	\$1.00
Oreja para bastidor	PZA.	0.408	\$33.00	\$13.46
Lámpara de cuarzo de 1500 W	PZA.	0.104	\$170.00	\$17.68
				<u>\$96.04</u>

g.- TUBERÍAS Y ACCESO PARA MANEJO DE LODOS:

Tubería de acero de 6"	M.L.	1.000	\$140.00	\$140.00
Tubería de acero de 8"	M.L.	1.000	\$190.00	\$190.00
Tubería de ventilación de 24" (M.L.	1.000	\$130.00	\$130.00
Junta vitaulic de 6"	PZA.	0.169	\$925.00	\$156.33
Junta vitaulic de 8"	PZA.	0.169	\$1,400.00	\$236.60
Manguera para lodos de 6"	M.L.	0.005	\$5,375.00	\$26.88
Niple vástago de 6"	PZA.	0.0032	\$112.00	\$0.36
Niple vástago de 8"	PZA.	0.0032	\$160.00	\$0.51
Pintura esmalte	Lto.	0.032	\$65.00	\$2.08
Tínher	Lto.	0.016	\$7.50	\$0.12
Válvula de compuerta de 6"	PZA.	0.008	\$3,076.25	\$24.61
Brida metálica de 6 "	PZA.	0.016	\$800.00	\$12.80
Tornillo de 7/8" X 3"	PZA.	0.128	\$17.00	\$2.18
Estopa	Kg	0.083	\$15.00	\$1.25
Cambio de vía	PZA.	0.0079	\$27.00	\$0.21
				<u>\$923.91</u>

h.- INYECCION DE CONTACTO:

Cemento	Ton	0.800	\$1,430.00	\$1,144.00
Arena sílica	M 3	0.970	\$4.56	\$4.42
Bentonita	Kg	200.000	\$1.20	\$240.00
Tapón de plástico	PZA.	6.12	\$23.00	\$140.76
Empaque de 70 mm	PZA.	6.18	\$4.00	\$24.72
Manómetro de 0 - 7 Kg / cm ²	PZA.	0.027	\$380.00	\$10.26
Inserto para inyección	PZA.	0.010	\$27.00	\$0.27
Válvula macho de 2"	PZA.	0.040	\$403.00	\$16.12
Grasa multititio	Kg	0.050	\$14.00	\$0.70
Cinta teflón de 3/4"	PZA.	0.0066	\$13.00	\$0.09
Manguera A.P. De 2"	Tmo.	0.0029	\$2.30	\$0.01
Válvula macho de 4"	PZA.	0.0025	\$515.00	\$1.29
Tuerca unión de 2"	PZA.	0.0050	\$76.00	\$0.38
Válvula macho de 3/4"	PZA.	0.0040	\$175.00	\$0.70
				\$1,583.71

i.- TOPOGRAFÍA

Estadal de 4 m	PZA	0.0012	\$708.00	\$0.85
Balíza	PZA	0.0024	\$230.00	\$0.55
Plomada de 10 oz.	PZA	0.0079	\$190.00	\$1.50
Cinta métrica de 30 m.	PZA	0.002	\$503.00	\$1.01
Pintura de esmalte	Lto.	0.0025	\$65.00	\$0.16
Tinher	Lto.	0.0012	\$7.50	\$0.01
Números fechadores	Jgo.	0.01	\$185.00	\$1.85
Triple	PZA	0.0012	\$910.00	\$1.09
				\$7.02

j.- LIMPIEZA DE TUNEL Y LUMBRERA:

Bacha de 1.0 m 3	PZA.	0.0048	\$1,430.00	\$6.86
Bote de rezaga	PZA.	0.0008	\$3,900.00	\$3.12
				\$9.98

k.- BOMBEO:

Tubería de 2" con cople	M.L.	2.000	\$75.00	\$150.00
Placa de 1/2" de espesor	Kg	2.000	\$6.00	\$12.00
Tee galvanizada de 2"	PZA.	0.040	\$82.00	\$3.28
Tuerca unión de 2"	PZA.	0.040	\$76.00	\$3.04
Válvula macho de 2"	PZA.	0.020	\$403.00	\$8.06
Niple de 2" X 4"	PZA.	0.060	\$15.00	\$0.90
Niple vástago de 2"	PZA.	0.020	\$32.00	\$0.64
Niple vástago de 3/4"	PZA.	0.020	\$16.00	\$0.32
Reducción bushing de 2" a 3/4"	PZA.	0.020	\$53.00	\$1.06
Manguera A,P de 3/4"	Tmo	0.006	\$1.50	\$0.01
Pichancho de 4"	PZA.	0.002	\$727.00	\$1.45
Manguera de 4"	Tmo	0.0011	\$3.50	\$0.00
Manguera de descarga de 4"	Tmo	0.0011	\$3,228.20	\$3.55
Válvula macho de 3/4"	PZA.	0.020	\$175.00	\$3.50
Conexión macho 3/4"	PZA.	0.010	\$425.50	\$4.26
Conexión hembra 3/4"	PZA.	0.010	\$425.50	\$4.26
				\$196.33

TOTAL = \$7,817.13 / M.L.

III). MAQUINARIA ACTIVA

CONCEPTOS	CANTIDAD	HORAS	COSTO/HORA	IMPORTE
a.- TRATAMIENTO Y MANEJO DE LODOS:				
BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 8" O	2.00	3.00	\$28.43	\$170.58
BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 4" O	3.00	6.00	\$24.19	\$435.42
BOMBA OCELOCO DE 2" O	1.00	7.00	\$16.74	\$117.18
DESARENADORA CAVIEM	1.00	6.00	\$100.13	\$600.78
AGITADOR VERTICAL PARA LODOS	4.00	7.00	\$17.51	\$490.28
				<u>\$1,814.24</u>
b.- EXCAVACION:				
ESCUDO CORTADOR	1.00	7.00	\$770.61	\$5,394.27
PLANTA DE LUZ DE 2500 KW	1.00	1.00	\$533.86	\$533.86
VENTILADOR DE 36" O	3.00	3.00	\$21.69	\$195.21
PLANTA DE SOLDADURA ELEC. 300 AMP.	2.00	2.00	\$35.90	\$143.60
EQUIPO DE CORTE	2.00	2.00	\$29.46	\$117.84
ELEVADOR DE PERSONAL	1.00	8.00	\$39.02	\$312.16
TRUCK DE MATERIALES	2.00	6.00	\$57.40	\$688.80
				<u>\$7,385.74</u>
c.- LIMPIEZA DE CARCAMOS:				
GRUA PORTICO	1.00	7.00	\$316.47	\$2,215.29
DRAGA	1.00	7.00	\$456.47	\$3,195.29
CAMION VOLTEO	3.00	7.00	\$158.56	\$3,329.76
				<u>\$8,740.34</u>
d.- SUMINISTRO E INSTALACION DE VIAS:				
SIERRA CIRCULAR	1.00	2.00	\$14.68	\$29.36
				<u>\$29.36</u>
e.- MANTEO:				
GRUA HIAB	1.00	7.00	\$222.67	\$1,558.69
DRAGA	1.00	7.00	\$456.47	\$3,195.29
LOCOMOTORA ELECTRICA	2.00	7.00	\$197.18	\$2,760.52
TRUCK DE MATERIALES	2.00	7.00	\$57.40	\$803.60
				<u>\$8,318.10</u>
f.- INYECCION DE CONTACTO				
PLANTA DOSIFICADORA DE INYECCION	1.00	3.00	\$55.93	\$167.79
CARRO DE LECHADA	1.00	3.00	\$46.30	\$138.90
BOMBA MOYNO	1.00	6.00	\$37.59	\$225.54
				<u>\$532.23</u>
g.- TOPOGRAFIA:				
TEODOLITO WILD	1.00	4.00	\$11.90	\$47.60
NIVEL WILD	1.00	4.00	\$6.06	\$24.24
DISTANCIOMETRO	1.00	1.00	\$4.04	\$4.04
				<u>\$75.88</u>
h.- BOMBEO				
COMPRESOR	1.00	8.00	\$149.50	\$1,196.00
BOMBA SUMERGIBLE DE 4" O	1.00	5.00	\$24.19	\$120.95
				<u>\$1,316.95</u>

SUMA

\$28,212.84 /TURNO

RENDIMIENTO = 14.00 M.L./TURNO

CARGO DE MAQUINARIA (ACTIVA) =

\$28,212.84 /TURNO

\$2,015.20 M.L.

14.00 M.L./TURNO

IV) MAQUINARIA INACTIVA

CONCEPTOS	CANTIDAD	HORAS	COSTO/HORA	IMPORTE
a.- TRATAMIENTO Y MANEJO DE LODOS:				
BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 8" O	2.00	5.00	\$28.43	\$284.30
BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 4" O	3.00	2.00	\$24.19	\$145.14
BOMBA OCELO DE 2" O	1.00	1.00	\$16.74	\$16.74
DESARENADORA CAVIEM	1.00	2.00	\$100.13	\$200.26
AGITADOR VERTICAL PARA LODOS	4.00	1.00	\$17.51	\$70.04
				<u>\$716.48</u>
b.- EXCAVACION:				
ESCUDO CORTADOR	1.00	1.00	\$750.81	\$750.81
PLANTA DE LUZ DE 2500 KW	1.00	7.00	\$283.86	\$1,987.02
VENTILADOR DE 36" O	3.00	5.00	\$21.69	\$325.35
PLANTA DE SOLDADURA ELEC. 300 AMP.	2.00	6.00	\$35.90	\$430.80
EQUIPO DE CORTE	2.00	6.00	\$29.46	\$353.52
ELEVADOR DE PERSONAL	1.00	0.00	\$39.02	\$0.00
TRUCK DE MATERIALES	2.00	2.00	\$57.40	\$229.60
				<u>\$4,076.90</u>
c.- LIMPIEZA DE CARCAMOS:				
GRUA PORTICO	1.00	1.00	\$263.25	\$263.25
DRAGA	1.00	1.00	\$326.62	\$326.62
CAMION VOLTEO	3.00	1.00	\$82.03	\$246.09
				<u>\$835.96</u>
d.- SUMINISTRO E INSTALACION DE VIAS:				
SIERRA CIRCULAR	1.00	6.00	\$14.68	\$88.08
				<u>\$88.08</u>
e.- MANTEO:				
GRUA HIAB	1.00	1.00	\$122.63	\$122.63
DRAGA	1.00	1.00	\$326.62	\$326.62
LOCOMOTORA ELECTRICA	2.00	1.00	\$197.18	\$394.36
TRUCK DE MATERIALES	2.00	1.00	\$57.40	\$114.80
				<u>\$958.41</u>
f.- INYECCION DE CONTACTO				
PLANTA DOSIFICADORA DE INYECCION	1.00	5.00	\$55.93	\$279.65
CARRO DE LECHADA	1.00	5.00	\$46.30	\$231.50
BOMBA MOYNO	1.00	2.00	\$37.59	\$75.18
				<u>\$586.33</u>
g.- TOPOGRAFIA:				
TEODOLITO WILD	1.00	4.00	\$11.90	\$47.60
NIVEL WILD	1.00	4.00	\$6.06	\$24.24
DISTANCIOMETRO	1.00	7.00	\$4.04	\$28.28
				<u>\$100.12</u>
h.- BOMBEO				
COMPRESOR	1.00	0.00	\$58.10	\$0.00
BOMBA SUMERGIBLE DE 4" O	1.00	3.00	\$24.19	\$72.57
				<u>\$72.57</u>
SUMA				\$7,434.85 /TURNO
RENDIMIENTO = 14.00 M.L./TURNO				
CARGO DE MAQUINARIA (INACTIVA) = $\frac{\$7,434.85 /TURNO}{14.00 M.L./TURNO}$				\$531.06 M.L.

RESUMEN

I).-	MANO DE OBRA	\$503.23
II).-	MATERIALES	\$7,817.13
III).-	MAQUINARIA ACTIVA	\$2,015.20
IV).-	MAQUINARIA INACTIVA	\$531.06
	COSTO DIRECTO	\$10,866.62
	INDIRECTOS 20 %	\$2,173.32
	SUMA	\$13,039.94
	UTILIDAD 12 %	\$1,564.79
	COSTO UNITARIO	\$14,604.74 / M.L.

BIBLIOGRAFÍA

- **Mecánica de suelos, tomo I** Juárez Badillo-Rico Rodríguez
Tercera edición, Editorial LIMUSA. 704pp.
- **Túneles en Suelos Blandos y Firmes.**
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. México 1985, 306 pp.
- **El Subsuelo de la Ciudad de México.**
Marsal Raúl J. Y Mazari Marcos, Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. México 1959.
- **Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres.**
Rico Rodríguez y del Castillo. Editorial LIMUSA.
- **Descripción y Análisis del Sistema General de Alcantarillado de la Ciudad de México.**
González Sandoval Juan José y Pérez Reyes Agustín Tobías.
Tesis Profesional, E.N.E.P. Aragón U.N.A.M. 1992.
- **Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal.**
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, 1975.
- **Apuntes de la Materia de Movimiento de Tierras.**
Ing. Lara Ruiz José, Titular de la asignatura, E.N.E.P. Aragón U.N.A.M.