

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



CONCRETO LANZADO EN TÚNELES COMO ADEME TEMPORAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
SERGIO ARMANDO CALLES PEÑALOZA



MÉXICO, D. F. JUNIO DE 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MI ESPOSA
MARTHA
A MI HIJO
DANIEL ARMANDO.

A MIS HERMANOS
Ing. JOSÉ ÁNGEL
Lic. JORGE LUIS

A LOS CONSTITUYENTES DE 1917
AL PUEBLO DE MÉXICO

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
A LA FACULTAD DE INGENIERÍA
A MIS MAESTROS

AL Dr. RAFAEL MORALES MONROY
AL Ing. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ
POR SU DIRECCIÓN Y CONSEJOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/105/07

Señor
SERGIO ARMANDO CALLES PEÑALOZA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONCRETO LANZADO EN TÚNELES COMO ADEME TEMPORAL"

- INTRODUCCIÓN
- I. GENERALIDADES SOBRE TÚNELES
- II. CONCRETO LANZADO
- III. PROPIEDADES DEL CONCRETO LANZADO
- IV. MATERIALES
- V. EQUIPO
- VI. PROCEDIMIENTO
- VII. MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN
- VIII. ESTUDIO COMPARATIVO CON OTROS PROCEDIMIENTOS
- IX. CONCLUSIONES
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 23 de enero de 2008
EL DIRECTOR

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA

GGZ/RSU*crc

Objetivo

Introducción.

- I Generalidades sobre Túneles.
 - I.1 Definición y clasificación de túneles.
 - I.2 Breve historia de los túneles

- II Concreto Lanzado.
 - II.1 Breve reseña del concreto lanzado.
 - II.2 Definición de concreto lanzado.

- III Propiedades del Concreto Lanzado
 - III.1 Propiedades Físicas.
 - III.2 Propiedades Mecánicas.
 - III.3 Diseño de las Mezclas.

- IV Materiales.
 - IV.1 Cemento
 - IV.2 Agregados.
 - IV.3 Agua.
 - IV.4 Aditivos y Acelerantes.
 - IV.5 Fibras.

- V Equipo.
 - V.1 Lanzadoras de mezcla seca y húmeda.
 - V.2 Compresores para el suministro de aire comprimido
 - V.3 Boquillas.
 - V.4 Suministro de agua a presión.
 - V.5 Mangueras de alta presión.
 - V.6 Equipo de Mezclado.
 - V.7 Brazo proyector telescópico.
 - V.8 Sistema proyector de concreto.

- VI Procedimiento.
 - VI.1 Instalaciones exteriores.
 - VI.2 Instalaciones Interiores.
 - VI.3 Ejemplo.

- VII Medición e Instrumentación.
 - VII.1 Piezómetros.
 - VII.2 Longímetros
 - VII.3 Inclinómetro.
 - VII.4 Extensómetro.
 - VII.5 Nivelación.
 - VII.6 Celdas de carga.
 - VII.7 Celdas de Presión.
 - VII.8 Gato plano.

- VIII Estudio comparativo con otros procedimientos
 - VIII.1 Marcos metálicos.
 - VIII.2 Dovelas de concreto.
 - VIII.3 Concreto Lanzado.
 - VIII.4 Costos para cada procedimiento

- IX Conclusiones.

Referencias Bibliográficas.

OBJETIVO

El presente trabajo tiene como finalidad, el mostrar una de las nuevas herramientas con que cuenta la ingeniería civil moderna y ésta es la del Concreto Lanzado; en éste caso en particular nos enfocaremos a su aplicación como ademe temporal en la construcción de túneles.

Dado a que las necesidades de la humanidad, debido al crecimiento de la población tanto en nuestro país como mundial, demandan mayores satisfactores, entre los que se hayan: Una mejor comunicación terrestre, mayores cantidades de agua potable, un mejor sistema de drenaje, por lo que en las grandes urbes del mundo se ha incrementado la solución subterránea esto es con la construcción de túneles y así mismo se han experimentado grandes avances en cuestión de técnicas, procedimientos y equipos para llevar a cabo el método de túneleo y dentro de éste él del ademado temporal y definitivo.

Para tener una visión más clara de este nuevo uso del concreto y su aplicación tendremos que conocer, las propiedades físicas y mecánicas del Concreto Lanzado, los materiales por utilizar, los aditivos tanto para acelerar como para retardar, los diferentes equipos para la colocación así como para le mezcla de los materiales, las instalaciones necesarias exteriores como interiores en el túnel, el control que se tiene que llevar a cabo durante la construcción del mismo, la colocación del ademe y las condiciones de trabajo, hasta hacer posible la colocación del ademe definitivo para lo cual conoceremos, los instrumentos necesarios para realizar la medición de los esfuerzos a que es sometido el ademe tanto temporal, como definitivo.

Otro objetivo del presente trabajo sobre el Concreto Lanzado, es el de compararlo con los otros dos procedimientos de ademado temporal en túneles que son el de Marcos Metálicos y el de las Dovelas de Concreto, lo cual haremos en base al costo por metro lineal de túnel ademado, para un determinado diámetro.

Consideramos que con esto quedará cumplido el objetivo del presente trabajo que es dar a conocer e informar de los avances del Concreto Lanzado como ademe temporal en túneles tanto en México como en otros países, principalmente en Europa (Austria y Suiza) así como en los Estados Unidos de América.

Introducción.

La humanidad a lo largo de la historia y de su desarrollo, ha tenido que procurarse medios para mejorar su hábitat y entorno. El hombre en sus inicios se vio en la necesidad de protegerse de las inclemencias del clima, por lo que se refugió en cuevas que con el tiempo modificó, para tener un mejor confort y mayor espacio, dado que la tribu crecía. Con esta acción propiamente dio inicio a una actividad que ahora conocemos con el nombre de tuneleo. Por lo que podemos decir que la construcción de túneles es una de las actividades más antigua de la ingeniería civil.

En la época actual, las necesidades de la humanidad debido al crecimiento de la población tanto en nuestro país como mundial, demandan mayores satisfactores, entre los que se hayan. Una mejor comunicación terrestre, mayores cantidades de agua potable, un mejor sistema de drenaje, por lo que en las grandes urbes del mundo se ha incrementado la construcción de túneles y por lo cual ha experimentado grandes avances en cuestión de técnicas, procedimientos y equipos para satisfacer dichas necesidades.

Uno de los avances técnicos que ha experimentado la construcción de túneles, es el referente al concreto lanzado. El concreto lanzado dentro de la construcción de túneles se le puede utilizar como ademe temporal o definitivo, dependiendo del uso al cual se le destine.

El concreto lanzado además de los antes mencionados, dentro de la industria tiene una gran variedad de usos y aplicaciones, tanto para estructuras nuevas como para la reparación de estructuras dañadas; así como en la estabilidad de taludes, dado que una de las características del concreto lanzado es la de amoldarse a la superficie de contacto.

En los últimos años el Concreto Lanzado ha tenido grandes avances tecnológicos. El presente trabajo esta enfocado a ver dichos avances, para lo cual se dividió en los siguientes capítulos o temas. En el capítulo uno se habla sobre generalidades de los Túneles, su definición, clasificación en relación al uso que se destinen, breve historia de ellos, los más largos existentes, el ademado durante la construcción. En el capítulo dos se

ve una reseña del concreto lanzado en sus inicios, la definición del concreto y del concreto lanzado. El capítulo tres trata sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto lanzado, así como las pruebas a que se somete para determinar dichas propiedades y características de acuerdo a las normas internacionales que debe cumplir cada una, se ven diferentes diseños de mezclas para obtener las capacidades de resistencia mínima a los 28 días.

Las características que deben cumplir los materiales que se utilizan en el concreto lanzado se ven en el capítulo cuatro; dichos materiales son los mismos que los del concreto convencional esto es cemento, agregados, agua, aditivos, acelerantes y fibras. El equipo que se utiliza para la colocación del concreto se trata en el capítulo cinco aquí se mencionan los diferentes equipos para la colocación del concreto lanzado, el equipo para la mezcla automatizada de los materiales, las boquillas de lanzado, el equipo para el suministro de aire comprimido, etc. En el capítulo seis vemos el procedimiento para la colocación del concreto lanzado así como las instalaciones mínimas necesarias tanto en el interior del túnel como en el exterior (patios de maniobras). En el capítulo siete se trata la instrumentación necesaria para observar el comportamiento de la masa del suelo o roca, así como los efectos de este sobre el ademe; los instrumentos que se ven son: El piezómetro, longímetro, inclinómetro, celdas de carga, celdas de presión, el gato plano, así como la nivelación. En el capítulo ocho comparamos el procedimiento del ademe temporal a base de concreto lanzado con el de ademado con marcos metálicos y con el de dovelas de concreto esta comparación se hace en base a los costos directos por metro lineal de cada uno de los procedimientos.

I

Generalidades sobre Túneles

I.1 Definición y Clasificación de Túneles.

Definición.- Túnel: pasaje subterráneo sin mover el suelo o roca suprayacente ni lateral y son excavaciones de sección determinada (circular, cuadrada, de herradura, etc.)

Clasificación.- Los túneles se clasifican dependiendo de su utilización o función y puede ser la siguiente:

a) Para tráfico vehicular.

Ciudades

Carreteras

Ferrocarriles

Navegación

Sistema de transporte colectivo o
metropolitano

b) Para transporte y conducción de Agua.

Estaciones Hidroeléctricas

Abastecimiento de agua

Drenaje de aguas negras

I.2 Breve Historia de los Túneles.

La historia de los túneles, se remonta a tiempos prehistóricos cuando el hombre primitivo para protegerse de la intemperie (clima), de las fieras y de sus enemigos, utilizaba cuevas las que al paso del tiempo y con el aumento de la tribu le eran reducidas por lo que hacía excavaciones para agrandarlas. El túnel más antiguo de que se tiene

noticia fue construido 2,000 años A. C. en Babilonia. Existe la creencia de que en Egipto hay un túnel o pasaje que une a la Esfinge con la gran pirámide, por lo que de ser cierto este sería el túnel más antiguo, otros túneles de la antigüedad son el túnel Siloam en Jerusalén construido 700 años A. C. por el rey Ezequías para conducir agua, el de la Isla de Samos en Grecia construido en el año 687 A. C. por Epalinos de Megóra túnel revestido y con una longitud de 1,000 m conductor de agua, el túnel Pausilippo entre Nápoles y Pozzuoli de sección rectangular 8 m de ancho x 10 m de alto y 1,740 m de longitud construido en el año 36 A. C. En México el túnel más antiguo que se conoce es el que une la pirámide del Castillo en Chichen Itza (siglo XI D.C.) con un templo Maya más antiguo. Posteriormente fue el de Nochistongo (1608) que se hizo en la época de la colonia para dar salida a las aguas de la cuenca del valle de México; este túnel se derrumbó durante un sismo ya que, por falta de presupuesto no se revistió, por lo que posteriormente se hizo un tajo en el año de 1789.

Los túneles más largos del mundo son:

El túnel de Seikan en Japón con 53,850 m entre portales y 23,300 m bajo el mar; el que cruza El canal de la Mancha con 49,400 m entre portales y 35,000 m bajo el mar; Simplón 19,821 m y 19,801 m en los Alpes Suizos; de los Apeninos 18,516 m; San Gotardo en Austria 14,997 m; Lötschberg 14,611 m; Monte Cenis 13,655 m; Cascade 12,541 m; Mont Blanc 11,600 m, Arlberg 10,239 m; Ronco (Italia) 8,260 m; Somport Pirineos 7,857 m.

En los inicios de la construcción de túneles se utilizó para el ademe, la madera que posteriormente fue sustituida por el ademe de acero con las vigas "I" o "H" que pueden adoptar casi cualquier sección que se desee y producir nervaduras que se ajustan a dicha sección; estas nervaduras se pueden introducir al túnel en dos o más secciones y posteriormente ensamblarse y fijarse según el avance en el frente. En la actualidad se continúa utilizando este método, así como el de dovelas, que se utiliza en túneles de sección circular excavados con el método del escudo. Las dovelas son secciones de arco elaboradas de concreto armado y que al ensamblarse forman el círculo que recubre la

sección del túnel. El otro método utilizado para ademe es el que se trata en este trabajo y corresponde al concreto lanzado.

Podemos decir que el ademado de un túnel es la acción que se lleva a cabo para colocar los soportes que resisten los empujes ocasionados por los materiales al interior del túnel, posterior a la excavación. Existen dos tipos de ademe; el temporal y el definitivo.

El ademe temporal es el que como su nombre lo indica por un tiempo determinado, esto es que su función dura mientras es posible poner o hacer el revestimiento definitivo del túnel.

El ademe definitivo es el revestimiento último del túnel, al cual se le da el terminado de acuerdo al uso a que se le destine.

II

Concreto Lanzado

II.1 Breve reseña del concreto lanzado.

Antes de iniciar con el concreto lanzado se tendrá la definición de concreto, así como una reseña del inicio del mismo.

Concreto.- Viene del latín concretus y significa unir un conjunto de cosas diferentes.

El concreto simple es un material artificial que está compuesto de agregados (grava, arena), cemento, agua, aire y algunas veces un aditivo. El concreto fabricado con ligantes o aglutinantes hidráulicos tuvo su origen entre los egipcios, los que usaban como cementante el yeso impuro calcinado. Los griegos y romanos usaban piedra caliza calcinada y posteriormente con el descubrimiento que hicieron de la cal y cenizas volcánicas, llamadas también puzolanas, incrementaron el uso de estas últimas para la fabricación de sus concretos.

La práctica del concreto lanzado se inicia a partir de 1900 cuando se funda la compañía Cement-Gun (Allentown Pennsylvania, USA) la que lo da a conocer con el nombre de "Gunita" el cual era un mortero, ya que no contenía agregado grueso. Durante muchos años esta casa fue la única en fabricar el equipo, hasta que terminada la segunda guerra mundial y vencida la patente, se propició el ingreso de otras firmas en la fabricación de equipo, dando lugar al termino "Shotcrete", con el que se le conoce actualmente en Estados Unidos y otros países de habla inglesa.

El conocimiento del Concreto Lanzado se extendió rápidamente a otras regiones y países, sobre todo en Europa, destacándose Austria y Suecia. En América destaca Canadá quedándose rezagado Estados Unidos; este rezago principalmente se debió a que E.U. cuenta con el suficiente acero con bajo costo por lo que no tiene problemas para el adomado de Túneles con marcos metálicos, además de la amarga experiencia tenida durante la construcción de metro de Washington en la década de los 60 al utilizar el

concreto lanzado; no es sino hasta la década de los años 80 que se incrementa en E.U. el uso del concreto lanzado en túneles.

En cuanto a América Latina se utiliza por primera vez en América del Sur en la década de los años 60 cuando la empresa Suiza Aliva fabricante de lanzadoras de concreto llevó sus maquinas y técnica para ademar obras subterráneas en los Andes. En México se inicia el uso del concreto lanzado en 1962, cuando se utiliza "Gunita" para la reparación de los túneles del drenaje de la ciudad de México en Tequisquiac, los cuales estaban recubiertos de mampostería; el tamaño máximo del agregado fue de 3/8" (9.5 mm). En 1968 se lanza concreto en algunos tramos del drenaje profundo y es en 1971 cuando propiamente se inicia el lanzamiento del concreto, junto con la creación de la empresa Túnel, S.A. de C.V., la cual lo utiliza como ademe temporal.

Posteriormente se utilizó en el sistema de drenaje profundo (Interceptor Centro - Poniente) y en el sistema de Transporte Colectivo (Metro, Línea 7 y ampliación Línea 3).

II.2 Definición de Concreto Lanzado.

El Concreto Lanzado es un mortero o concreto proyectado a gran velocidad mediante aire comprimido sobre una superficie; el impacto del concreto sobre ésta permite que se compacte y se adhiera, ya que generalmente tiene un revenimiento que se puede considerar de casi cero, o la superficie es lo suficientemente rugosa para que se sostenga por si mismo sin escurrirse, adquiriendo la consistencia del concreto convencional.

III

PROPIEDADES

Las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto lanzado dependen de la atención continua del equipo para la colocación del mismo, así como de una correcta planeación, supervisión y de la habilidad de colocación; cuando se aplica correctamente es un material versátil con gran durabilidad y excelente adherencia con otros materiales, como son concreto colado, mampostería, madera, etc. Como se verá mas adelante, las propiedades Físicas y Mecánicas del concreto lanzado son superiores a las del concreto convencional o colado.

III.1 Propiedades Físicas.

Enseguida se mencionan las propiedades Físicas consideradas por C. Alberts (1963-1965) representante de la técnica Sueca. ³

a) El concreto lanzado se introduce con fuerza, en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie del suelo o roca, cumpliendo en esta forma la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

b) El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno en las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y agua (intemperismo).

c) La adhesión del concreto lanzado sobre la superficie del suelo o roca y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden en gran medida, la caída de bloques sueltos de roca o suelo desde el techo del túnel.

d) Una capa continua de concreto lanzado (15 cm a 20 cm) de espesor constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

e) La relación agua cemento en el concreto lanzado, está comprendida dentro de los límites de 0.35 y 0.50 por peso, que es mas baja que la del concreto tradicional. La contracción por secado depende de las proporciones de mezcla empleadas, pero generalmente estas se encuentran dentro del rango de 0.06 % hasta 0.10 %.

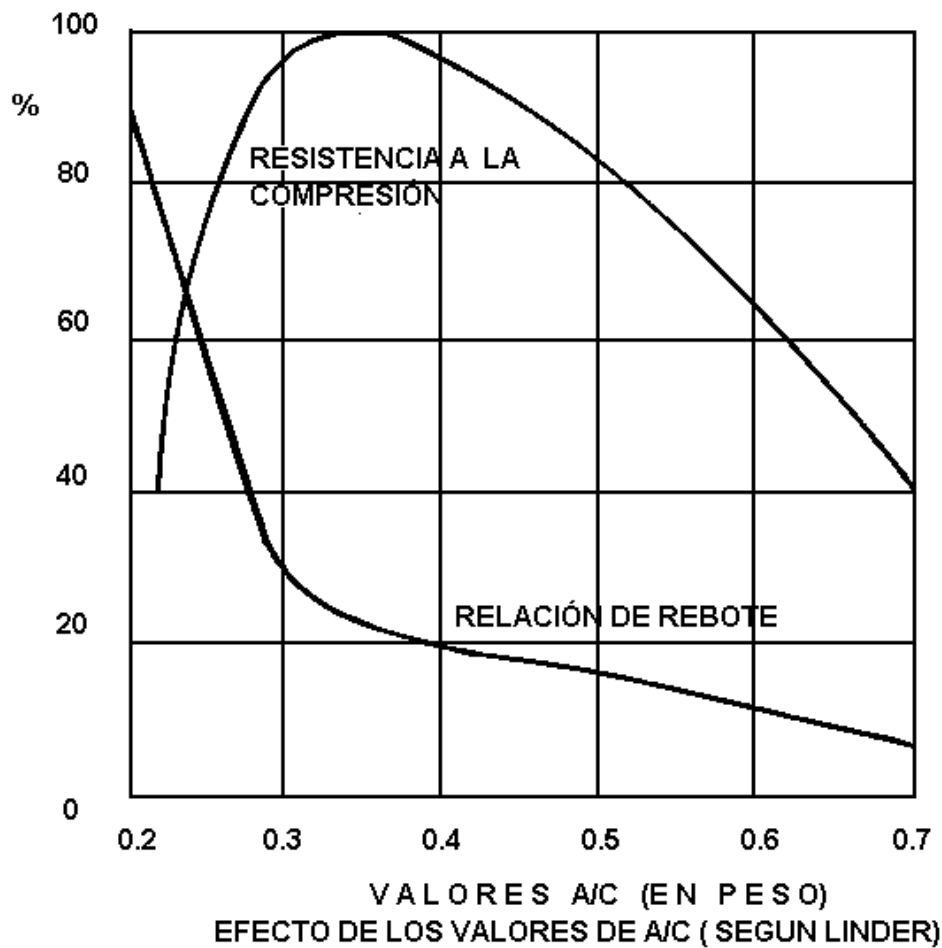


Fig. 3.1 Gráfica de relación agua cemento y su efecto en el rebote y resistencia.

P R U E B A S.

Dado que el uso del concreto lanzado lo podemos considerar reciente, la mayoría de las pruebas que se realizan son las mismas que para el concreto convencional, algunas de las que a continuación vemos son en base a las normas Británicas para el concreto,⁴ y otras a las normas Americanas (ASTM y ACI).

Absorción.- Consiste en determinar el porcentaje de agua que puede absorber un espécimen de concreto lanzado en inmersión simple. Los valores aceptables son del rango entre 6 % a 10 % y el tamaño de la probeta es un cubo de 7.6 cm. (3") por lado.

Permeabilidad.- La prueba se realiza al colocar una muestra de concreto lanzado de 7.6 cm de espesor, en un recipiente el cual esta lleno de agua y en la parte inferior cuenta con dos orificios; la parte superior cuenta con una tapa que cierra herméticamente el recipiente, se procede a aumentar la presión hidrostática, con la ayuda de una bomba que esta conectada a la tapa lo mismo que el manómetro como se ve en la figura. Se deben obtener valores de presión hidrostática superiores a 7 kg./cm² sin que se presente filtración.

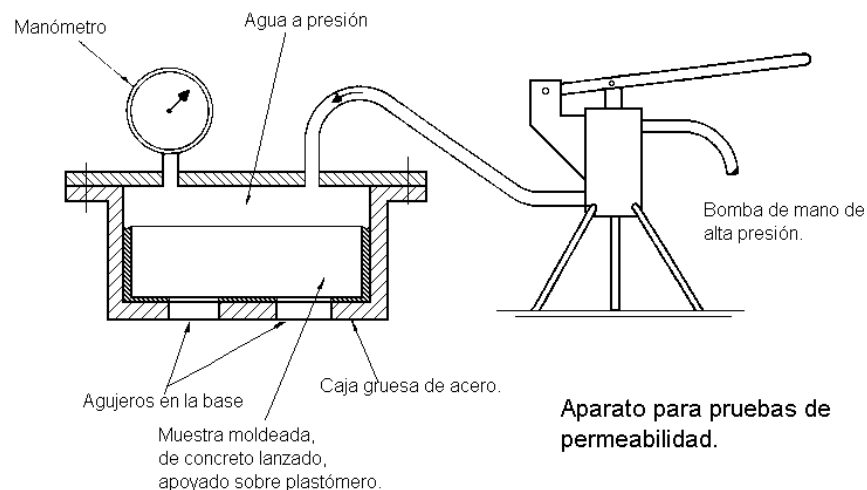


Fig. 3.2 Dispositivo para la prueba de permeabilidad.

Adherencia.- Siendo la adherencia una de las principales cualidades del concreto lanzado, es importante evaluarla, cuando se utiliza en reparación de muros marítimos, o en recubrimientos sometidos a la abrasión o en el revestimiento de túneles. Pero debemos aclarar que no existe ninguna norma ni Británica, ni Americana para ello.

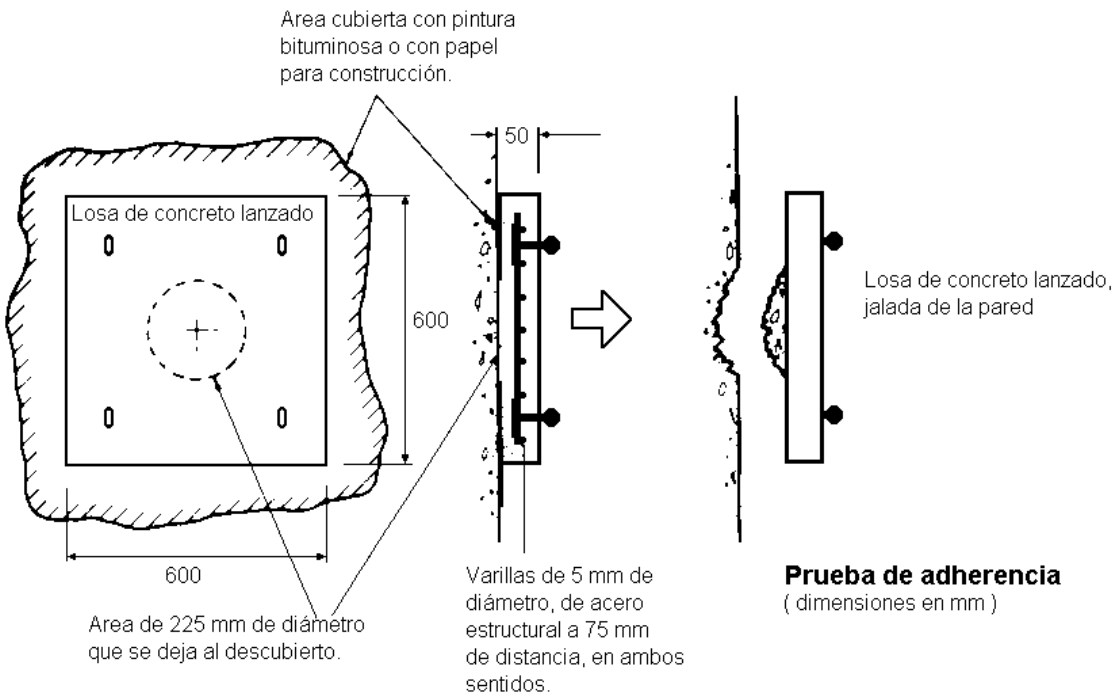


Fig. 3.3 Dispositivo para la prueba de adherencia.

La prueba consiste en tirar de una placa cuadrada de acero cuyas dimensiones son de 600 mm por lado con una perforación circular en el centro de 225 mm de diámetro, dicha placa se encuentra entre la superficie recubierta por el concreto lanzado y este, a los diez días de colocado se realiza la prueba, hasta la falla. Cabe hacer notar que más que una prueba es una demostración.

La tensión de falla, se registra por un tensómetro que se encuentra colocado en el cable del malacate con el que se aplica la fuerza de tensión, para poder medir la misma. Para que la adherencia sea aceptable la lectura en el tensómetro debe ser mayor a 10 kg./cm².

Densidad.- Se utiliza el procedimiento del ASTM - C - 642, donde se ven las propiedades de absorción por fraguado a los 7 (siete) días. La absorción máxima aceptable es del 6.5 %, el contenido de vacíos permeable máximo es del 12 %.

Las muestras se prueban normalmente a los 7 días, si bien las experiencias indican que no hay un mejoramiento de las características de vacíos y absorción después de tres días.

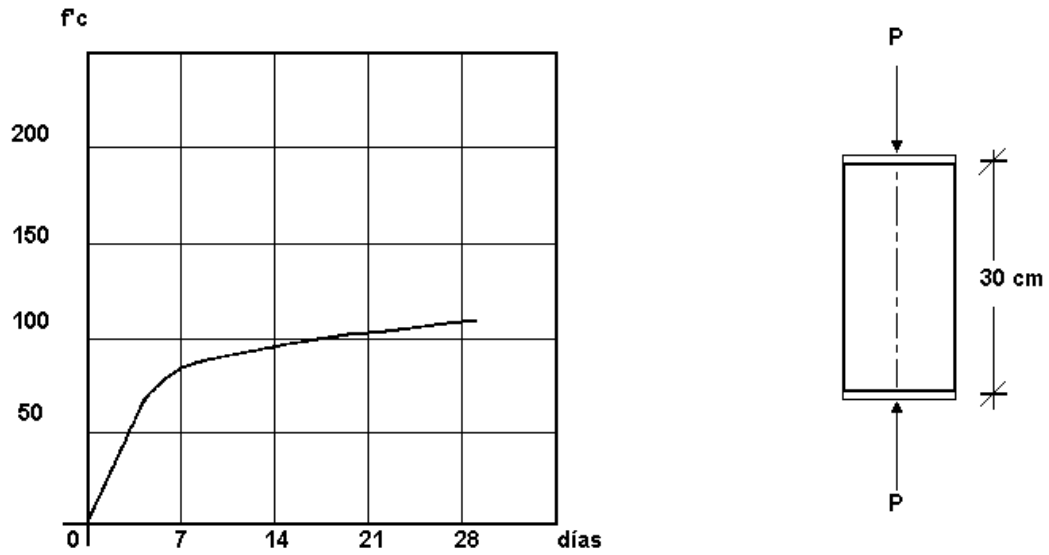
III.2.- PROPIEDADES MECÁNICAS.

Se ha observado que las propiedades mecánicas en el concreto lanzado son superiores a las de un concreto convencional ya que en pruebas que se han realizado, se obtuvieron valores a la compresión hasta de 700 kg./cm², pero es suficiente obtener valores de hasta 350 kg./cm² que es lo necesario para proyectos. Las propiedades mínimas requeridas que deben obtenerse, a un día, siete días y veintiocho días son las presentadas en la tabla No 3.1.

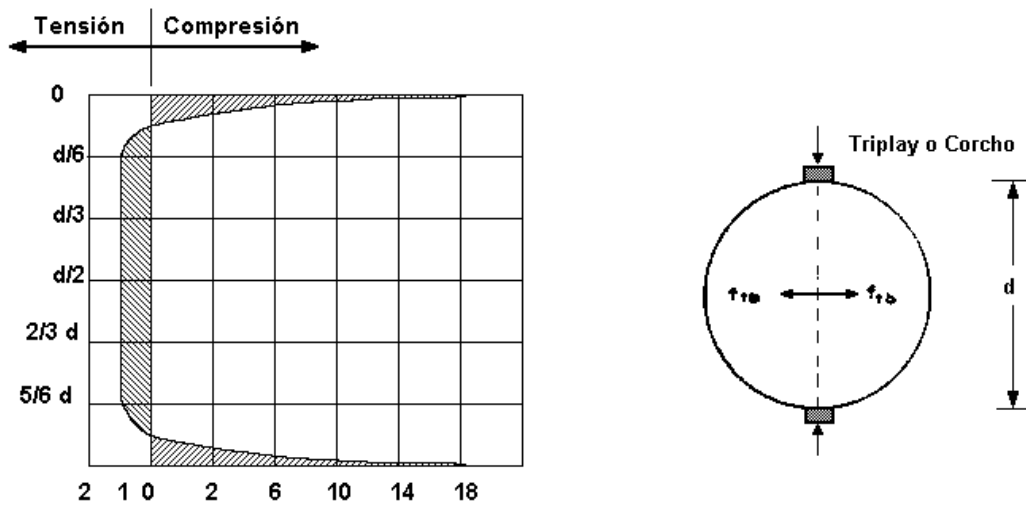
| DÍAS | COMPRESIÓN | FLEXIÓN |
|------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | | 21.10 kg/cm ² |
| 7 | 211.03 kg/cm ² | 31.66 kg/cm ² |
| 28 | 281.40 kg/cm ² | 45.72 kg/cm ² |

Tabla No 3.1 Propiedades mecánicas mínimas requeridas.

Para obtener el esfuerzo a la compresión simple las cargas se aplican como se observa en el diagrama de la figura 3.4. Para evaluar el esfuerzo a la tensión se usa un método indirecto que es la prueba "Brasileña" y varía del 8 % al 12 % de la resistencia a la compresión simple, las cargas se aplican según se ve en la figura 3.4, la descripción de la prueba y el método de cálculo se describen en la pagina 16.



Prueba de la resistencia a la compresión



Prueba de tensión indirecta (Brasileña)

Fig. 3.4 Prueba de resistencia a la compresión y de tensión indirecta o Brasileña

Para obtener las muestras o probetas que se utilizan en las pruebas se prepara un tablero cercano al sitio del lanzado, dicho tablero será de madera contrachapada de 2.54

cm (1") de espesor, de 60 cm (24") por lado y de 10 cm (4") de profundidad, en el momento de dar inicio con el lanzado, previamente se lanza el concreto en dicho tablero; terminado el lanzado en el tablero se protege este, con una cubierta plástica hasta la llegada del personal de laboratorio, si el lanzado de concreto en el tablero es hecho temprano, puede ser transportado sin daño alguno por la tarde el mismo día; de otra manera será transportado al siguiente día en la mañana.

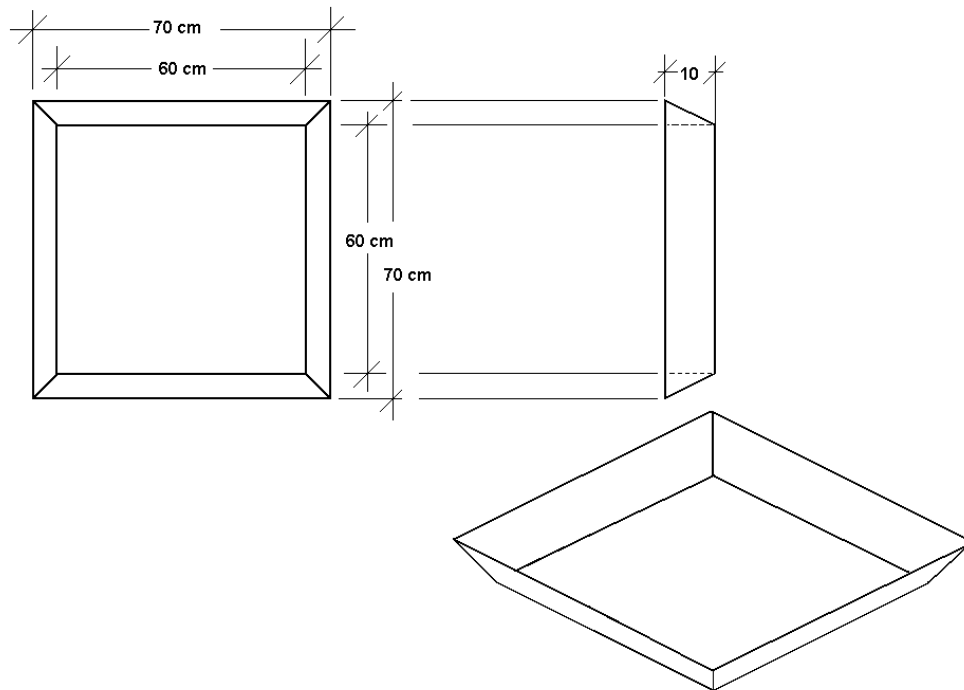


Fig. 3.5 Tablero de madera contrachapada (Triplay), para la obtención de muestras

Las muestras se obtienen en el laboratorio por cortes con una sierra de diamante. Normalmente se obtienen de la parte central del tablero y se sacan ocho muestras cúbicas de 7.6 cm. (3"), tres vigas de 7.6 cm. X 7.6 cm de sección con una longitud de 45.8 cm. (18") y tres muestras cilíndricas de 5 cm. (2") de diámetro, por 10 cm. (4") de altura. Los cubos se prueban por pares, estableciendo una comprobación con el promedio: dos cubos se utilizan para las pruebas físicas y los que sobran para la determinación del esfuerzo a compresión en el siguiente orden:

Dos para pruebas a temprana edad: nominalmente un día.

Dos a los siete días.

Dos a los veintiocho días.

Las pruebas de resistencia al esfuerzo flexionante se hacen en las vigas obtenidas del tablero, con un largo de 48.5 cm para permitir en una muestra la aplicación de dos cargas.

Se observa el comportamiento inicial en las muestras mientras reciben esfuerzos por fraguado (sin alguna humedad o temperatura de mejoramiento) por eso se estipula una valoración a temprana edad de las condiciones en el lugar. Posteriormente las muestras se curan a $23^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ en un cuarto húmedo. La contracción por fraguado depende de la proporción de mezcla empleada, pero generalmente se encuentra dentro del rango de un 0.06 % hasta un 0.10 %.

Pruebas

Prueba de resistencia a la compresión.- La prueba se hace siguiendo las especificaciones que marca el ASTM - C - 42, con la dirección de la carga perpendicular a la dirección del lanzado. Los valores tan elevados obtenidos en este concreto en comparación con el concreto tradicional se deben al alto grado de compactación, al gran contenido de cemento y a la baja relación agua-cemento.

Prueba de resistencia a la flexión.- Se utiliza el procedimiento que marca la ASTM - C - 78 con las cargas a un tercio de la longitud, con la dirección de la carga paralela a la dirección del lanzado. La falla en el espécimen será brusca y con una grieta única. Las direcciones de aplicación de las cargas fueron seleccionadas para simular las condiciones de campo.

Se encontró que la aplicación de la carga de flexión a un tercio del claro da una mejor evaluación de la calidad del concreto lanzado, partiendo del momento constante a la mitad del claro, para que evada o trate de no tomar en cuenta las inevitables variaciones locales que se producen en la estructura del concreto lanzado.

Prueba de resistencia a la tensión.- Como se mencionó anteriormente no existe una manera fácil y reproducible para determinar la resistencia a la tensión, por lo que se utiliza el método indirecto que es el de la prueba "brasileña". Dicha prueba consiste en someter la probeta cilíndrica a compresión lineal diametral. La carga se aplica a través de un material suave, triplay o corcho que realiza las funciones de una zapata, repartiendo la carga de manera uniforme como se observa en la figura No. 3.4

Para calcular la resistencia a la tensión se aplica la siguiente ecuación:

$$\tau_{\max.} = \frac{2 P}{\pi d l}$$

$\tau_{\max.}$ = Tensión máxima.

P = Carga máxima.

d = Diámetro de la probeta.

l = Longitud de la probeta.

π = 3.14159265

III.3 Diseño de las mezclas.

En la actualidad el diseño de las mezclas pareciera que se hace de manera empírica dado que las bases para el diseño de las mismas no es muy clara, por lo que hasta no disponer de mayores datos, no se podrá dar mayor información al respecto. A continuación se muestra en la tabla No 3.2 la relación cemento agregados a la resistencia mínima especificada para la compresión a 28 días.

| Mezcla Por Volumen | Mezcla Por Peso | Mezcla resultante in situ (por peso) | Resistencia mínima especificada a la compresión a los 28 días | | | Usos |
|--------------------|-----------------|---------------------------------------|---|---------------------------|------------------------|--|
| | | | (N/mm ²) | (lbf/pulg ²) | (kg/cm ²) | |
| 1:6.5 | 1:6 | 1:4.1 | 21 | 3000 | 214.14 | Recubrimientos, Secciones gruesas. |
| 1:5.5 | 1:5 | 1:3.6 | 24 | 3500 | 244.73 | |
| 1:5 | 1:4.5 | 1:3.5 | 26 | 3750 | 265.13 | |
| 1:4.5 | 1:4 | 1:3.2 | 28 | 4000 | 285.52 | Universal. |
| 1:4 | 1:3.5 | 1:2.8 | 31 | 4500 | 316.14 | Alta resistencia |
| 1:3.4 | 1:3 | 1:2.0 | 42 | 6000 | 428.28 | |
| 1:2.2 | 1:2 | 1:1.2 | 42 | 6000 | 428.28 | Solamente para aplicaciones refractarias normales. |
| | | | | | | |

Tabla No 3.2 Diseño de mezclas para diferentes resistencias y aplicaciones

En la tabla siguiente No 3.3 se muestran, mezclas características de concreto lanzado, las que se realizaron en algunos casos para investigación y en otros para un proyecto específico tal como se indica en la misma; también se pueden ver las propiedades mecánicas obtenidas.

Tabla con mezclas características de Concreto Lanzado y sus propiedades mecánicas

| Nombre del Proyecto | Materiales | | | Mezclas en porcentaje del peso total de la revoltura | | | | | Resistencia a la compresión kg/cm ² | | | | Modulo de elasticidad kg/cm ² x 10 ³ | | | |
|---|------------------------------|-----------------|--------------------------------------|--|-----------------|---------------|-------|------|--|----------------|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Tipo de mezcla Seca o Húmeda | Tipo de Cemento | Tamaño máximo agregado grueso en mm. | Cemento | Agregado grueso | Agregado fino | Arena | Agua | 1 - 3 Días | 3 - 8 Días | 1 Día | 28 Días | 6 - 7 Días | 1 Día | 3 - 8 Días | 28 Días |
| Metro Washintong D.C. | Seca | I | 13 | 18.7 | 40 - 65 | 40 - 65 | | | | | | | | | | |
| Presas New Melones | Seca | II | 19 | 18.7 | 38.3 | - | 43.0 | | 37.74 - 41.82 | 70.38 - 189.72 | 166.26 - 329.46 | | | 175.44 - 243.78 | 200.94 - 280.50 | |
| Túnel Vancouver | Seca | I | 19 | 16.6 | 23.0 | 21.7 | 28.7 | 45.9 | | | | 366.18 | | | | |
| Illinois Institute of Technology Research. Investigación del Instituto sobre Concreto Lanzado | Seca | III | 13 | 13.5 | 31.5 | | 55.0 | | 4.08 - 13.26 | 4.08 - 53.4 | 151.98 | 283.56 | | | | |
| | Seca | III | 13 | 17.9 | 29.9 | | 52.2 | | 7.75 - 35.19 | 35.19 - 109.14 | 207.06 | 301.92 | 40.80 - 72.42 | 138.72 - 238.68 | 191.76 - 217.68 | 181.56 - 235.62 |
| | Seca | III | 13 | 21.8 | 28.5 | | 49.7 | | 3.47 - 36.52 | 36.52 - 92.11 | 206.04 | 311.10 | | | | |
| Waterways Experiment Station Research | Seca | II | 19 | 17.7 | 32.7 | | 49.6 | | | | | 367.20 | | | | |
| University of Illinois Investigación | Seca | I | 9 | 18.4 | 41.4 | | 40.2 | | 50.59 - 64.97 | | | 281.52 - 422.28 | 63.24 - 162.18 | | 218.28 - 513.06 | |
| Proyecto Lakeshore Hecla Mining. Co. | Húmeda | II | 13 | 15.8 | 34.5 | 41.3 | | 8.4 | | | 70.38 | 281.52 | | | | |
| Waterways Experiment Station Research | Húmeda | II | 19 | 16.3 | 30.8 | | 44.8 | 8.1 | | | | 588.54 | | | | |
| Illinois Institute of Technology Research. Investigación del Instituto sobre Concreto Lanzado | Húmeda | III | 13 | 12.8 | 29.9 | | 52.2 | 5.1 | | 0 - 5.61 | 62.63 - 106.08 | 264.18 - 349.86 | | | | |
| | Húmeda | III | 13 | 16.7 | 27.9 | | 48.7 | 6.7 | 0 - 11.93 | 11.93 - 57.02 | 192.78 - 207.06 | 339.66 - 401.88 | | 125.46 - 285.60 | 227.46 - 275.40 | 242.76 - 366.18 |
| | Húmeda | III | 13 | 20.1 | 26.2 | | 45.7 | 8 | 0 - 15.40 | 15.40 - 50.69 | 245.82 | 427.38 | | | | |
| St. John's Abbey St Paul Minnesota | Húmeda | I | 16 | 16.4 | 33.2 | | 50.4 | | | | | | | | | |
| Mina Henderson | Húmeda | I | 9 | 17.8 | 27.4 | | 54.8 | | | | | | | | | |

IV

MATERIALES

Los materiales que se utilizan en la elaboración del concreto lanzado, son los mismos que se usan para el concreto convencional, únicamente se restringe el tamaño del agregado grueso, tomando en cuenta el tipo de máquina utilizada. El cemento se selecciona de acuerdo con el tipo requerido por la obra.

Materiales:

IV.1.- Cemento.

IV.2.- Agregados.

IV.3.- Agua.

IV.4.- Aditivos y Acelerantes.

IV.5 .- Fibras.

IV.1.- Cemento.- El cemento portland debe cumplir los requisitos de calidad respectivos de acuerdo a las normas del lugar. Se seleccionará el tipo tomando en cuenta las necesidades y exigencias del recubrimiento: si hay mucho sulfato, un cemento resistente a estos; si es necesario una rápida resistencia, un cemento de endurecimiento rápido, etc.

A continuación se presentan los tipos de cemento más comunes en el revestimiento de túneles y sus razones para ser utilizados en los mismos:

| Cemento Tipo | Características |
|---------------------------------------|---|
| Cemento Portland Tipo II | Obtener un moderado calor de hidratación y una moderada resistencia a los sulfatos. |
| Cemento Portland Tipo V | Obtener una elevada resistencia contra el ataque de sulfatos. |
| Cemento Portland – Puzolana | Obtener una temperatura moderada de Hidratación, aumentar la resistencia al deslave o inhibir la reacción álcali-agregados, siempre que la puzolana sea de calidad adecuada |
| Cemento Portland - Escoria Alto Horno | Obtener una temperatura moderada de hidratación, una moderada resistencia a los sulfatos y aumentar la resistencia a los sulfatos |

IV.2.- Agregados.- Es necesario que los agregados usados tengan un tamaño variable de grava, las especificaciones del ACI, marcan un tamaño máximo de 1.8 cm (3/4"), aunque en el mercado existe una máquina capaz de utilizar agregado de hasta 3.07 cm (1 ¼"). Los límites de las arenas van de la malla N° 4 (48 mm) a finos. Estos materiales se combinan para lograr mezclas cuya graduación quede dentro de los límites mostrados en la gráfica donde se recomienda 40 % de gruesos y 60 % de finos como se ve en la figura No 4.1. Es condición que los agregados cumplan la norma ATSM - C - 33, para los límites de plasticidad de los mismos

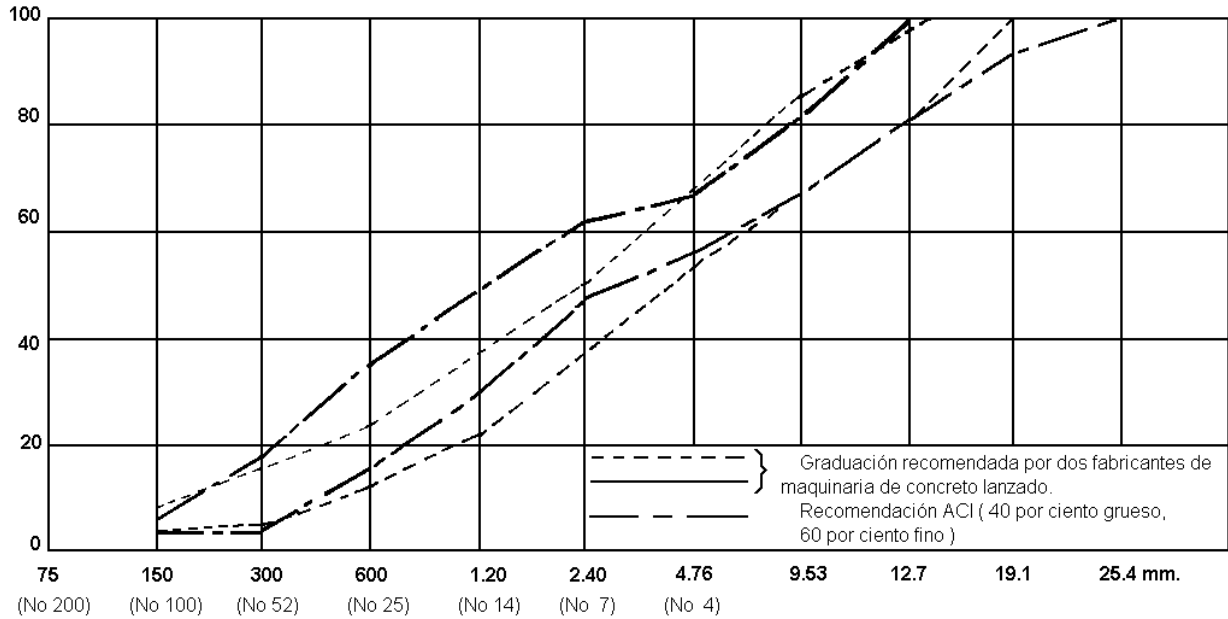


Fig. 4.1 Curva granulométrica limites para agregados que contengan partículas de 20 mm (¾ ”)

A continuación se enlistan algunos limites granulométricos que deben cumplir los agregados utilizados para el concreto lanzado:

Agregados finos.

| Malla | % que pasa por peso |
|--------------------|---------------------|
| 3/8" (9.53 mm) | 100 |
| No 4 (4.76 mm) | 95 a 100 |
| No 8 (2.36 mm) | 80 a 100 |
| No 16 (1.18 mm) | 50 a 85 |
| No 30 (0.60 mm) | 25 a 60 |
| No 50 (0.30 mm) | 10 a 30 |
| No 100 (0.15 mm) | 2 a 10 |

Agregados Gruesos.

| | Malla | No 8 a 3/8" | No 4 a 1/2" | No 4 a 3/4" |
|-------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 1" | (25.0 mm) | _____ | _____ | _____ |
| 3/4" | (19.0 mm) | _____ | 100 | 90 -100 |
| 1/2" | (12.5 mm) | 100 | 90 - 100 | _____ |
| 3/8" | (9.5 mm) | 85 - 100 | 40 - 70 | 20 – 55 |
| No 4 | (4.75 mm) | 10 - 30 | 0 - 15 | 0 – 10 |
| No 8 | (2.36 mm) | 0 - 10 | 0 - 5 | 0 – 5 |
| No 16 | (1.18 mm) | 0 - 5 | _____ | _____ |

IV.3.- Agua.- La especificación para el agua es la misma que para el concreto convencional, esto es que el agua por utilizar para la mezcla, así como la usada para el curado, sea limpia y libre de sustancias que puedan dañar el comportamiento del concreto.

En la siguiente tabla se puede ver el limite máximo permisible de impurezas contenidas en el agua utilizada para concreto⁴.

| | | |
|-----------------------------------|---------------|-------|
| Sulfatos (S O ₄) | máximo en ppm | 300 |
| Cloruros (Cl) | máximo en ppm | 300 |
| Magnesio (Mg) | máximo en ppm | 150 |
| Materia orgánica | | |
| Oxígeno consumido en medio ácido) | máximo en ppm | 10 |
| Sólidos totales en suspensión | máximo en ppm | 1,500 |
| P H | No menor de | 7 |

IV.4.- Aditivos o Acelerantes.- Cuando es necesario un fraguado rápido, así como una pronta resistencia, podrán usarse aditivos o acelerantes bajo ciertas condiciones, tales como el cloruro de calcio u otros aditivos con base en; aluminatos, silicatos, carbonatos y elementos orgánicos.

Los aditivos para el concreto pueden ser clasificados por su función, como a continuación se mencionan:

Aditivos acelerantes.

Aditivos reductores de agua.

Aditivos retardantes.

Aditivos reductores de agua y retardantes.

Aditivos reductores de agua y acelerantes.

Las especificaciones que se mencionan a continuación se usan muy ampliamente y se refieren a los tipos o clases que constituyen la mayoría de los aditivos que se producen en la actualidad.

ASTM-C-98 Cloruro de calcio.

ASTM-C-260 Aditivos inclusores de aire.

ASTM-C-618 Puzolanas naturales o calcinadas.

Como se menciona al principio los aditivos acelerantes están compuestos por aluminatos, silicatos, carbonatos y por elementos orgánicos.

A continuación se menciona someramente el funcionamiento de los aditivos⁶:

Aditivos acelerantes.

El aluminato tricalcico $Al(O_3)_2 Ca_3$ cuando se combina con el cemento, provoca el rápido endurecimiento del concreto, ya que se fija con el sulfato de calcio ($Ca_3 S$) rápidamente.

Los silicatos, $(SiO_3)Ca_3$, al combinarse con la cal del cemento, influyen fundamentalmente con los carbonatos, al reaccionar el silicato con el agua. Este induce un fraguado rápido, reaccionando químicamente y precipitándose como silicato de calcio; pero reduce significativamente la resistencia última por su interferencia en la relación agua cemento.

La proporción de aluminato y silicato variará dependiendo del tipo y lugar de manufacturación del cemento por utilizarse, por lo que la persona encargada de proporcionar la cantidad de aditivo a utilizar deberá formular un catalizador para ajustarse al promedio de la composición del cemento. Sin embargo el cemento usado en una mezcla puede variar considerablemente de la media o promedio, por tanto las pruebas de compatibilidad deberán ser realizadas antes de empezar a trabajar con el lote de cemento que se utilizará.

Los acelerantes orgánicos trabajan sobre la reacción agua cemento, agilizándola sin alterar la resistencia del concreto, ya que no reacciona con ninguno de los componentes básicos del cemento, permitiendo solamente la aceleración del fraguado en la mezcla. Estos aditivos por lo general se utilizan para el concreto lanzado de mezcla seca ya que en el de mezcla húmeda el endurecimiento prematuro puede ser provocado por los aceleradores antes mencionados para ese fin, pero no se obtiene por lo general una rápida aceleración en la resistencia, debido a factores propios de la constitución del cemento y que ya han reaccionado rápidamente con el agua, durante el tiempo en que el aditivo o acelerador es agregado, siendo que la reacción se está llevando a cabo parcialmente, por lo que esta ya no puede incrementarse significativamente.

Aditivos retardantes

Los carbonatos ayudan a la adquisición mas rápida de resistencia, pero afectan ligeramente el fraguado inicial. Por lo general se usan para retardar los efectos del fraguado inicial y para retardar los efectos del aluminato en el endurecimiento.

De forma comercial, los aditivos tienen dos presentaciones: sólido (polvos) y líquidos; los sólidos se agregan a la mezcla y los líquidos al agua, incorporándose a esta por medio de una bomba y ambos (agua y aditivo), se incorporan a la mezcla en la boquilla.

En distintas obras en que se ha utilizado concreto lanzado, se han obtenido reportes de que con el uso de acelerante o aditivos, el rebote se incrementa y por otra parte que también ha disminuido por el uso de los mismos. Pero se ha visto que cuando se hacen las proporciones muy cuidadosamente, tanto del cemento como de los aditivos, la cantidad de rebote no se altera por el uso de estos últimos. Sin embargo existe una tendencia a trabajar con menos del óptimo de la relación agua cemento para cuando se usan aditivos en el concreto lanzado. Ante tales circunstancias se ha reportado un alto grado de rebote, pero esto es por causa de una mezcla baja en humedad y no propiamente por los aditivos agregados.

Factores externos que inciden en el desempeño de los aditivos acelerantes.

De entre los numerosos factores externos que afectan el desempeño de los aceleradores, tres son de particular importancia y a continuación los mencionamos:

Prehidratación. Es cuando el cemento reacciona con el agua, previamente al agregado del aditivo o acelerante en polvo, el desempeño del mismo puede afectarse significativamente. El tiempo de fraguado y la ganancia de resistencia se verán retardados, por la prehidratación, durante el proceso de curado.

Cuando el agregado está húmedo y se deja en contacto con el cemento, éste empezará a hidratarse, y el cemento de cualquier tipo no se afectará por el aditivo, aún si el contacto es tan corto como de 5 minutos. Para que el endurecimiento sea más rápido, el cemento deberá mantenerse seco hasta instantes antes de utilizarse.

En una serie de pruebas efectuadas, al concreto lanzado, en donde el cemento había reaccionado solo el 0.75 %, la resistencia se vió afectada en sus primeras etapas y aún en las últimas. La resistencia bajó de 351.72 kg/cm² obtenido en una mezcla que no sufrió prehidratación a 211.03 kg/cm² debido a la pequeña hidratación sufrida por el

cemento, al estar en contacto con el agregado húmedo. Esta variación en la resistencia es evidente en el primer día: la relación edad/resistencia es importante en el soporte del suelo o roca.

En el concreto lanzado de proceso húmedo, la prehidratación tiene lugar todo el tiempo y por consiguiente la resistencia y el tiempo de fraguado se ven afectados.

Temperatura.- La temperatura afecta la resistencia del concreto y el tiempo de fraguado, conforme se desarrolla la mezcla del cemento, el efecto de la temperatura durante el tiempo de fraguado se observa por la resistencia a la penetración. Por los efectos de la temperatura en el tiempo del curado se tiene la impresión de que el acelerante no está actuando; en la actualidad es posible controlar los cambios de temperatura durante el tiempo de curado.

Cemento.- El origen o lugar de fabricación del cemento es el tercer factor externo que influye en el desempeño de los acelerantes; por lo que un cemento tardará un "X" tiempo de fraguado y otro cemento un tiempo diferente. Dado un acelerante a una proporción determinada, puede acelerar el endurecimiento del concreto lanzado en un (50 %). Sin embargo, un cambio en el cemento por uno de fraguado lento puede compensar la aceleración inducida por el aditivo o acelerador. El cemento variará en la resistencia obtenida de acuerdo a su calidad. Las variaciones en la resistencia se harán presentes o no dependiendo del acelerador o aditivo utilizado.

IV.5.- Fibras.

El uso de fibras en el concreto lanzado se inicia en la década de los años 70's. Durante este tiempo la tecnología ha avanzado considerablemente con el uso de diferentes materiales así como de sus aplicaciones, por lo que hoy en día se usan fibras de vidrio, polipropileno y acero.

En el concreto lanzado se ha visto que mejora considerablemente sus propiedades, con la inclusión de fibras, esta mejoría depende del tipo de fibra que se le agrega y el tamaño de la misma, la resistencia, su forma y la cantidad empleada. La fibra que ha

tenido mayor uso de las mencionadas con anterioridad es la de acero; la longitud de la fibra varía de (1/4" a 3") 6.4 mm a 76 mm y sus diámetros mas comunes para cada tipo de fibra son los siguientes:

| | | | |
|---------------|---------|---|---------|
| Acero | 0.0100" | a | 0.0300" |
| Vidrio | 0.0002" | a | 0.0006" |
| Polipropileno | 0.0008" | a | 0.0150" |

Las fibras que más se utilizan en el concreto lanzado para obras subterráneas son las de polipropileno y de acero. El concreto lanzado con fibras, es el concreto lanzado convencional, de mezcla seca o húmeda al cual se le agregan las fibras de acero o polipropileno. Este concreto no varía en su aplicación y forma de mezclado únicamente se le agrega la fibra, como lo mencionamos líneas arriba las fibras se pueden utilizar en los dos tipos de concreto lanzado, tanto el de mezcla seca como el de húmeda.

Para la revoltura y aplicación del concreto lanzado con fibras se utiliza el mismo equipo que para el concreto lanzado simple, el contenido de fibra puede ser de un 2 % en volumen del total de la mezcla. Se ha visto que al agregar la fibra de acero o polipropileno el concreto aumenta su ductilidad, dureza y resistencia a la flexión .

Se ha observado que con el uso de fibras en el concreto lanzado el aumento de la dureza y resistencia a la flexión son bastante significativos en el modo de falla; ya que se requiere que sufra de grandes deformaciones para que la fibra se separe del concreto lanzado, lo que permite soportar grandes cargas aún después de haberse fracturado el concreto. Es por esta resistencia que se aplica en túneles donde se esperan deformaciones bastante considerables.

La mayoría de las fibras utilizadas en el concreto lanzado tienen una longitud de entre 1" y 1 3/16" con un diámetro de 0.016" lo que permite que se lancen con mangueras de 2" de diámetro.

En el mercado existen diferentes fabricantes de fibras y cada uno de ellos varia las características en tamaño y forma. Esto es basado en la experiencia y en resultados de laboratorio. Algunas fibras tienen en sus extremos forma de gancho con lo que incrementan su resistencia a la extracción permitiendo disminuir el volumen de fibra por metro cúbico. Las fibras de acero al carbón, así como las de acero inoxidable pueden soportar temperaturas de hasta 815 °C y 1,650 °C respectivamente.

EQUIPO

En este capítulo veremos el equipo que se utiliza para colocar el concreto lanzado, tanto de mezcla seca como húmeda. Los equipos más importante son:

- V.1 Lanzadoras de mezcla seca y húmeda.
- V.2 Compresores para el suministro de aire comprimido.
- V.3 Boquillas.
- V.4 Suministro de agua a presión.
- V.5 Mangueras de alta presión.
- V.6 Equipo de mezclado.
- V.7 Brazo proyector telescópico.
- V.8 Sistema proyector de concreto.

V.1 Lanzadoras de mezcla seca y húmeda.

V.1.a. Lanzadoras de mezcla seca

Como se mencionó anteriormente, debido a la gran aceptación que tiene el concreto lanzado en algunos países, principalmente los altamente industrializados, ha propiciado el desarrollo de equipo para lanzar concreto. A continuación se enuncia el equipo utilizado para la colocación del concreto lanzado de mezcla seca y sus características, así como su funcionamiento, por lo que se han dividido en cuatro tipos que son:

- V.1.a.1 De rueda de alimentación.
- V.1.a.2 De alimentación directa o por gravedad.
- V.1.a.3 Tipo de tambor rotatorio.
- V.1.a.4 Tipo de rueda alimentadora adaptada "Boulder".

V.1.a.1 Lanzadora de rueda de alimentación.- Es una máquina que tiene una cámara doble. La cámara superior tiene la función de actuar como cierre neumático y alimentar de

material la cámara inferior, la cual se mantiene a una elevada presión de aire. El proceso para transferir de una cámara a otra se le conoce como "conmutación" y al efectuarse no se presentan fluctuaciones de presión en el suministro.

El material en la cámara inferior cae alrededor de la rueda giratoria de alimentación, la cual transporta el material por medio de sus rayos hasta la salida donde se le incrementa aire a presión por medio de un aditamento conocido como "cuello de ganso" . Es así como se lleva la porción del material a la salida, por la corriente de aire a presión, y conducida con esta misma presión a través de la manguera hasta la boquilla o tovera.

Las máquinas representativas de este tipo son; la Turkret S3/II y la BSM. (Beton Spritz Machine).

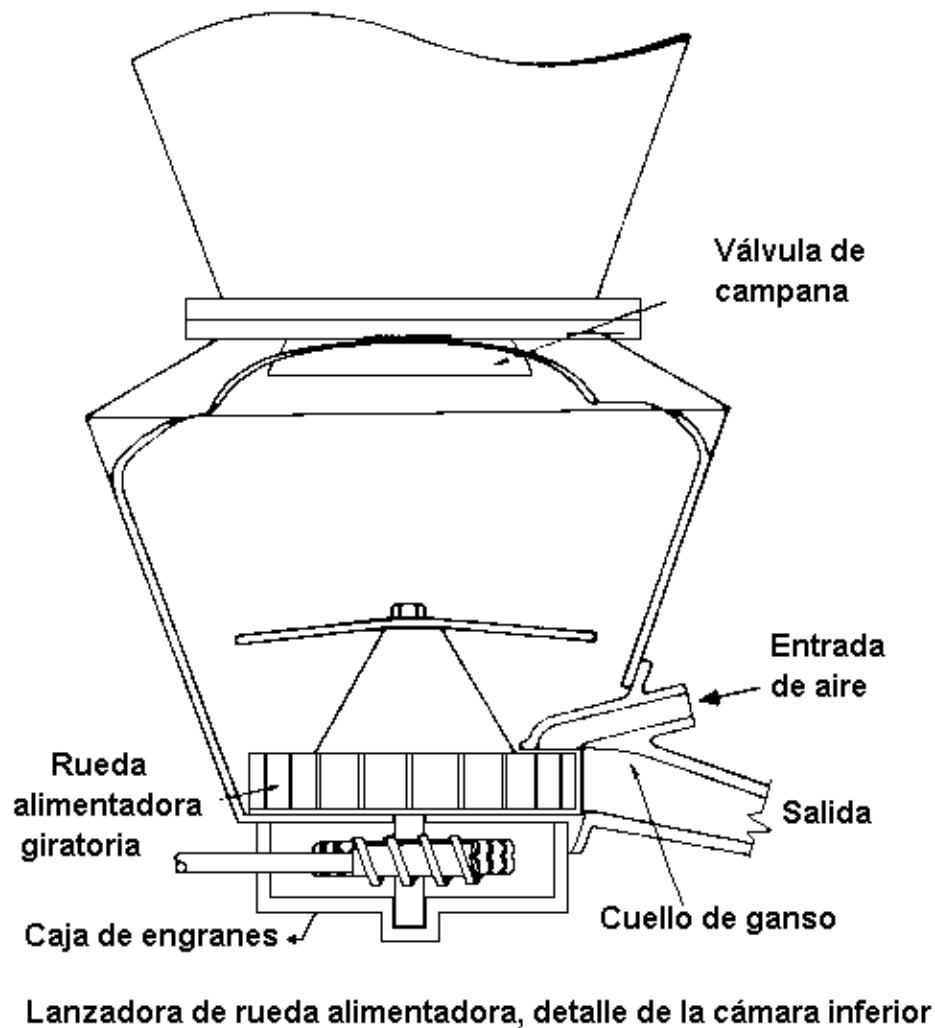


Fig. 5.1 Corte de la Lanzadora de rueda alimentadora.

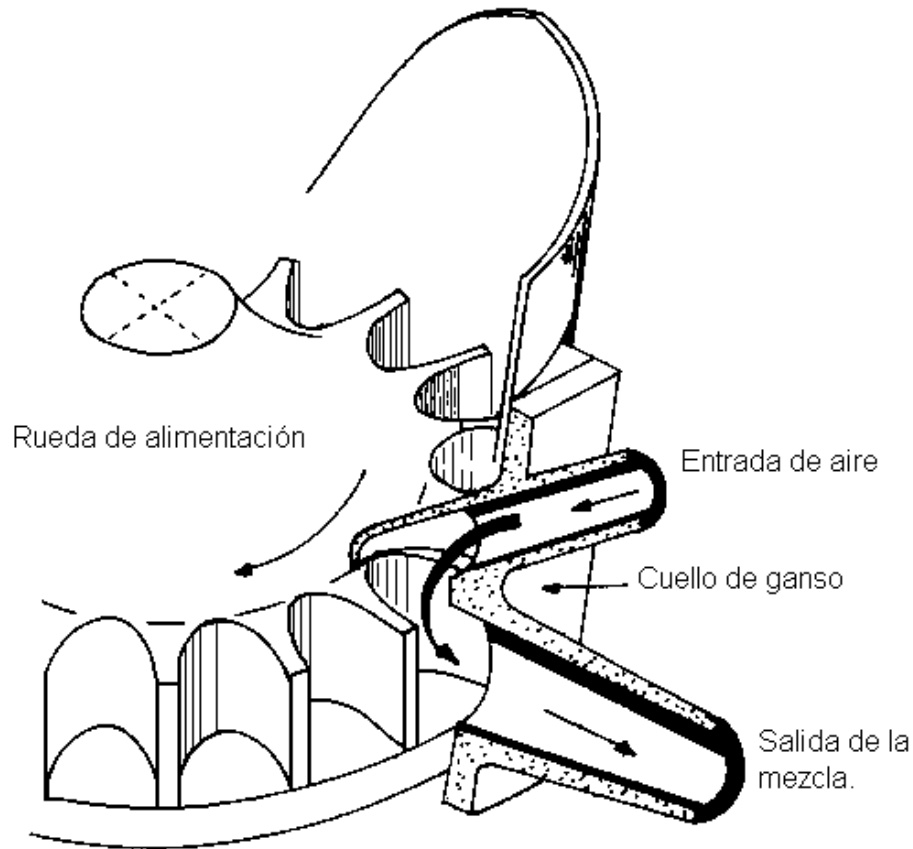


Fig. 5.2 Operación básica de la rueda de alimentación, detalle

V.1.a.2 Máquina de alimentación directa, esta máquina tiene variación en su diseño, pero básicamente tiene el mismo principio de la máquina de rueda de alimentación. Estas máquinas pueden ser de cámara doble o sencilla, en la cámara baja el material se mantiene en movimiento por las espas del agitador y cae hacia la salida, que tiene forma de embudo. En el estrecho está un conducto acoplado por el cual entra el aire a elevada presión, soplando donde cae el material y conduciéndolo o empujándolo hacia la salida.

La diferencia entre este tipo de máquinas y las anteriores es que las primeras permiten un mejor ajuste por ser más sensibles y por consiguiente un mayor control de las mismas.

Un ejemplo de la máquina de alimentación directa es la Aliva BS-12 la cual tiene una sola cámara y es capaz de trabajar el concreto con agregado grueso hasta de (1¼") 3.178 cm. Esta máquina es de fabricación Suiza y elimina las características adversas de

la cámara de presión de los otros tipos de lanzadoras, porque incorpora una tolva abierta y como alimentador un tornillo sinfín montado verticalmente en el centro. En el extremo superior de éste tornillo alimentador, hay una cámara horizontal en donde el aire comprimido entra por uno de los extremos, conduciendo el material en forma ininterrumpida hasta la manguera de descarga. El tornillo alimentador se acciona por un motor de gasolina o neumático acoplado a la lanzadora.

En las figuras se muestran dos tipos de lanzadoras, la alimentada por gravedad Fig. 5.3 y la alimentada por el tornillo sinfín Fig. 5.4.

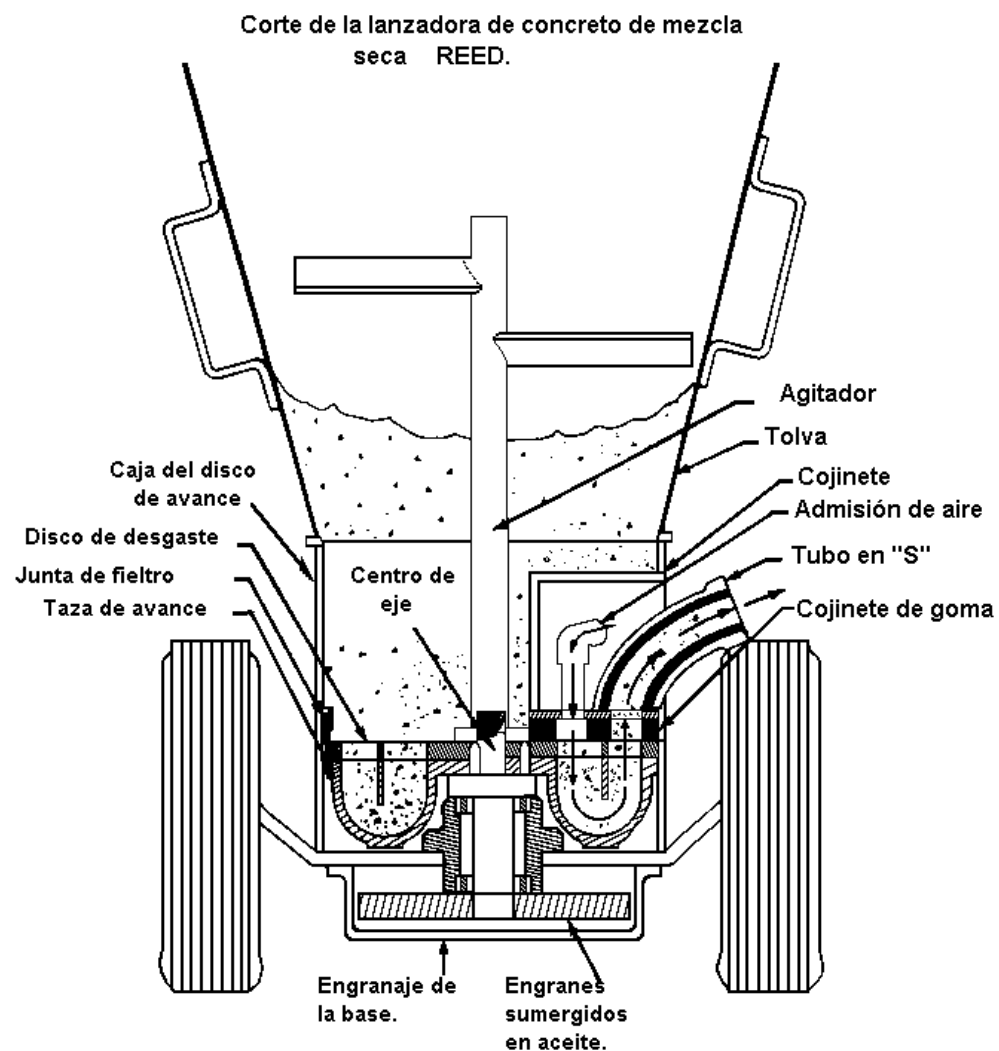


Fig. 5.3 Máquina alimentada por gravedad.

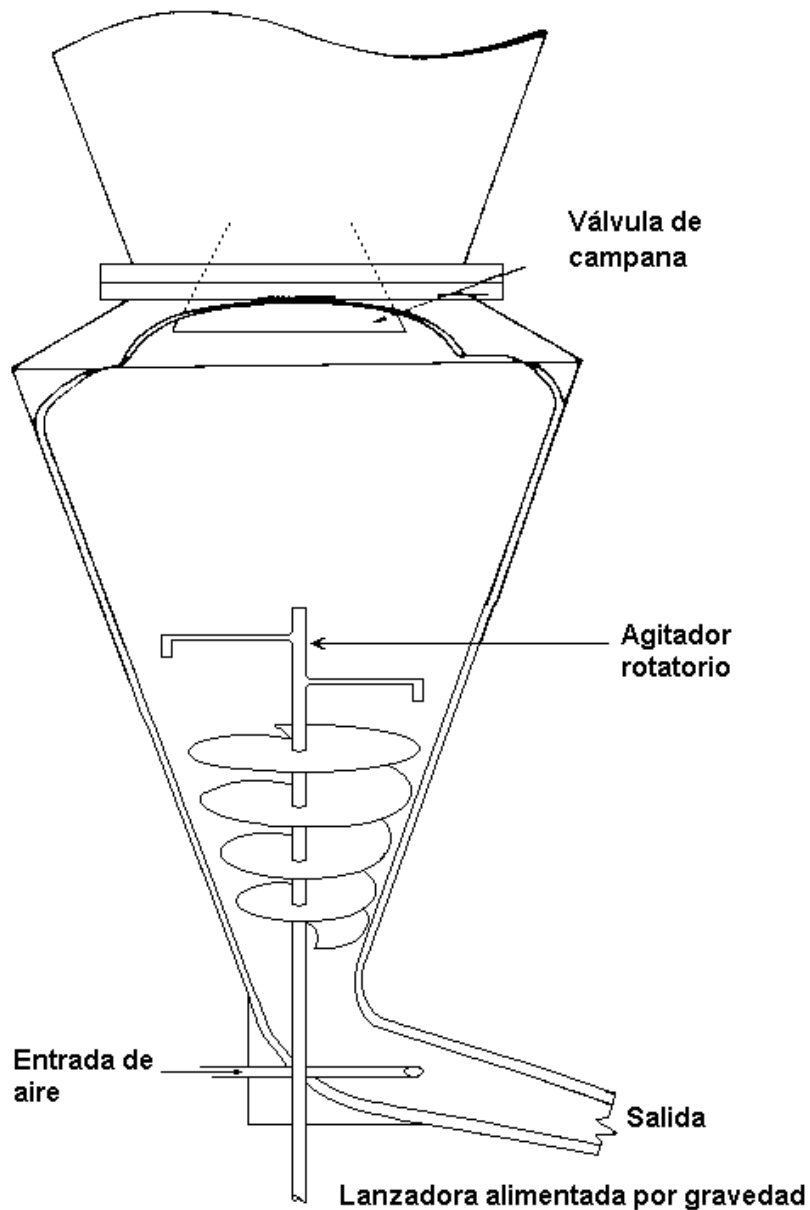


Fig. 5.4 Lanzadora alimentada por gravedad y tornillo sinfín.

La máquina de tambor rotatorio se desliga del diseño tradicional ofreciendo ciertas ventajas, pero su costo de operación tiende a elevarse por la mayor cantidad de superficies de desgaste que tiene. En este tipo de máquina no existen cámaras de presión, como se ve en la figura 5.5; el barril es propiamente un cilindro o tambor con cámaras, colocado entre dos placas perfectamente planas y paralelas entre sí. Cuando el tambor gira cada cámara se carga con material que cae de arriba, continuando con el giro; la cámara se sella y es desalojada al pasar por abajo, de donde se le incorpora el aire a

presión para poder conducirla a través de la manguera hasta la boquilla. Una vez limpia la cámara, sigue girando el tambor, hasta regresar la cámara al área de carga repitiéndose el ciclo.

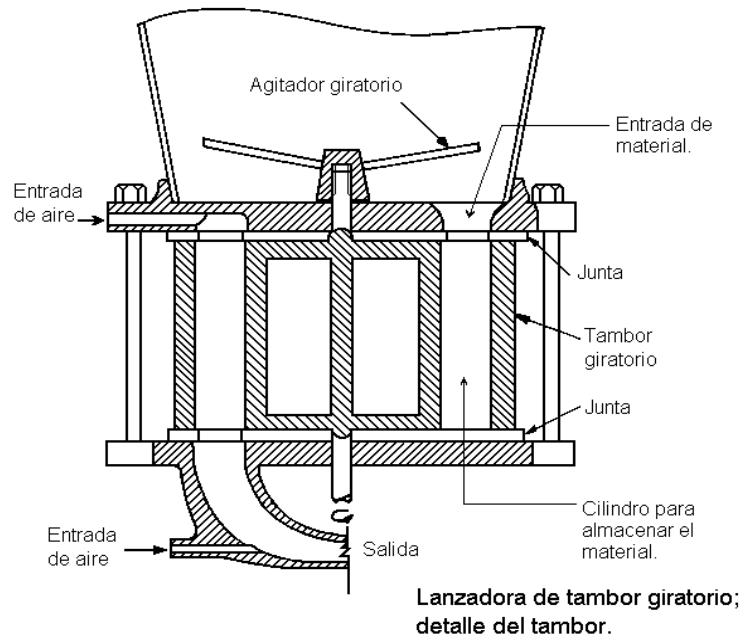


Fig. 5.5 Detalle de la lanzadora de tambor giratorio.

Este tipo de máquina es más robusta y a su vez más portátil que algunos otros tipos de lanzadoras, por lo que está diseñada para obtener rendimientos mayores y puede utilizar agregados mayores a 3/4", pero no puede producir concreto lanzado de alta velocidad.

Sus desventajas son primeramente la necesidad de mantener un sello adecuado entre el tambor y las plataformas fijas. Esto solo se logra por el uso de juntas gruesas de hule duro, con respaldo de acero, estas a su vez se desgastan conforme el trabajo avanza, por lo que es necesario cambiarlas constantemente.

Las ventajas que tiene esta máquina, es que no requiere de mucha atención durante el trabajo, ya que la alimentación se puede regular y dejarse que funcione prácticamente sin atención, otra ventaja que posee es el de poder utilizar agregado grueso sin que se produzcan daños por acuñamiento de los mismos.

Un ejemplo de estos tipos de máquina, son la Aliva de tambor rotatorio, la Reed Guneret y la Jet Creters.



Lanzadora de tambor rotatorio marca Aliva modelo 256



Lanzadora de tambor rotatorio marca Reed Guneret

En la máquina de rueda alimentadora adaptada "Boulder" la diferencia básica de la misma comparada con la de "rueda de alimentación", está en que la rueda solamente necesita suministrar parcialmente la mezcla contenida en el alimentador del material a la boquilla. El trabajo básico del sistema consiste en el aire (1) que penetra por la parte inferior de la máquina, levanta la cantidad de mezcla, que la presión le permite de la rueda llevándola a la compuerta de salida donde es impulsada fuera por la corriente de aire (2) como se observa en la figura 5.6. El volumen diferencial entre los suministros de aire, proporciona los medios de regular el flujo de material a la boquilla; lo que da por resultado un control muy sensible, por lo que se utiliza en materiales refractarios.

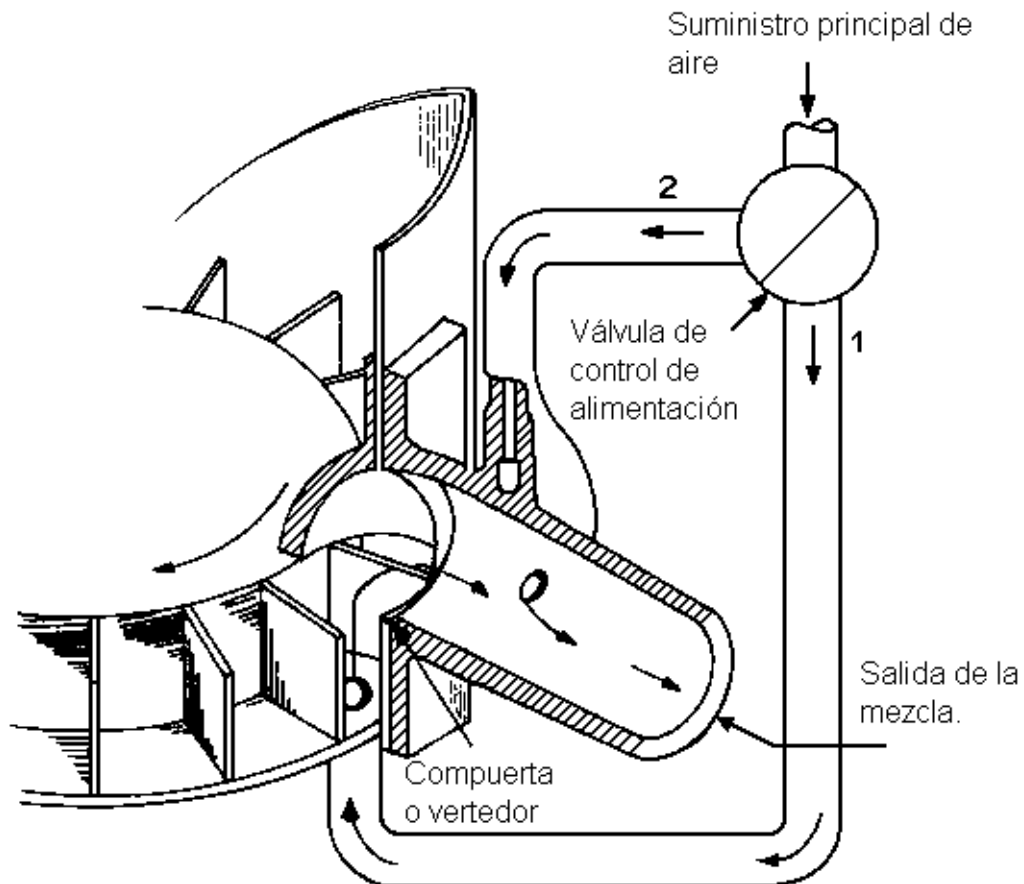


Fig. 5.6 Detalle del trabajo básico de la rueda de alimentación tipo Boulder.

Lanzadora de concreto de mezcla húmeda:

Como ya se dijo, es de uso más reciente y nada más se conocía un solo tipo de máquina que consiste en un sistema presurizado con una sola cámara, con alimentación de aire adicional a la salida de la misma. En línea de alimentación, generalmente se utilizan dos lanzadoras, de esta manera el lanzado es continuo, ya que mientras una se carga la otra continúa aplicando el material.

La lanzadora descarga bajo aire a presión mediante la alimentación neumática, efectuada en el fondo de la mezcladora. La cantidad y la velocidad de la descarga, está controlada conjuntamente por el aire a presión y la velocidad de rotación de las paletas, ya que estas en sus extremos tienen limpiadores de hule, que interrumpen el paso constante de material, al cubrir el orificio de descarga momentáneamente; con esto el material es conducido alternadamente con tramos de aire a presión y cuando el material llega a la boquilla se le incorpora aire a presión, rompiendo la discontinuidad y dándole mayor fuerza.

La velocidad en la boquilla es comparable con la de los otros tipos de máquinas.
(mezcla seca)

Las desventajas que este tipo de concreto tiene con respecto al de mezcla seca, es que necesita mas lubricación por lo que su revenimiento será de 2 a 5 cm. en contra de 0 que prácticamente tiene la mezcla seca. Produce mayor rebote; rara vez se puede aplicar en superficies verticales y, como se mencionó anteriormente, no tiene una rápida ganancia de resistencia, por el fraguado inicial que se tiene.

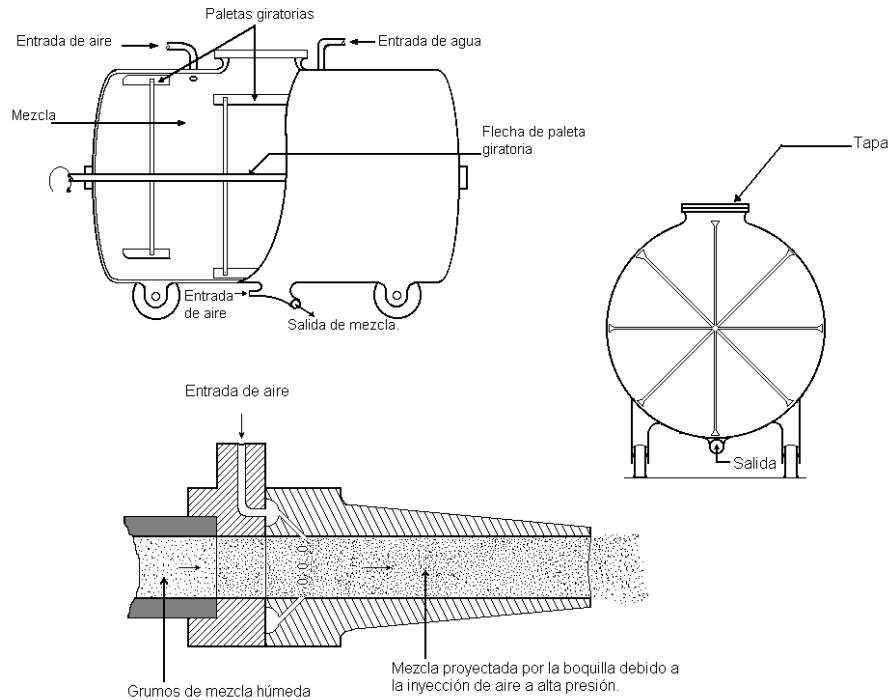


Fig.5.7 Lanzadora de concreto para mezcla húmeda y Boquilla.

En la actualidad las máquinas de tambor rotatorio como la Aliva y Reed Gunerret son capaces de aplicar concreto lanzado de mezcla húmeda.

V.2 SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.

En el proceso del concreto lanzado el suministro de aire es muy importante, ya que todo en él depende de este suministro, no solamente debe el compresor suministrar el volumen necesario a la presión correcta, sino que no debe tener fluctuaciones en la presión del aire y entrada del mismo.

El aire que se entrega a la lanzadora debe estar seco y libre de aceite. La mayoría de las lanzadoras para el proceso seco cuentan con secadores sin embargo, cuando las condiciones son muy húmedas, se colocan en la lanzadora secadores adicionales para extraer el exceso de humedad del aire, con lo que se evita que el exceso de vapor se condense en el interior de la lanzadora, tapándola al irse adheriendo el cemento gradualmente en capas.

Generalmente la lanzadora requiere de un compresor con una capacidad no menor a 700 lt/min. Los vendedores de las lanzadoras tienden a proporcionar los volúmenes libres mínimos de funcionamiento del compresor para sus máquinas, pero siempre es mejor tener un sobrante.

La presión normal de funcionamiento medida, cerca de la salida, es de generalmente entre 240 y 280 KN/m², mientras que la alimentación es de 550 a 700 KN/m². La presión de funcionamiento está en función de la longitud de manguera adicional y 4.5 KN/m² por metro de altura. En cuanto a la altura no debe exceder de 100 m aproximadamente, arriba de la lanzadora, por lo que no se asegura la entrega del concreto lanzado con las características requeridas, ya que puede sufrir disgregación o segregación de pétreos.

V.3 BOQUILLAS

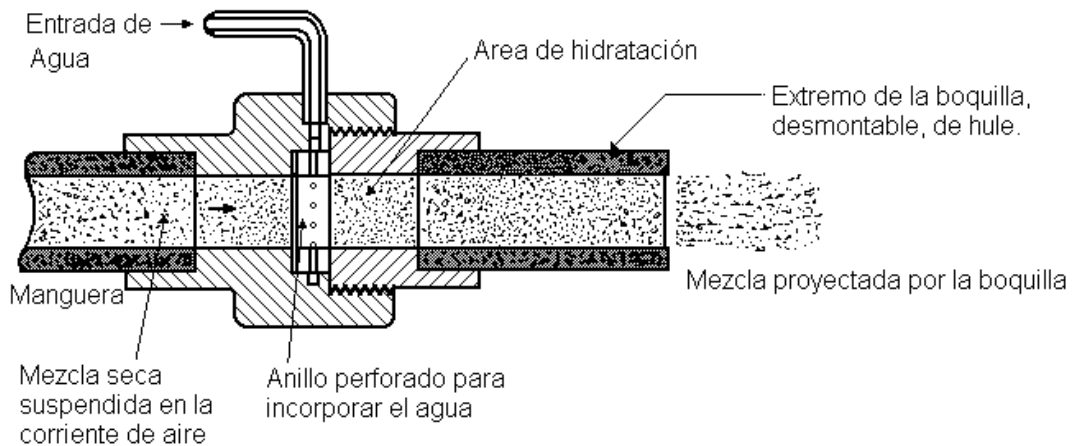
La boquilla es un tubo que va acoplado en el extremo de la manguera de descarga y que por su diseño permite que el material salga disparado en forma de chorro compacto Figuras 5.8 y 5.9. La función de la boquilla es la de convertir el material seco en húmedo con la suficiente velocidad para ser dirigido a un punto específico, a cierta distancia en donde producirá un impacto sobre la superficie quedando adherido a esta.

Existe una gran variedad de boquillas, por lo que estas no deberán intercambiarse entre un tipo y otro de máquina, si no usar la que proporciona el fabricante; dentro de sus características todas tienen suministro de agua orientada radialmente y flujo variable. Un buen dispositivo deberá permitir al lanzador una rápida y fácil regulación del flujo de agua y envolver la mezcla en el chorro de agua.

Las partes esenciales de la boquilla son; el cuerpo, la punta y el cople de la misma, que generalmente están hechos de aluminio o fierro colado, tiene entradas para acoplar las válvulas de agua y aire, además su filtro hecho de cobre y unos anillos de hule para sellar todas las uniones.

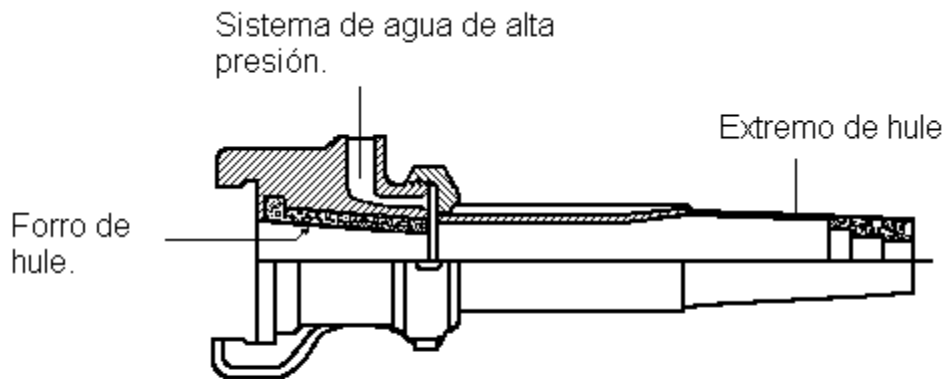
La punta de la boquilla esta recubierta, interiormente de hule para lograr uniformidad en la aplicación, facilitar la limpieza y evitar así el rápido desgaste, ya que se ha observado que el concreto lanzado, desgastará en un día un espesor de 3 mm. en la

boquilla de acero, mientras que la recubierta de hule tendrá una duración de una semana o más.



Boquilla típica de mezcla en seco

Fig. 5.8

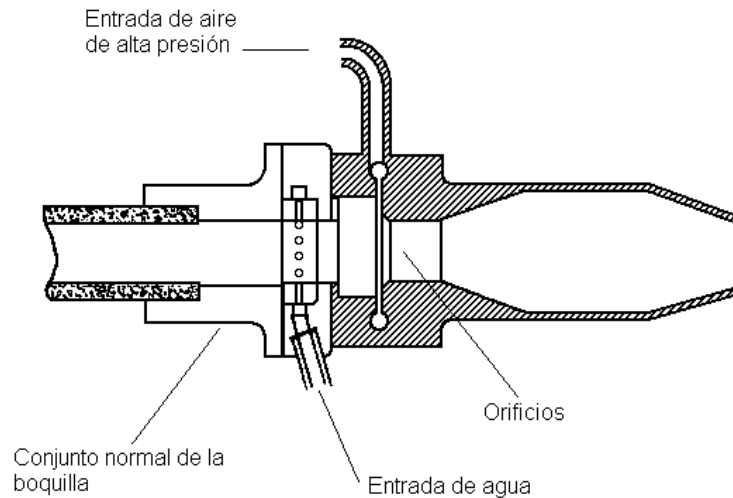


Boquilla tipo Boulder "500"

Fig. 5.9

El hecho de que un 20 % de material o más esté destinado a perderse en el rebote, o por humedecimiento parcial, ha ocasionado que los fabricantes estudien este fenómeno para producir boquillas más eficientes. Esto ha dado como resultado más reciente, que aparezca una nueva boquilla, figura No 5.10, siendo esta el tipo impulsor que contiene un

suministro adicional de aire. Este tipo de boquillas reducen el porcentaje de rebotes, incrementan el rendimiento y mejoran los resultados a un costo ligeramente mayor por el consumo de aire.



Boquilla típica impulsora



Foto. 5.10 Boquilla tipo Impulsor

V.4 SUMINISTRO DE AGUA A PRESIÓN.

Como se mostró en el inciso anterior, el agua se incorpora a la mezcla en la boquilla por medio de una válvula de control, a la cual se conecta la manguera de alta presión que conduce el agua de la alimentación principal la que deberá tener una presión mínima de 400 KN/m². Cuando esto no sea posible deberá proveerse presión adicional por medio de una bomba accionada por motor (ya sea eléctrico, neumático o de combustión interna), la

cual se abastece de la alimentación principal y descarga a un tanque de presión para romper los impulsos, o usando tanques de aire presurizado. Esta bomba también sirve para que en su tanque se agregue el aditivo líquido.



Bomba Aliva 403.4



Bomba Aliva 403.5

La bomba dosificadora AL-403.4 permite un ajuste infinito de los aditivos para cantidades mínimas. La bomba en su versión sencilla cuenta con un control simple, el cual se ajusta con un solo botón y no se puede sincronizar con la lanzadora; trabaja con las lanzadoras modelo AL-246/252/262 y 263 de Aliva.

La bomba AL-403.5 al igual que la anterior en la versión sencilla, trabaja de la misma forma que la anterior pero cuenta con una versión extendida la cual puede ser conectada y sincronizada con la lanzadora por medio de un cable de control, y el mando se hace a través del control remoto desde la lanzadora. Se puede usar con las máquinas lanzadoras AL-263/285 y 278 de Aliva.

V.5 MANGUERAS .

Las mangueras que se utilizan en todo el proceso deberán ser de alta presión. La mayoría de los fabricantes del equipo suministran este con sus mangueras y es mejor servirse de ellas. Las mangueras podrán ser antiestáticas o conductoras pero estas últimas deberán conectarse a tierra para evitar la formación de cargas electrostáticas en la boquilla, que pueden ser desagradables y peligrosas.

Se requieren como 30 mts de longitud mínima de manguera para producir una alimentación confiable a la boquilla.

Un punto que debe cuidarse estrechamente es la concordancia entre los coples y las mangueras de alimentación. Si el alimentador tiene una entrada de un diámetro de 25 mm, no es aconsejable conectarlo a un compresor que tenga un diámetro de 12 o 20 mm. Esto daría por resultado un control inadecuado de la lanzadora y en caso de poder controlarse, promoverá la congelación de las válvulas y aspas del motor. Las mangueras o conexiones de mayor diámetro no representan mayor problema, pero son incómodas y estorbosas en su manejo.

V.6 EQUIPO DE MEZCLADO.

Debido al incremento en el uso del concreto lanzado, las mismas compañías han creado equipo de mezclado, que se adapta a sus lanzadoras, con lo que se ahorra bastante tiempo y se obtiene un mayor rendimiento que con el equipo convencional o las formas tradicionales de mezclado.

Dependiendo de la importancia de la obra y del rendimiento necesario, se podrá escoger el procedimiento de mezclado de los agregados con el cemento. Por lo que podemos dividir en tres, los tipos de mezclado:

V.6-a Mezclado Manual

V.6-b Mezclado Mecánico

V.6-c Mezclado Automático

V.6-a Mezclado Manual.

Para llevar a cabo este tipo de mezclado se utilizan 3 ó 4 peones, que son los encargados de revolver los agregados, previamente cribados, con el cemento. La dosificación se hace por peso, de acuerdo a lo indicado en el proyecto. El cribado también lo realizan peones y el tamaño máximo del agregado, lo definirá el tipo de lanzadora que se utilice.

Como se señaló anteriormente el material deberá estar lo más seco posible, por lo que la mezcla se realizará en una plataforma que impida que el material adquiera mayor humedad de la permisible, para evitar obstrucciones en el equipo de lanzado. Una vez

realizado el mezclado, el material se transportará en carretillas, hasta el sitio en que se encuentre la lanzadora, que no será muy lejano.

V.6-b Mezclado Mecánico.

Los agregados, previamente pesados para su dosificación, se pondrán en una revolvedora, donde se mezclarán con el cemento. Una vez incorporado el cemento con los agregados, se vaciará, ya sea en carretillas, en cuyo caso se tendrá que cribar el agregado grueso antes de ponerlo en la revolvedora, o en tolvas con criba, para que posteriormente sea transportado por bandas hasta el sitio donde esta la lanzadora.

V.6-c Mezclado Automático.

Para este tipo de mezclado se utiliza el equipo, que las propias compañías fabricantes de las lanzadoras han creado para un mejor rendimiento de las mismas. Dicho equipo consiste generalmente en una tolva con una criba en la entrada, por donde se le introducen los agregados y el cemento, los cuales se han dosificado previamente.

Dentro de estos equipos se encuentra el fabricado por la compañía Reed y tiene por nombre "Reed-Mate", figura 5.11, la cual cuenta con una tolva por donde se le introducen los agregados y el cemento la entrada de la tolva cuenta con una criba. Los agregados y el cemento son transportados a la lanzadora por medio de un tornillo sinfín y que a la vez realiza la mezcla.

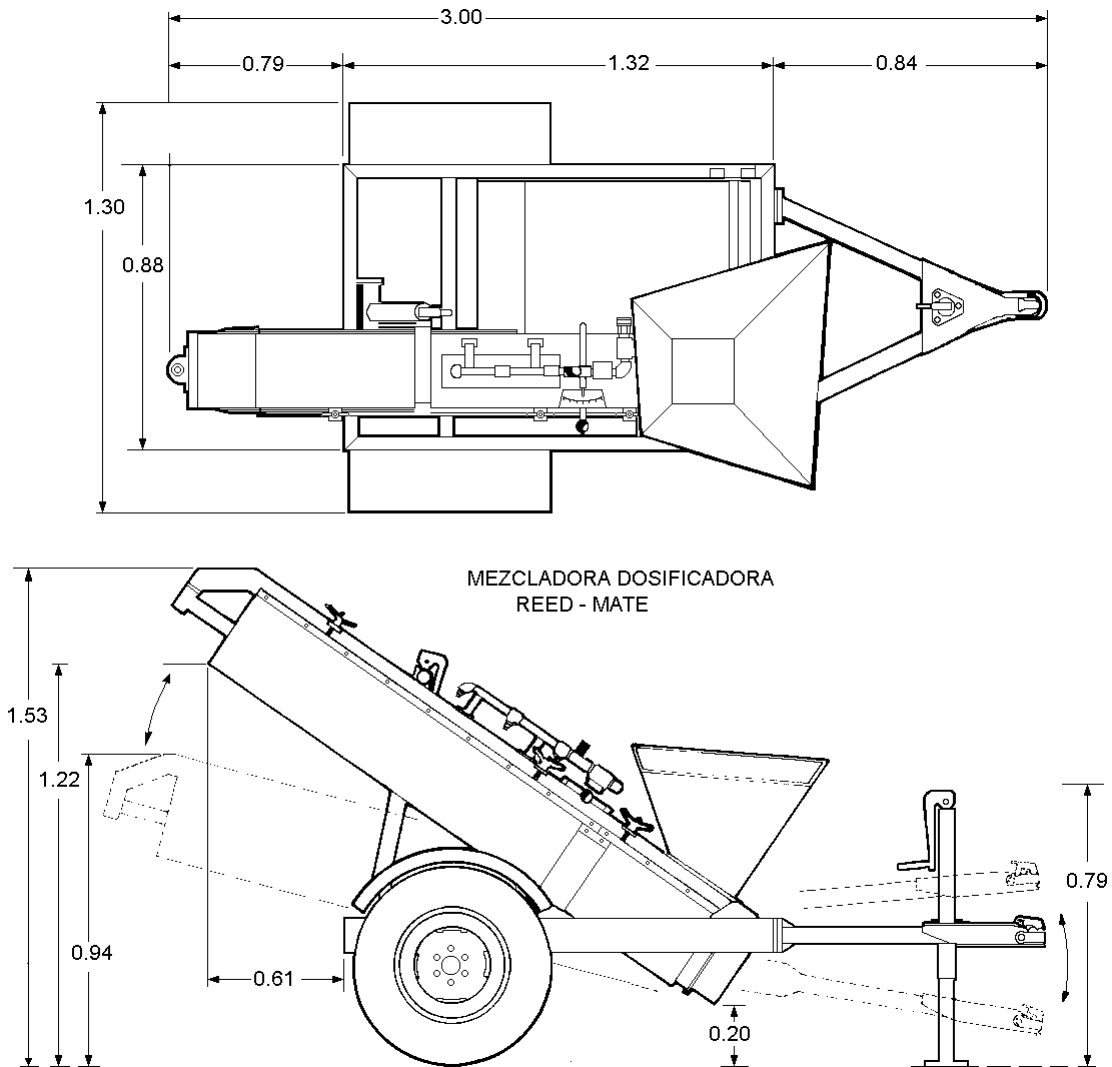


Fig. 5.11 Equipo de mezclado automático "Reed-Mate"

Existe otro equipo, fabricado por la compañía NFS INDUSTRIES. Este equipo cuenta con una tolva a la salida del tornillo sinfín, lo que permite no tener que estar mezclando interrumidamente, como es el caso de la "Red-Mate".

La compañía NFS IDUSTRIES ha construido un equipo diseñado para transportar, mezclar y dosificar los agregados y el cemento. Este diseño está pensado para ser utilizado en túneles. El diámetro mínimo del túnel en que es posible su uso es de 3.6 m; la unidad forma un tren (con un carro A) que consta del tornillo alimentador y revoledor, de la lanzadora figura No 5.12, la tolva con criba y dos (carros B) que transportan el agregado

y el cemento a granel en tolvas separadas, como se ve en la figura No 5.13. En la figura No 5.14 se puede ver como se arma el tren de lanzado.

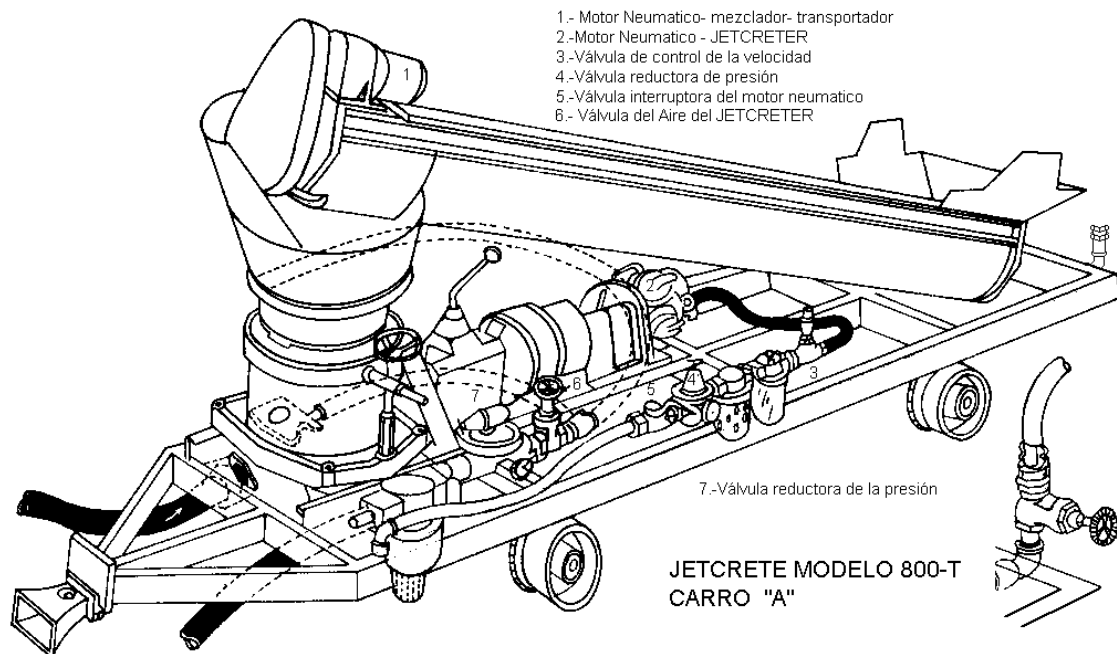


Fig. 5.12 Carro " A " con el tornillo sinfín mezclador y alimentador de la Lanzadora

Los carros B, figura No 5.13, tienen en el fondo una banda alimentadora que es movida por un motor neumático. La dosificación se hace controlando la abertura de la puerta de salida del agregado y la velocidad de la banda alimentadora, ya que la relación de las tolvas es de 4.5 a 1.0, por lo que si se deja abierta en su totalidad la compuerta de los agregados, estos se terminarían al mismo tiempo que el cemento; la capacidad de la tolva para los agregados es de 1.75 m³ y la del cemento es de 0.388 m³.

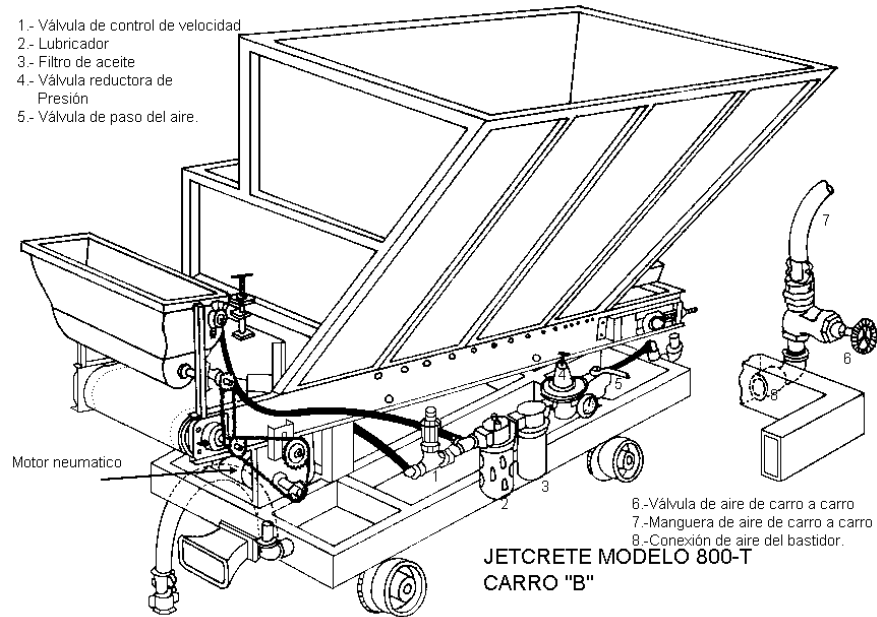


Fig. 5.13 Carro " B " para transporte y dosificación de agregados y cemento, al carro " A "

La maniobra para transportar el agregado y el cemento de un carro a otro se realiza cerrando las compuertas de dosificación del primero y abriendo las compuertas traseras del mismo. Se abren las compuertas de dosificación del segundo y se hace funcionar la banda de este. Se dejan pasar unos segundos y se abren las compuertas de dosificación del primero, con lo que se permite que el material continúe llegando a la tolva del tornillo mezclador y posteriormente a la lanzadora, para continuar con la colocación del concreto lanzado.

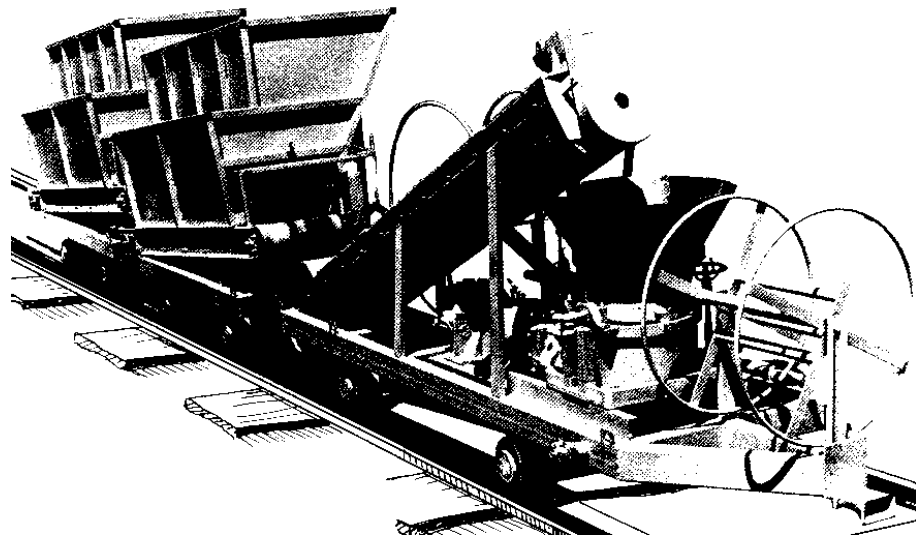


Fig. 5.14 Vista de cómo se arma el tren de lanzado.

V.7 Brazo proyector telescópico.

En la actualidad algunas casas fabricantes de lanzadoras han desarrollado aditamentos como son los brazos proyectores telescópicos figura 5.15, que alcanzan diferentes alturas con lo cual ya no es necesario la construcción de plataformas elevadas ("Tarango" o "Yumbo") para la colocación del concreto lanzado en la clave y bóveda del túnel, ya que es posible con este aditamento colocarlo desde el piso.

El brazo cuenta con una caja de controles desde donde el operador de la boquilla, puede dirigir y controlar el ángulo de lanzamiento ya sea vertical u horizontal ya que la boquilla se encuentra colocada en el extremo del brazo, verticalmente se puede colocar a 90° de la horizontal, horizontalmente tiene un giro de 240° y la boquilla gira 360° sobre el eje del brazo.

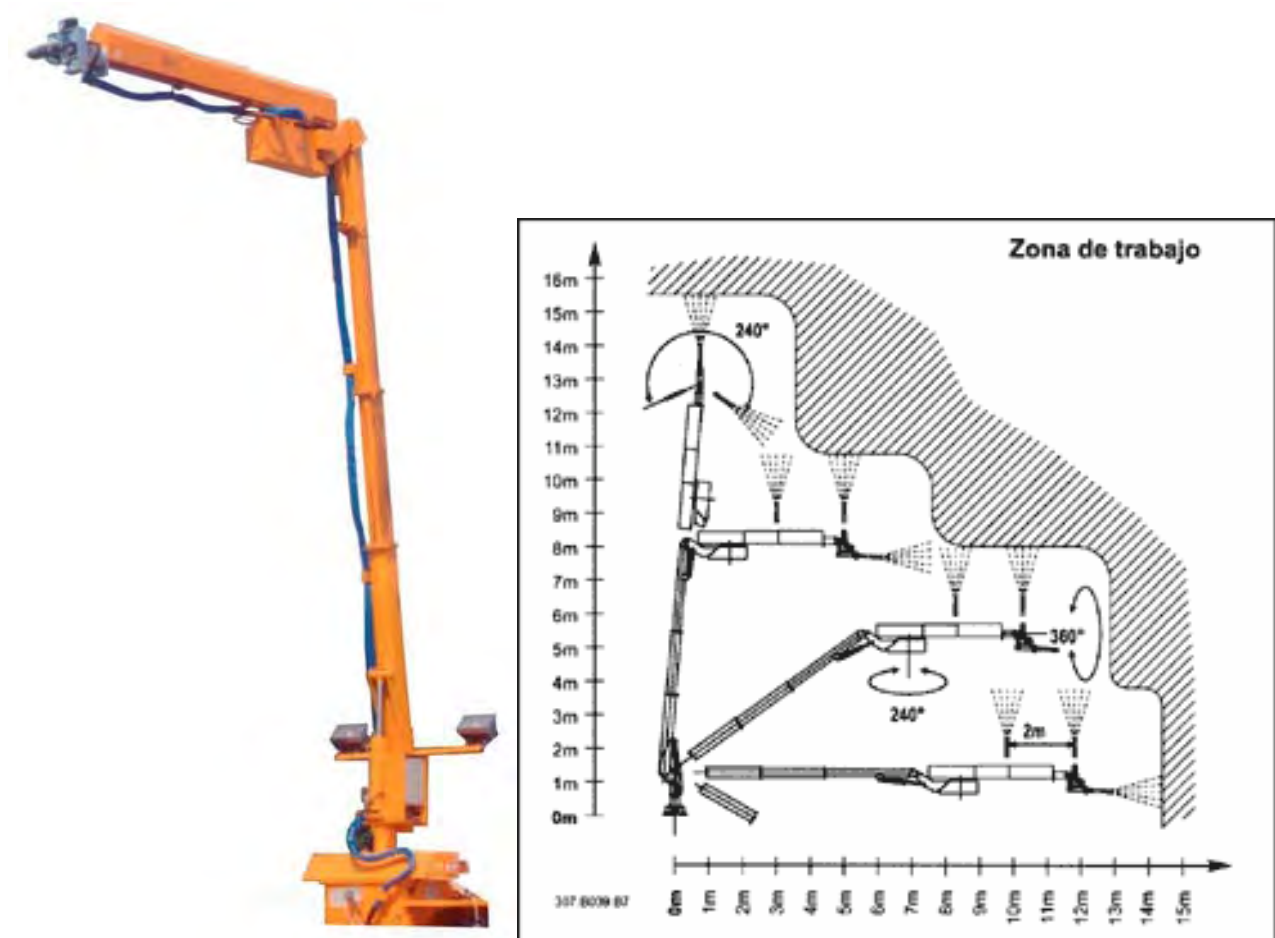


Fig. 5.15 Brazo proyector telescópico de Concreto Lanzado y gráfica de su zona de trabajo.

V.8 Sistema proyector de concreto.

Dado el incremento del concreto lanzado en el mundo las compañías fabricantes de lanzadoras de concreto han creado máquinas conocidas como sistema proyector de concreto, el modelo de la fabrica Aliva conocido como AL-500, consiste en un camión montado sobre llantas, con tracción y dirección en las cuatro ruedas, y consta de los siguientes componentes:

Brazo proyector telescópico AL-307/ 302

Maquina lanzadora de concreto AL-278 o AL-285

Bomba dosificadora de aditivos líquidos AL-403.5

Compresor (opcional)

Deposito para aditivo

Enrollador de cable con 50/100 m cable

El manejo del sistema de proyección se hace con un control remoto eléctrico para el modelo AL-504 figura 5.16, también en el modelo AL-500, pero este cuenta con la opción de hacerlo por radio figura 5.17.



Fig. 5.16 Sistema proyector de concreto Mod. AL-504



Fig. 5.17 Sistema proyector de concreto Mod. AL-500

En la fotografía 5.18 vemos el equipo proyector de concreto aplicando el concreto lanzado en el portal del túnel y en la fotografía 5.19 la colocación del concreto en el interior del mismo.



Foto. 5.18 En la fotografía vemos la colocación de Concreto Lanzado con el equipo proyector de concreto en el portal del túnel



Foto. 5.19 En la fotografía vemos la aplicación de Concreto Lanzado con el equipo proyector de concreto en el interior del túnel

PROCEDIMIENTO.

En este capítulo mencionamos las instalaciones, tanto exteriores como interiores y el equipo necesario para llevar a cabo, el procedimiento de colocación del concreto lanzado, como ademe temporal.

VI.1.- Instalaciones exteriores.

Dentro de las instalaciones podemos mencionar, los patios para el almacenamiento de los agregados, bodegas de cemento o silos, cisternas y de los diferentes equipos, como son los compresores, los transformadores de la subestación eléctrica y las plantas de emergencia para energía eléctrica, se instalan en la superficie, lo más cerca posible a la boca de la lumbrera, sin que obstaculicen los trabajos previos que se tienen que llevar a cabo, y a la colocación del concreto lanzado.

Los patios para el almacenamiento de los agregados, preferentemente, deberán estar techados, con el fin de que estos no se mojen al llover. El piso debe tener una ligera pendiente para poder drenar la humedad excesiva; de preferencia contar con un firme de concreto para evitar la contaminación de los mismos. Los agregados se estiban de tal manera que no queden montones muy altos que impidan se oree el material inferior y conserve un alto contenido de humedad en su interior.

El cemento adquirido en bolsas, se almacena de la misma manera que los agregados, esto es, bajo techo y sobre plataformas de madera con una altura mínima de 10 cm. sobre el nivel del piso. Es recomendable que cuando el almacenamiento del cemento no exceda de 60 días, la estibación no tendrá una altura mayor de 14 bultos; si el período rebasa de este tiempo las pilas no deberán ser mayores de 7 bultos. Este cemento en bulto se introduce al túnel por la lumbrera, bajándolo por medio de un malacate en una plataforma. Cuando el cemento se adquiere a granel, se almacena en silos; estos se pueden colocar anclados a los muros de la lumbrera, dependiendo de las dimensiones de los mismos y del

diámetro de la lumbrera. Si esto no es así, se colocarán en la superficie cerca de la lumbrera y en un lugar donde no interfieran con los trabajos; el cemento a granel transportado por los carros; se descarga en los silos por medio de aire a presión.

El agua se almacena en tanques o cisternas; su capacidad será de acuerdo a las necesidades de la obra y se baja al túnel por medio de una tubería de 2" diámetro. El aditivo o acelerante, cuando es líquido, se almacena en tanques y se introduce en el túnel, de igual forma que el agua, hasta un tanque de almacenamiento intermedio, donde se mezcla con el agua y se controla el proporcionamiento, el cual se realiza con un densímetro para obtener la correcta dosificación del aditivo.

En los patios de superficie se hacen las instalaciones para colocar la subestación y los generadores de emergencia para la energía eléctrica. Junto a estos se pueden colocar los compresores, los talleres de herrería, electricidad y mecánica para el mantenimiento de las instalaciones y equipo. Dichas instalaciones se colocan después de haber estudiado con cuidado las actividades por desarrollar, para no interferirse entre ellas, como son el suministro de agregados a los patios de almacenaje y al túnel, el del cemento a los silos y el retiro por medio de la torre de manto, de la rezaga y escombros extraídos del túnel, producto de la excavación y del rebote al colocar el concreto lanzado.

Sobre la lumbrera se coloca la torre de manto que también cuenta con una calesa que sirve como elevador para que el personal entre y salga del túnel, dicha torre consiste en una estructura metálica, un motor eléctrico con cables de acero, que están sujetos por un lado a las tolvas donde se deposita el material por retirarse del túnel, las tolvas se guían por rieles para evitar el balanceo; y en el otro extremo puede ir sujeto el elevador o calesa para el personal. Cuando el elevador de personal baja, las góndolas o botes de manto suben depositando el material en tolvas para que una vez que tienen el material suficiente, los camiones lo retiren hasta el banco de tiro, fijado por la supervisión. En la lumbrera se coloca una escalera metálica, fijada al muro para que en caso de que sufra una falla el elevador el personal pueda subir o bajar al túnel.

VI.2.- Instalaciones Interiores.

Las instalaciones interiores son aquellas que se colocan dentro del túnel y básicamente son conductos para el aire comprimido; el tubo del aire comprimido consiste en un tubo de acero de 4 “ de diámetro (10 cm) al cual se conectan los equipos neumáticos por medio de coples. La energía eléctrica se introduce al túnel por medio de cables alojados en tubos galvanizados, de aquí se toma la corriente eléctrica necesaria tanto para los equipos eléctricos como para la iluminación del túnel por medio de registros y contactos, colocados a una cierta distancia con la finalidad de no usar extensiones demasiado largas en los equipos. El conducto de la ventilación con 20” de diámetro (50 cm) se coloca en la clave del túnel para que se inyecte aire hasta cerca del frente con la finalidad de que el aire salga por la lumbrera y de esta forma se ventile el túnel, en la bóveda del túnel se colocan tolvas de diferentes capacidades para recibir los agregados y el cemento; tanques para almacenar el agua y el aditivo líquido. Sobre el piso del túnel se colocan las vías para el traslado de los trenes de rezaga y de lanzado así como los cambios de vía para permitir las maniobras necesarias para cambiar las góndolas llenas por las vacías así como un espolón para el almacenamiento del tren de lanzado durante la aplicación del concreto lanzado. En la zona de la lumbrera bajo la torre de manto y a un costado de la vía se realiza una excavación llamada alcancía para alojar los botes de manto de la rezaga y escombros de material. Básicamente estas son las instalaciones dentro del túnel como se puede observar en las figuras No 6.2 y 6.3.

VI.3 EJEMPLO

El interceptor Centro - Poniente que forma parte del drenaje profundo de la Ciudad de México, se encuentra localizado en su mayor parte, en la zona que se denomina de transición y de lomas; esta división es en base al reglamento de construcciones del D. F. donde el suelo de la ciudad lo divide en tres zonas: Lago, Transición y Lomas.

La denominada zona de transición por lo general esta formada con los depósitos arcillosos o limoso orgánico de la formación Becerra, cubriendo estratos de arcilla volcánica, de

espesor variable, intercalados con capas de arena limosa compacta, los cuales descansan sobre resistentes mantos en los que predominan la arena y grava.

La conocida como zona de lomas, se denomina así por desarrollarse en la parte baja de la Sierra de las Cruces y está formada por terrenos compactos, arena limosos, con alto contenido de grava algunas veces y por tobas pumíticas cementadas. En la zona norte de la ciudad presenta depósitos eólicos de arena fina y uniforme.

Como se vio en el párrafo anterior, por las zonas estratigráficas donde se localiza el interceptor Centro Poniente, se tomó la decisión de que la excavación se realizara a sección completa y se ademara con Concreto Lanzado. Para llevar a cabo la excavación se usó máquina rozadora. Para la extracción y rezaga del material producto de la excavación se hizo uso de máquinas rezagadoras de cucharón y banda que permiten el depósito del material directamente en las góndolas de volteo o botes rezagadores que fueron montados sobre plataformas de tren, los que se movieron por locomotoras diesel. Para realizar las maniobras necesarias de cambio entre las góndolas llenas por las vacías, a una determinada distancia del frente aproximadamente 200 m se colocó un cambio de vía al que se conoce como “Cambio California” donde se coloca un espolón de vía que no llega hasta el frente, pero tiene la dimensión necesaria para almacenar el tren de lanzado y la plataforma de la góndola llena. Al estar la góndola en la vía del espolón se desengancha del tren y este se retira con las restantes a la vía principal donde las coloca en dirección del frente pasando el cambio, desengancha el tren y regresa por la góndola llena ya reenganchada está se retira a la vía principal y reengancha las demás góndolas, llevando todo el tren hasta el frente donde se procedió a llenar la góndola vacía, repitiéndose el ciclo; una vez llenas las góndolas, las locomotoras procedían a retirarlas hasta la lumbrera donde se realizaba el manteo. Si se usaron botes, el manteo se realiza directamente esto es, que los botes se enganchan a los cables y se izan. Si se usaron góndolas, estas vacían el material a unas tolvas que están colocadas a ras de piso, en la lumbrera, donde descargan hasta los botes de manteo los que están colocadas en una excavación por debajo del piso y denominándosele alcancía, las góndolas vaciaron el material a las tolvas por medio de gatos hidráulicos que las voltean.

Una vez terminada la excavación y cuando se estaba realizando la rezaga, se procedía a colocar el Concreto Lanzado, lo cual se llevaba a cabo por medio de una estructura tubular que se denominó "Tarango" y que en la parte superior contaba con dos plataformas, una de las cuales era deslizante, para poder ademar la clave del túnel, sin interferir con los trabajos de excavación y rezaga.

Los materiales para la elaboración del Concreto Lanzado se introdujeron al túnel por la lumbrera, el cemento a granel por medio de un tubo sujeto a la pared de ésta, con aire a presión, el diámetro del tubo es por lo general de 4" de diámetro (10 cm.), desde los silos que se instalaron en la superficie hasta unos que se encontraban en el interior del túnel en la parte superior o clave y cuya capacidad fue de 8 m³ cada uno; los agregados ya mezclados y dosificados en la superficie, se almacenan en una tolva con criba que está conectada a un pozo ademado de 12" a 20" de diámetro cerca de la lumbrera y que permitió cargar directamente los carros de agregados "trixes" en un tiempo aproximado de 5 minutos.

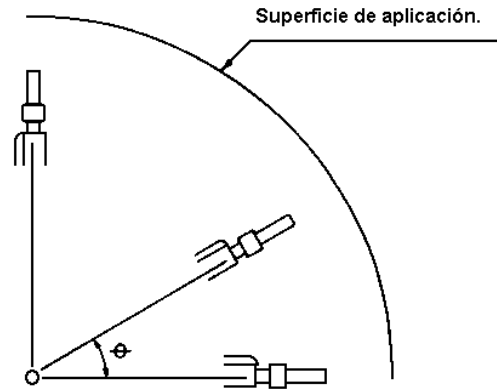
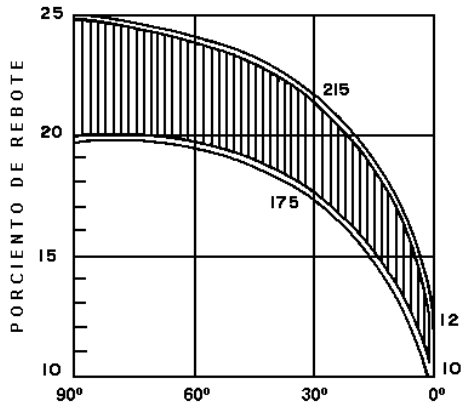
El acelerante líquido se introdujo al interior del túnel por un tubo cuyo diámetro fue de 2" a 3" hasta un tanque secundario cuya capacidad fue de 8 m³, el cual se colocó cerca a la zona de trabajo. De ahí se transportó por medio de aire a presión a un tanque de 1 m³ de capacidad, colocado en el "Tarango" de donde se extrajo por bomba que lo llevó hasta la boquilla de lanzamiento para incorporarse al agua y al concreto. Como se vio en el capítulo de equipo es muy importante contar con este tipo de bombas para lograr un mayor control en la dosificación del acelerante.

Para lograr un mayor avance se utilizaron dos lanzadoras de concreto simultáneamente, por lo que también fue necesario utilizar dos carros "trixes", que como se vió en el capítulo de equipo, son los carros mezcladores de agregados con el cemento; a los cuales se les programó la velocidad del tornillo sinfín o gusano para dar una relación en la mezcla de 1:3.5 con lo que se obtiene una resistencia de 250 Kg/cm² a los 28 días de edad. La capacidad de la tolva de agregados fué de 5 m³ y de 1.4 m³ la del cemento; las lanzadoras se colocaron en una plataforma del tren lo más cerca del frente de lanzado, 50 m o menos

en una vía lateral, que como se explicó anteriormente forma parte del llamado cambio California.

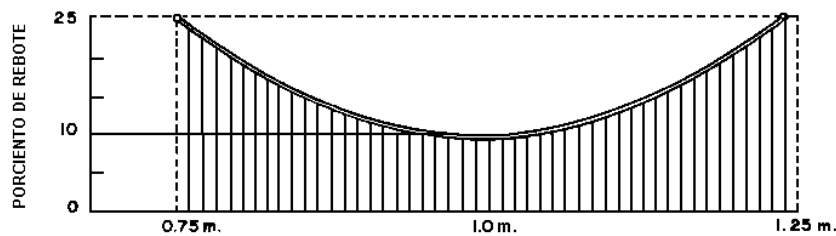
El aire comprimido se introdujo al túnel por medio de una tubería de 4" de diámetro, la cual sirvió para todos los equipos neumáticos los cuales se conectaron por medio de coplees y mangueras a esta tubería. El espesor del Concreto Lanzado varió de 5 a 15 cm. esto fue por que al hacer la excavación, la superficie queda con protuberancias. Otra de las causas es el efecto de rebote que se produce al colocar el Concreto Lanzado, que como se explicó en el capítulo de equipo, lo realiza él operador de la boquilla o lanzador.

Para mejorar la adherencia entre el Concreto Lanzado y la superficie descubierta del túnel, se ideó colocar anclas en las zonas que se consideró tendrían problemas. En un principio se colocaron a 40 cm de distancia entre sí y con una longitud de 60 cm, pero en varias ocasiones estas anclas fallaron, trayendo consigo masa de suelo; por lo que se optó por unas de 3 m. de longitud, lo que hacia más tardado el proceso pero más seguro. También se presentaron fallas en la intersección entre el muro y el piso, las cuales se solucionaron colocando el Concreto Lanzado como si se tratara de una sección circular, incluyendo el piso. Otro de los problemas que presenta el Concreto Lanzado y que se ha mencionado con anterioridad, es el ocasionado por el rebote, que algunas veces llega al 50 %. Esto se puede reducir considerablemente en base a la buena dosificación del agua, la pericia del lanzador, por lo que se recomienda que la distancia entre la boquilla y la superficie de lanzado debe quedar dentro del rango de 0.80 m y 1.0 m y la boquilla estar perpendicular a la superficie, en la figura siguiente vemos las recomendaciones para la colocación del concreto lanzado.

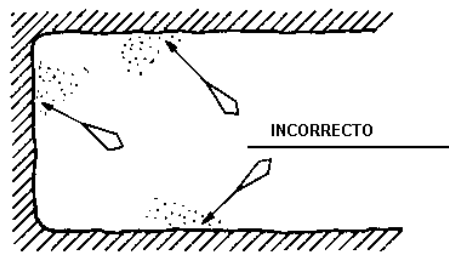
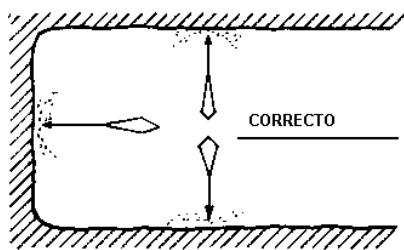


Angulo ϕ de la boquilla con la horizontal en grados

Efecto de la Dirección del Lanzado en el porciento de rebote, notese que la boquilla se mantiene Ortogonal a la superficie mientras que el ángulo con la horizontal varía (según Drogslar)



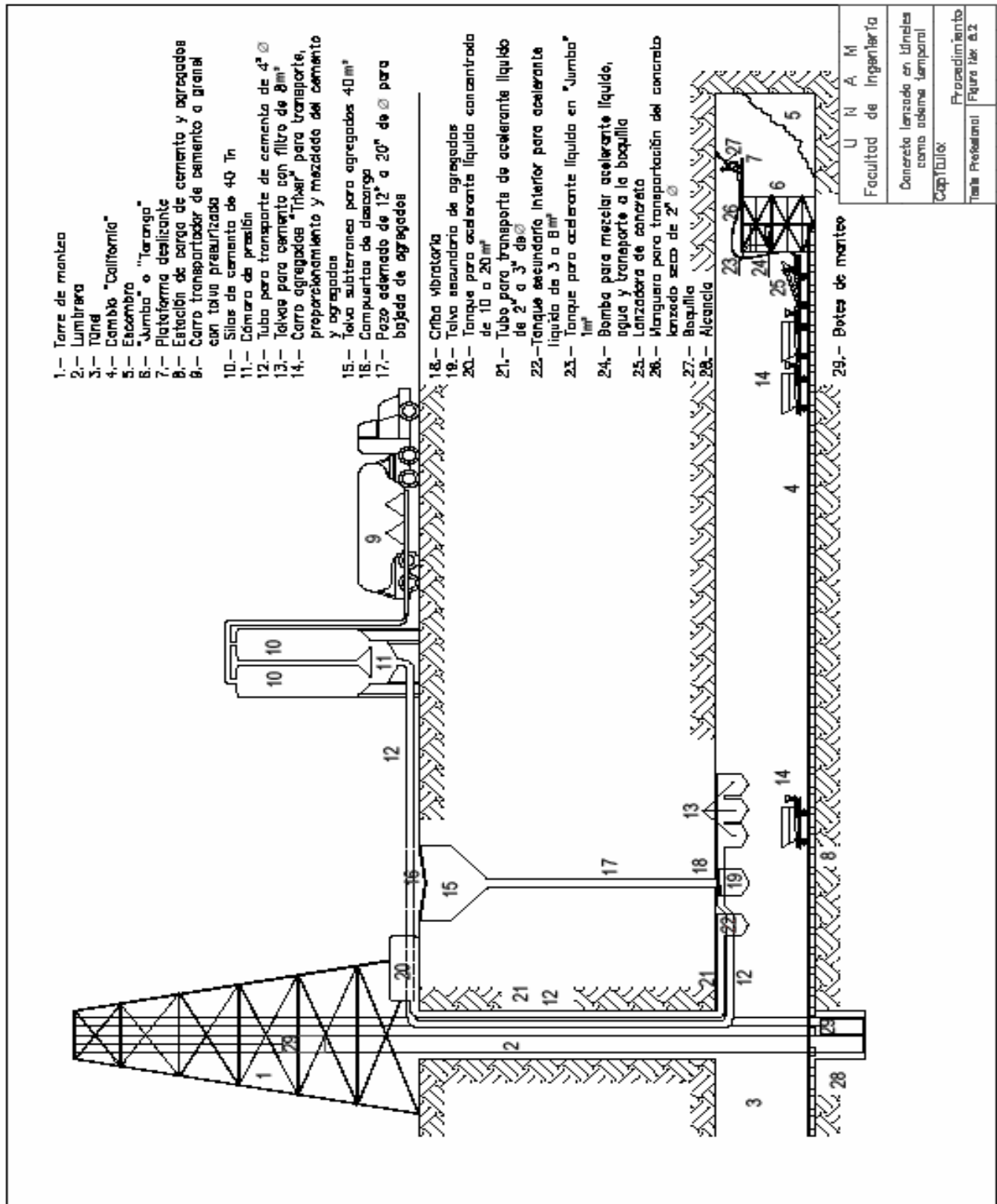
DISTANCIA DE LA BOQUILLA A LA SUPERFICIE DE APLICACIÓN.



ANGULO DE LANZADO.

El avance que se obtuvo fue de 3 m a 8 m por día, dependiendo del tramo excavado, ya que, como se menciona al principio, el Concreto Lanzado se colocó al mismo tiempo que se extrajo la rezaga.

En las figuras 6.2 y 6.3 vemos las instalaciones en el túnel y la lumbrera, en la fotografía 6.4 se observa la colocación de concreto lanzado en la pared del túnel y el piso del mismo.



U N A M
 Facultad de Ingeniería
 Concreto lanzado en líneas como sistema "temporal"
 Capítulo:
 Procedimiento
 Tarea Profesional | Figura 1a: 8.2

Fig. 6.2

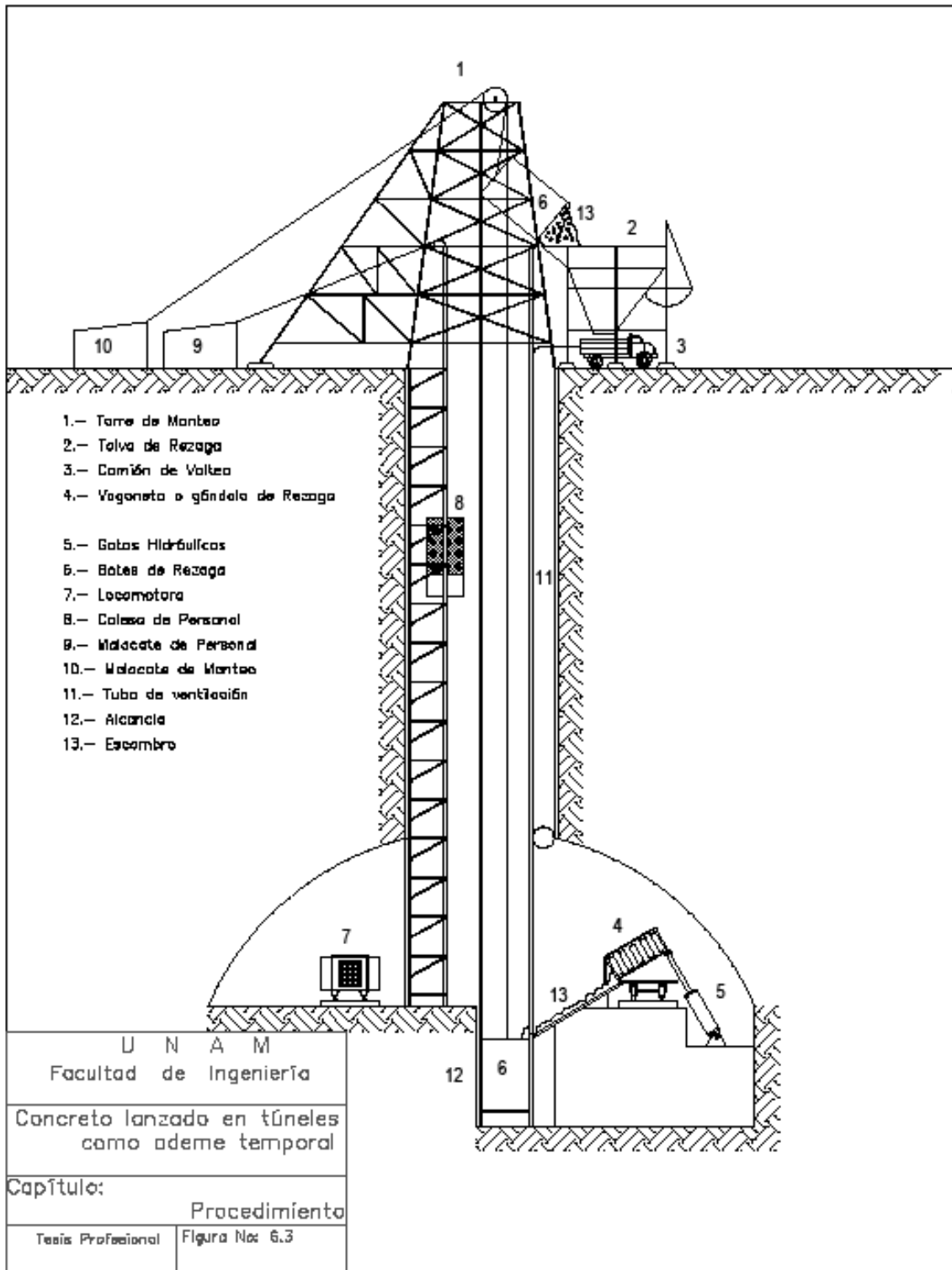


Fig. 6.3



Foto. 6.4 Colocación del Concreto Lanzado con dos lanzadores uno lanzando en la pared del túnel donde se observa al ayudante y el otro colocando el concreto en el piso del mismo.

VII

MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN.

Para observar el comportamiento de la masa del suelo actuante sobre el ademe del túnel se colocan instrumentos para evaluar si es necesario modificar o cambiar el tipo de ademe, ya que la construcción de túneles plantea problemas que requieren de la instrumentación. Con los datos que se obtienen de la instrumentación es posible mejorar los métodos de análisis y diseño del mismo a futuro.

La mayoría de los programas de instrumentación en túneles se hace únicamente durante el tiempo de construcción y son casi nulos los programas de instrumentación durante la operación de la estructura.

Dicha instrumentación tiene como finalidad medir la distorsión del ademe y los esfuerzos actuantes sobre el mismo. Los métodos e instrumentos de campo para determinar el estado de esfuerzos del suelo y las deformaciones del ademe son:

- VII.1 Piezómetros
- VII.2 Longímetro
- VII.3 Inclínómetro
- VII.4 Extensómetro.
- VII.5 Nivelación
- VII.6 Celdas de Carga
- VII.7 Celdas de Presión.
- VII.8 Gato plano

VII.1.-PIEZÓMETRO.- Se utiliza para conocer la evolución de las presiones de poro y determinar las condiciones hidráulicas en el interior de la masa de suelo. La presión existente en el suelo se registra principalmente a la profundidad en que se aloja la punta del instrumento la que capta dicha presión. Los parámetros obtenidos, en conjunto con otros nos ayuda a observar con mayor amplitud las condiciones del túnel durante el proceso de construcción, como es el de ver si el bombeo o subdrenaje de la obra son los

adecuados u obtener información que en un momento dado permita controlar un flujo de agua hacia el interior del túnel.

Existen dos tipos de piezómetros: el abierto o de Casagrande y el neumático; el primero se utiliza en suelos formados por partículas gruesas y el segundo para suelos con partículas finas.

Descripción del piezómetro abierto o de Casagrande y su instalación en campo.

El bulbo piezométrico esta constituido por dos tramos de tubo de P. V. C. perforados, con una longitud que normalmente es de 40 cm el tubo exterior es de 1 1/2" y el interior de 1", entre ambos tubos se coloca un filtro de arena de cuarzo bien graduada. A partir del tubo interior se acopla otro de P. V. C. de 1" de diámetro y con longitud de 1.50 m, estos tramos se continúan colocando hasta llegar a la superficie.

Para llevar a cabo la instalación del piezómetro, previamente se realiza una perforación de 3" de diámetro con máquina rotatoria. Es importante señalar que se evite el utilizar bentonita para el ademado de dicha perforación, ya que por su uso se pueden obtener respuestas erróneas en el instrumento. La perforación se realiza por lo general 50 cm por abajo de la profundidad deseada para obtener las mediciones hidrostáticas.

Una vez que se llegó a la profundidad de perforación deseada se rellena con arena hasta 50 cm, se introduce el bulbo hasta la arena la cual ya tiene la profundidad de medición o instrumentación, se acoplan los tramos de tubo de P. V. C. de 1.50 m de longitud hasta llegar a la superficie, al nivel del terreno natural. Una vez realizado esto se procede a rellenar la perforación con gravilla y arena bien graduada hasta lograr una altura de 1.00 m, procediendo en seguida a rellenar una altura de 50 cm con bentonita compactada; realizando esto, la altura restante se rellena con material producto de la perforación. Lo anterior se observa en la figura No 7.1.

PIEZÓMETRO ABIERTO TIPO CASAGRANDE

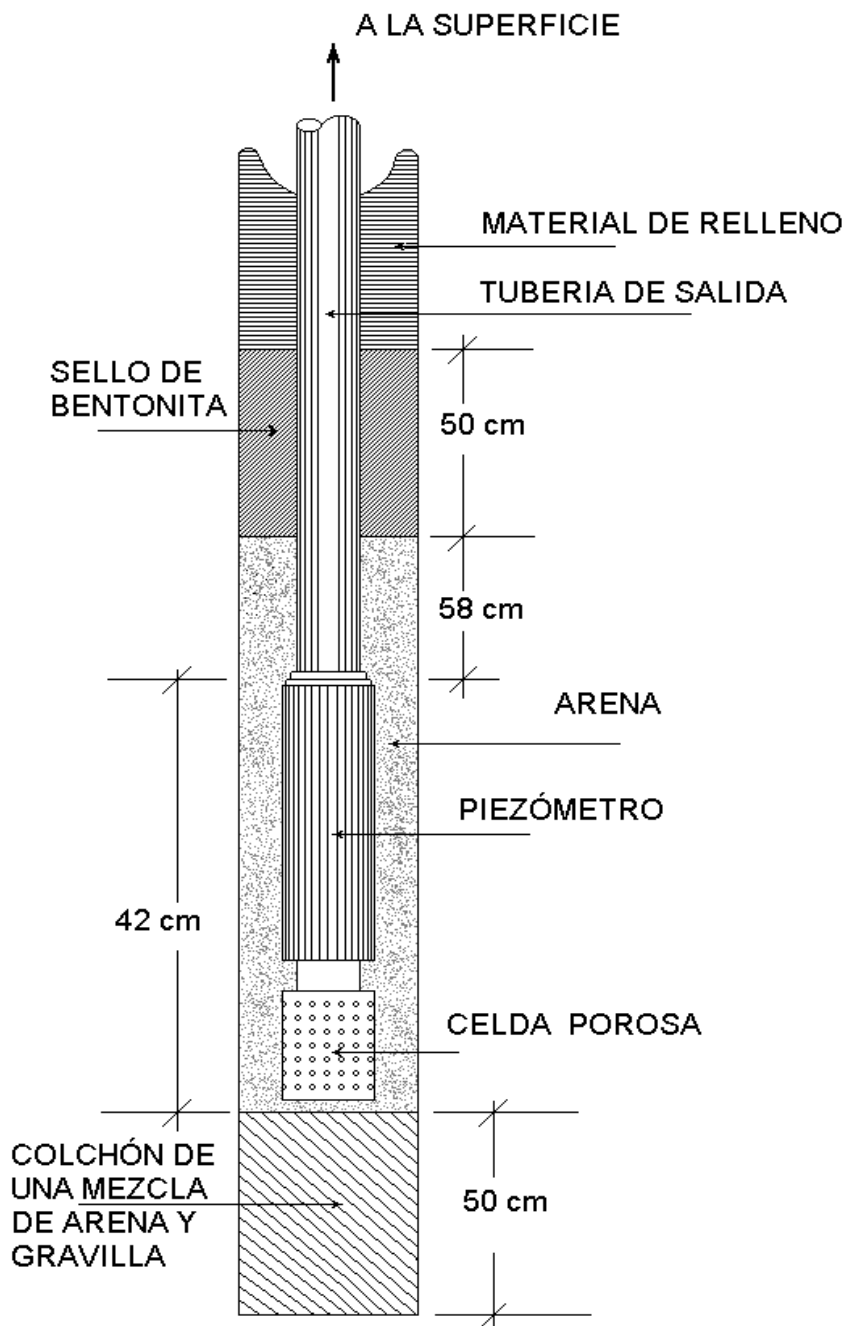
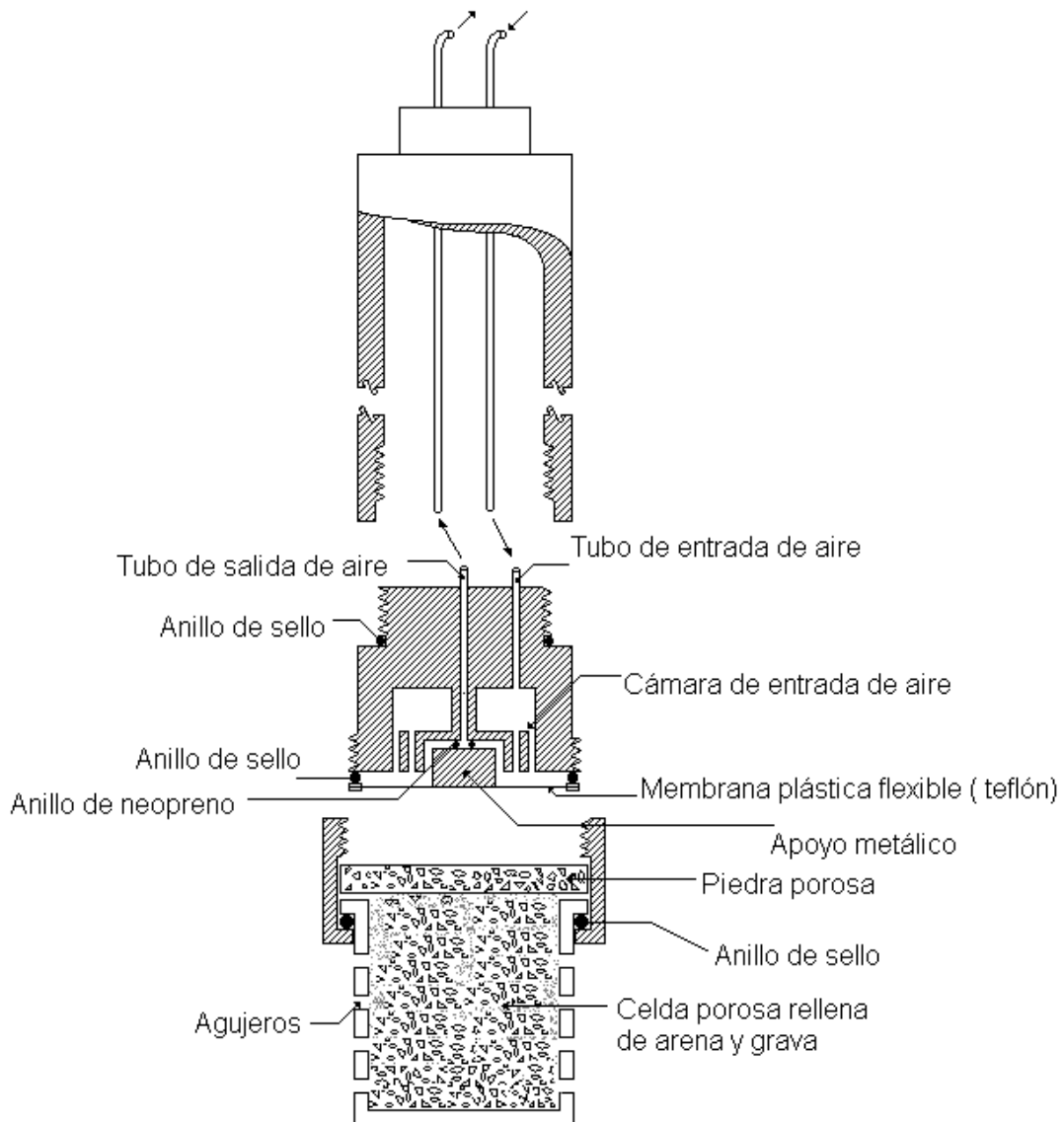


Fig. 7.1

Funcionamiento del piezómetro abierto.- El funcionamiento del piezómetro básicamente consiste cuando la presión hidrostática actuando en el bulbo, provoca que el agua se introduzca por las perforaciones al interior del mismo formando una columna de agua, esta columna representa la presión hidráulica actuante en la profundidad de la medición. Para obtener la altura de la columna de agua, esta se realiza por medio de una sonda eléctrica ya sea de luz o sonido, dicha sonda tiene un electrodo en el extremo del cable de medición que se introduce en el tubo abierto y esta diseñada para que solamente detecte el nivel de agua en el tubo de P. V. C. Es decir, que el electrodo no toma en cuenta o se vea afectado por el agua de la humedad existente en las paredes de la tubería, o por posibles capas de aceite sobre el nivel del agua la precisión de la lectura es de 1 cm. El cable es de alta resistencia a la tensión, enrollado en un carrete, con calibraciones a intervalos de 1.00 m con señales de metal, la longitud de presentación es de 100 o 200 m.

Una vez que se registró la profundidad del nivel de agua, a la distancia obtenida se le resta la profundidad total del piezómetro y de esta manera se conoce la altura de la columna de agua. Dicha distancia se multiplica por el peso volumétrico del agua para transformarla a una presión, que es la presión hidrostática actuante a la profundidad del bulbo piezométrico.

Piezómetro Neumático.- En este tipo de piezómetro el bulbo esta formado al igual que el anterior por un tubo de P. V. C. perforado de 1 1/4" de diámetro relleno con arena a través del cual la presión del agua se transmite al diafragma, el agua pasa previamente por una piedra porosa, que evita la entrada de cualquier partícula fina que pueda provocar una lectura deficiente en el piezómetro, el diafragma sella en el extremo medio superior, en el extremo superior se encuentran dos orificios por el que pasan dos tubos de plástico de 3/16" de diámetro los cuales llegan hasta la superficie protegidos por un tubo de P. V. C. de 3/4" acoplado en tramos de 1.50 m de longitud, en la figura No 7.2 vemos un corte esquemático de este tipo de piezómetros.



PIEZÓMETRO CERRADO TIPO NEUMÁTICO

Fig. 7.2.

La instalación del piezómetro neumático es similar a la del piezómetro anterior. La diferencia consiste en que se le pone una capa de bentonita de 50 cm de altura por debajo de la capa de 50 cm de arena que también se coloca en el piezómetro abierto, por lo que la profundidad de perforación es de 50 cm más profunda que en éste último.

Funcionamiento.- El piezómetro funciona cuando se le aplica aire a presión a través de la manguera de admisión; llevando la presión aplicada a un valor superior de la subpresión actuante en el diafragma debida a la presión hidráulica del agua contenida en el suelo. Con la presión aplicada, el diafragma se deforma hacia abajo 0.2 mm con lo que permite el paso del aire a la línea de salida, esta línea se halla conectada al registrador de presión, que puede ser un juego de manómetros, los cuales en ese momento están registrando una presión mayor que la hidrostática del suelo. Para conocer esta última, se disminuye lentamente la presión aplicada, de tal manera que cuando ambas presiones se igualan, el diafragma regresa a su posición inicial sellando de nuevo los orificios de llegada de las mangueras. De esta forma el diafragma impide la salida del aire a presión localizado en el interior de la manguera conectada a los manómetros, reteniendo entre el piezómetro y los manómetros la presión de aire que iguala la presión hidrostática del suelo, es en este momento que se igualaron las presiones que se procede a realizar la lectura en los manómetros.

VII.2.-LONGÍMETRO.- Éste instrumento se utiliza para obtener los movimientos convergentes o divergentes que se empiezan a generar en las paredes del túnel. Inmediatamente después de que éste es excavado, se hace una medición para obtener los datos iniciales que nos permiten medir la variación de la distancia a través del tiempo, entre varios puntos seleccionados en las paredes del túnel en una distribución diametral. La colocación de estos puntos de referencia se puede hacer, según sea el caso, sobre la roca o suelo, sobre el revestimiento provisional o ademe temporal, o sobre el revestimiento definitivo.

Estas mediciones se llevan a cabo con la finalidad de conocer y controlar los movimientos del túnel, con lo que durante la construcción se obtiene una mayor seguridad en cuanto a la estabilidad del mismo. La información obtenida se puede utilizar simultáneamente para la revisión del diseño y la verificación de las teorías existentes.

El longímetro es un instrumento con el que se registra la distancia entre dos puntos de referencia con una aproximación de 0.01 mm, la primera lectura realizada se toma como base, las siguientes lecturas se comparan con la primera y de esta forma se

registran los movimientos del túnel para definir si los puntos se separan o se juntan, con el paso del tiempo y por otro lado si los movimientos son o no de consideración.

El longímetro esta constituido por dos partes la primera es una cinta de acero que por sus características se le denomina invar marcada a cada 5 mm, tiene una argolla integrada en uno de sus extremos, la que se coloca en el punto de referencia. Por lo general la cinta es de 25 m de longitud; la otra es una caja de registro que tiene en uno de sus extremos una argolla para colocarla en el punto de referencia seleccionado para la medición. La caja, figura No 7.3, contiene en su interior los dispositivos necesarios para producir una tensión en la cinta después de que las argollas se fijan en los puntos de referencia determinados y la cinta es fijada a la caja. Es importante que la tensión sea la misma en todas las mediciones, esta tensión como se menciona antes se registra en la caja del aparato, la más usual es de 15 kg.

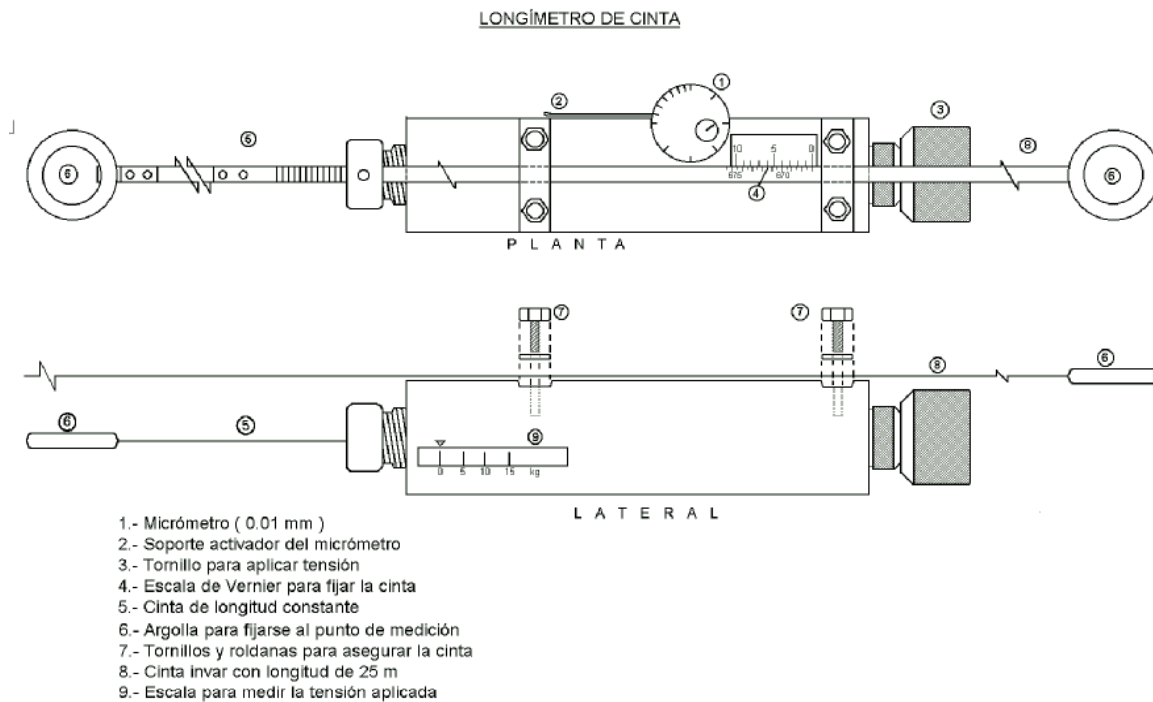


Fig. 7.3 Caja de instrumentos del Longímetro de cinta.

SECCION DEL TÚNEL EN TANGENTE

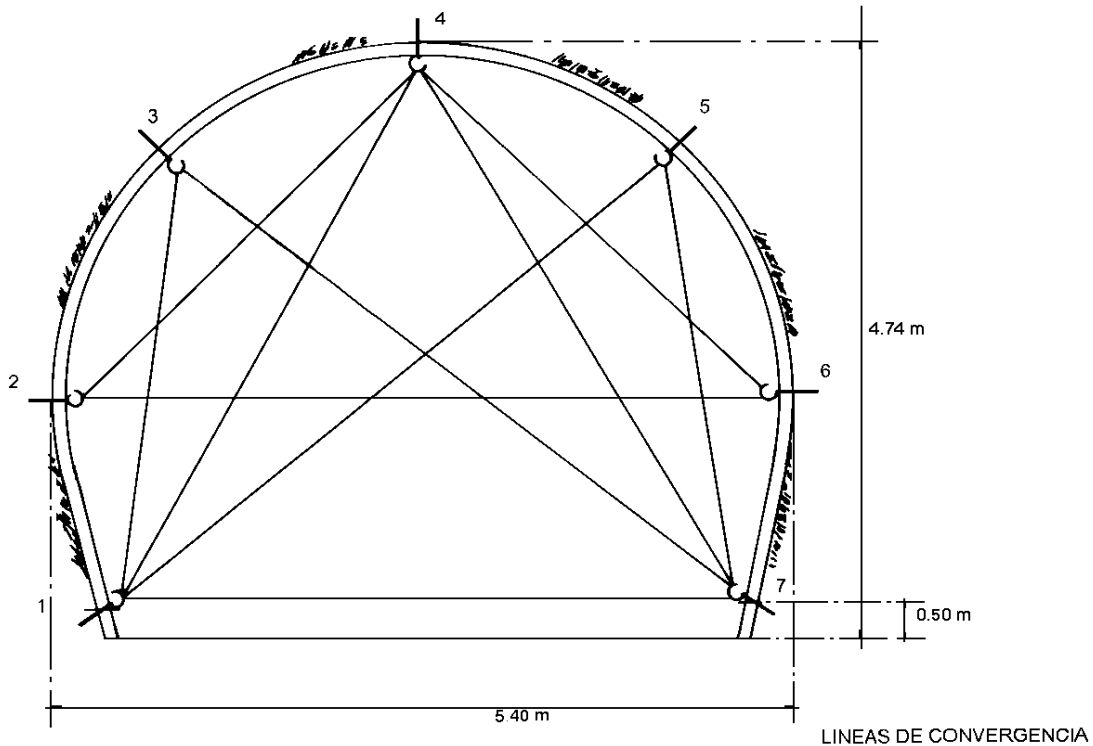


Fig. 7.4. Ubicación de los puntos de referencia dentro del túnel para las mediciones de convergencia y divergencia.

Los puntos de referencia se distribuyen como lo muestra la figura No 7.4 en las paredes del túnel. Dependiendo de la superficie en que se tengan que anclar dichas referencias, será la forma de instalación. Cuando los puntos de referencia se fijan directamente en el suelo o roca, se perforan barrenos con un diámetro de 1/2" y longitud de 50 cm, la armella tiene un diámetro de 1/4" y una longitud de 60 cm. Para fijar la armella se introduce con una lechada en la perforación. Cuando los puntos se fijan en el revestimiento, ya sea el provisional o definitivo, se instala una armella con una longitud de 10 cm y 1/4" de diámetro, la perforación también es de 1/2" de diámetro, colocando esta con una mezcla de cemento que incluye un aditivo acelerante de fraguado. Cuando los puntos de referencia estén sobre marcos metálicos de ademe temporal, se soldarán sobre estos ya que en un momento dado pasarán a ser parte del revestimiento del túnel.

Para llevar el control de la magnitud de las deformaciones y definir además la tendencia y comportamiento de los mismos, se construye una gráfica que contenga en sus ordenadas el valor de la deformación en mm y en sus abscisas el tiempo en días (ver

figura No 7.5). En este tipo de gráficas se observa claramente la velocidad de deformación y es uno de los parámetros cuya participación es importante en la toma de decisiones en cuanto a que los movimientos que se presentan en las paredes del túnel son estables o no y en función de ello, si es necesario, realizar medidas correctivas en el proceso constructivo o en el ademe temporal que se haya decidido colocar en el proyecto del túnel o en caso necesario la colocación inmediata del revestimiento definitivo del mismo.

MEDICIÓN DE CONVERGENCIA.

Este tipo de prueba permite valorar la presión que ejerce el suelo sobre el ademe, por medio de la curva de reacción del mismo, mediante la determinación de la deformación del túnel antes de la colocación del ademe definitivo.

El procedimiento que se sigue es el que a continuación se describe.

1.- Se marcan los puntos de medición en las paredes del túnel tan pronto como sea posible. En la figura anterior (7.4) se muestra como se deben localizar los puntos.

2.- En cada punto se efectúa una perforación cuya profundidad como se indica anteriormente será de acuerdo al material en que se requiera anclar la armella y con un diámetro de 1/2”.

3.- Se introduce el taquete con la armella y se ancla o se coloca la armella con la lechada según sea el caso.

4.- Se fija el extensómetro portátil junto con la cinta “invar” a las armellas.

5.- Se toma una lectura inicial en el puente de Wheastone de la deformación registrada en el extensómetro.

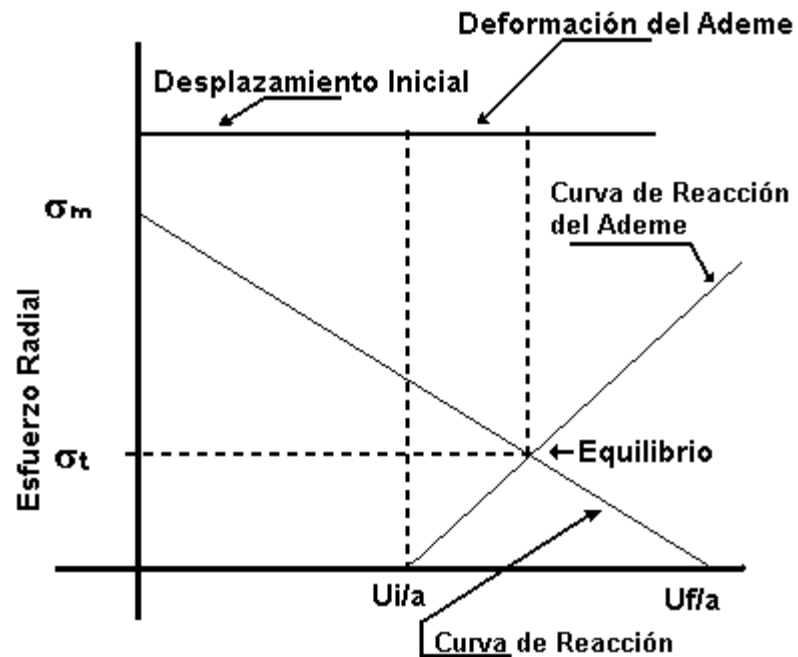
6.- Se procede a remover el extensómetro y la cinta invar, de los pernos fijos en la pared del túnel.

7.- Se toman lecturas cada ocho horas espaciándolas más de acuerdo como se observe la variación de las mismas. Las lecturas se harán conforme a la ubicación de los puntos marcados en la figura de la forma siguiente:

1-6; 1-5; 1-4; 7-4; 7-3; 7-2; 6-2; 7-1.

8.- Hacer la gráfica de la relación tiempo deformación y dibujar a una escala adecuada las secciones deformadas del túnel.

9.- Para valorar o estimar en forma aproximada la presión sobre el ademe, es necesario conocer la ley de variación del suelo y conocer la curva de reacción.



σ_m = Esfuerzo radial medido al hacer la excavación.

σ_z = Esfuerzo geostático sobre la clave del túnel.

σ_t = Esfuerzo actuante sobre el ademe.

S_m = Rigidez del material = $2 E_m \div (1+K_o)(1-\nu)$

E_m = Módulo de elasticidad del material.

ν = Relación de Poisson.

K_o = Coeficiente de empuje en reposo.

$K_o = \sigma_h \div \sigma_z$

σ_h = Esfuerzo horizontal correspondiente al esfuerzo vertical geostático.
(σ_z).

u/a = Reducción relativa final del radio del túnel = $\sigma_z \cdot (1 + \sigma) \div E_m$.

S_a = Compresibilidad del ademe = $E_a \cdot t \div a$

E_a = Módulo de elasticidad del material del ademe.

t = Espesor del ademe.

a = Diámetro exterior del ademe.

VII.3 INCLINÓMETRO.- Éste aparato en túneles se utiliza para medir las deformaciones horizontales que se presentan en las paredes del túnel, debido al paso de la excavación del mismo. Principalmente se utiliza para determinar los desplazamientos laterales en la masa del suelo o roca ocasionados por el cambio en el estado de esfuerzos. Con el inclinómetro se mide la desviación angular del eje longitudinal del aparato con respecto de la vertical; la integración trigonométrica de dicha inclinación a lo largo de la longitud de medición, conduce a determinar los desplazamientos laterales que se presentan en la masa del subsuelo.

El aparato esta formado por un torpedo, provisto de un sistema de rodaje alineado, en su interior contiene un péndulo instrumentado con deformímetros eléctricos. Dicho péndulo esta aislado en un compartimiento hermético lleno de aceite ligero, el cual proporciona un aislamiento térmico durante las mediciones, además evita que el péndulo oscile de manera brusca.

El torpedo va unido a un cable eléctrico que transmite los impulsos enviados por los deformímetros eléctricos y este cable se une a un carrete de enrollamiento dispuesto con las conexiones necesarias para acoplarlo al puente de registro.

La colocación del inclinómetro se inicia con la perforación de un barreno de 6" de diámetro, a una profundidad tal que el fondo de dicho barreno se ubique a una distancia aproximada de dos veces el diámetro del túnel por debajo del piso de éste y a una separación de 50 cm de la pared del mismo, como se observa en la figura No 7.6.

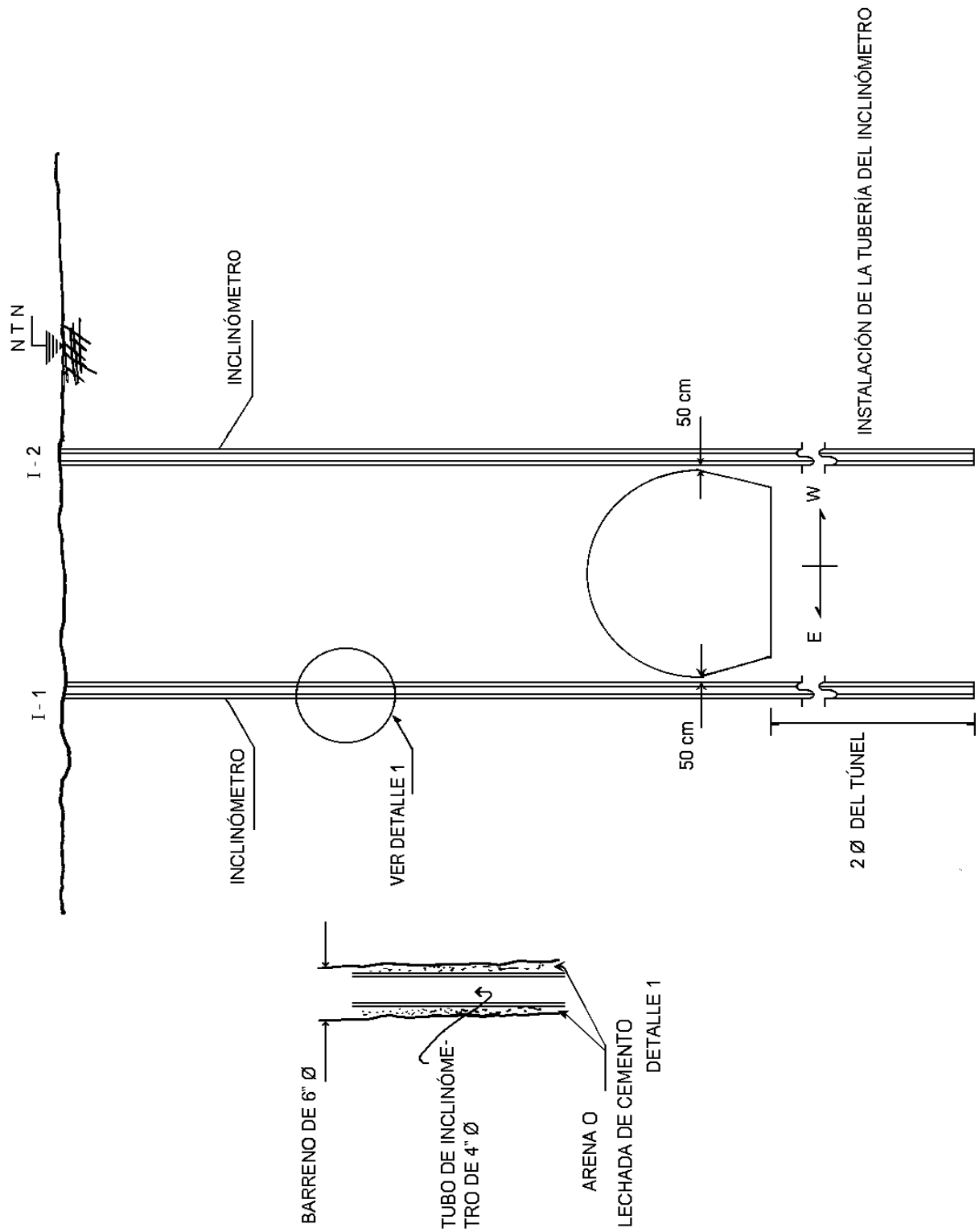
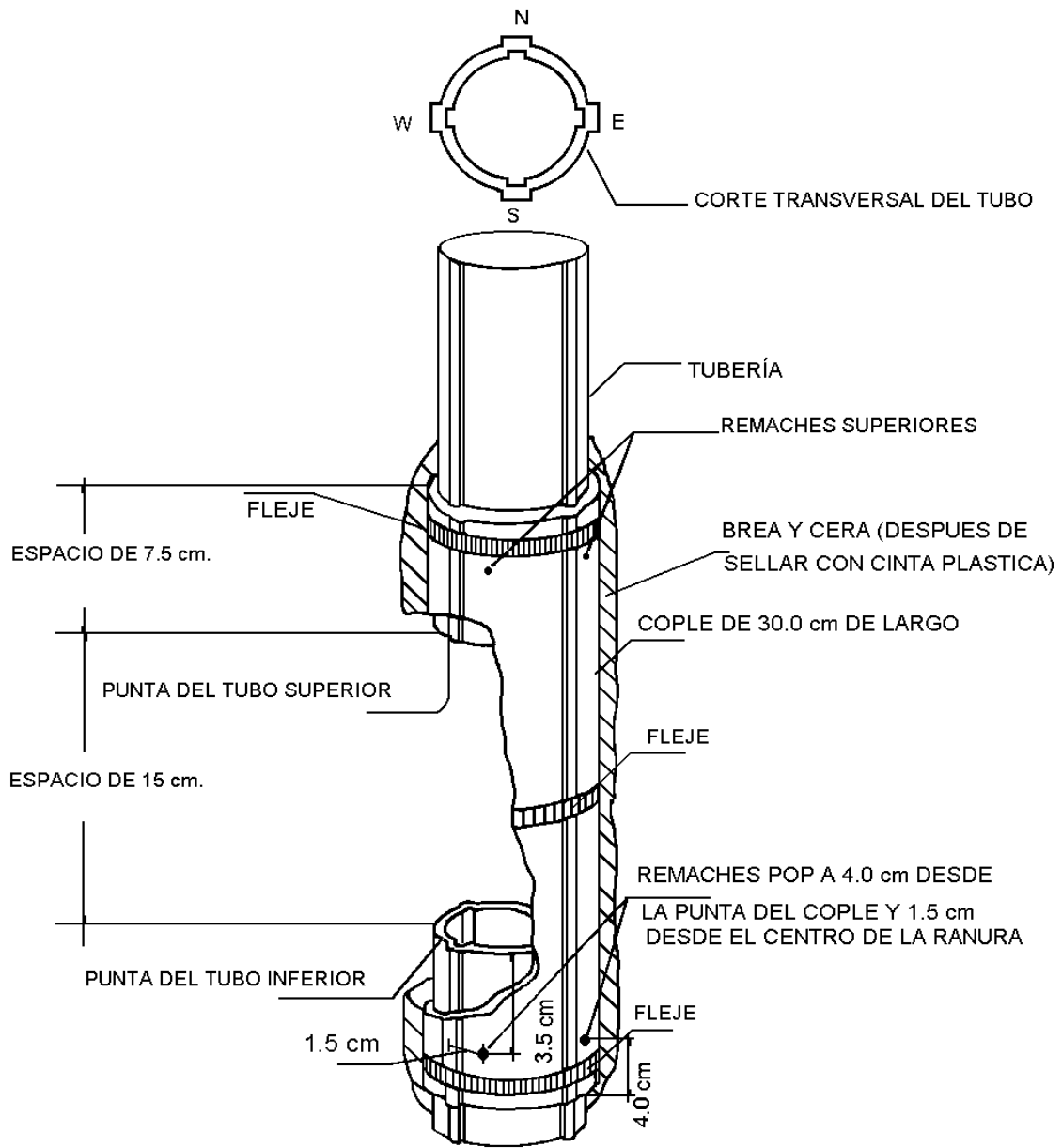


Fig. 7.6 Colocación de la tubería de los Inclinómetros

Una vez realizada la barrenación, se procede a armar los tramos de tubería de 3 m de longitud los cuales se forman uniendo pequeños tramos de tubo de 0.75 m ó 1.50 m. Los tubos son de aluminio provistos de cuatro ranuras o muescas dispuestas ortogonalmente y que sirven de guía para las ruedas del torpedo. Los tramos de tubo se unen con coples de 30 cm de longitud remachados y flejados a la tubería. Las uniones se impermeabilizan con capas de cinta plástica y parafina como se observa en la figura No 7.7. Los coples están formados por medias cañas de aluminio cuyo diámetro interior es ligeramente superior al exterior de la tubería, cuenta también con ranuras dispuestas en forma ortogonal para provocar su alineación con las de la tubería. En el extremo inferior del tubo, se coloca un tapón y se impermeabiliza; aproximadamente a 0.75 m por arriba del fondo de la tubería se coloca un perno a manera de tope, con la finalidad de que los sólidos que se alcancen a introducir en el interior del tubo se sedimenten en ese espacio, de modo que no interfieran con el deslizamiento del torpedo.



TUBERÍA DEL INCLINÓMETRO

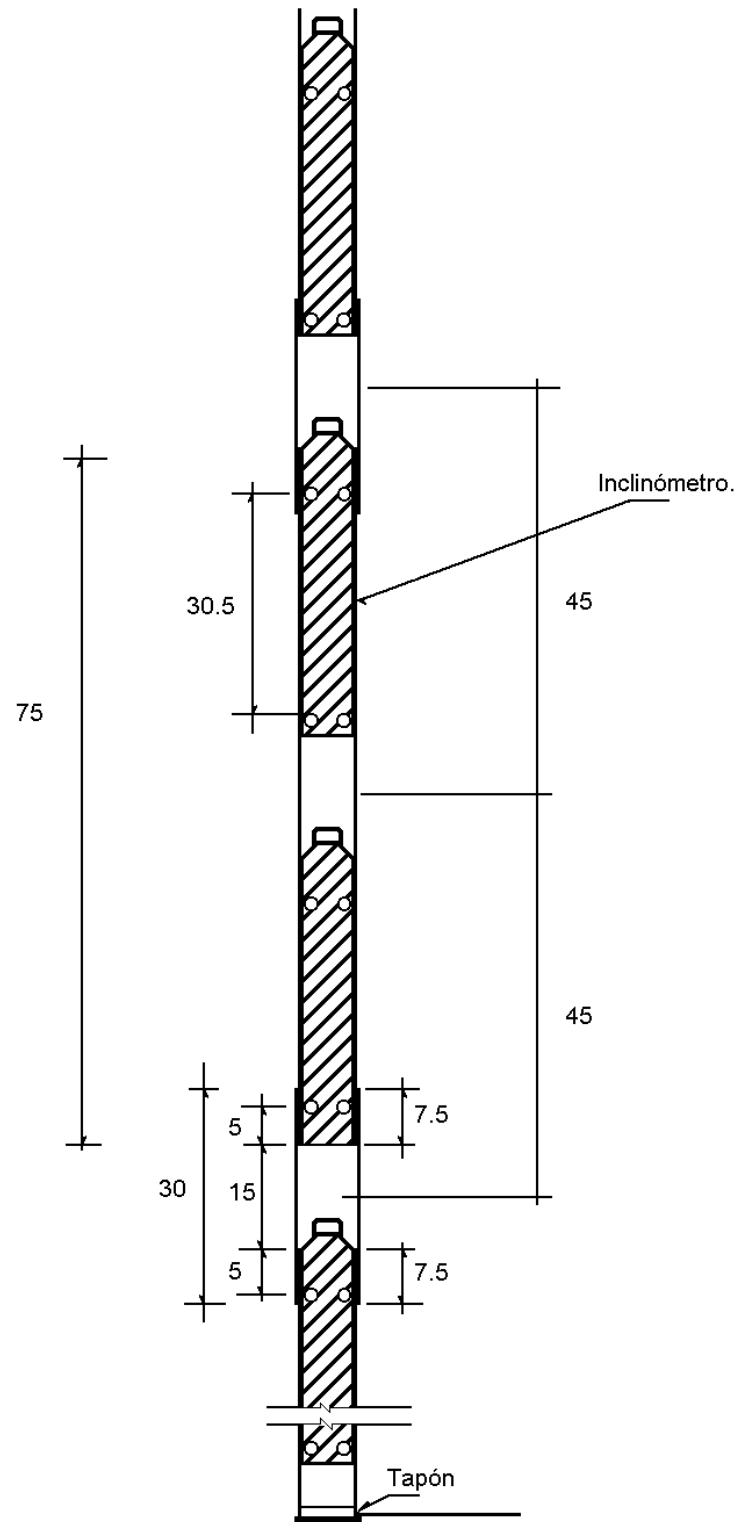
Fig. 7.7 Detalle de la unión de los tramos de tubo del inclinómetro con los coples.

Posteriormente los tramos de 3 m de tubería son bajados dentro del barreno unidos entre sí de la misma forma que los anteriores. Cuando el barreno está inundado por atravesar un manto acuífero, la tubería tiende a flotar dificultando su descenso; para ayudar en el descenso en estos casos la tubería se lastra con agua limpia. Cabe hacer

notar que las ranuras se deben orientar de tal forma que dos de ellas diametralmente opuestas, estén alineadas en la dirección de los desplazamientos que se pretenden medir.

Una vez que la tubería se encuentra colocada, se procede a rellenar el espacio entre el barreno y la tubería con arena limpia o una lechada de cemento, de tal forma que toda la tubería quede perfectamente confinada dentro del barreno. Una vez fraguada la lechada, se procede a colocar el tapón superior y su registro con el fin de que ningún cuerpo extraño pueda introducirse en la tubería, además de que está resulte dañada impidiendo o imposibilitando la introducción del torpedo.

Medición.- La forma de efectuar las mediciones es introduciendo el torpedo hasta el fondo de la tubería. asegurándose que las ruedas del mismo se deslicen dentro de las ranuras alineadas en el sentido de los desplazamientos del suelo. Posteriormente y con ayuda de una polea colocada en el brocal de la tubería, el torpedo es izado lentamente tomando la lectura en el puente de registro en cada posición que se defina, como se observa en la figura No 7.8 y asegurándose que la lectura se estabilice, así se continua hasta extraer el instrumento de la tubería. Las lecturas obtenidas se someten a un proceso de cálculo definiendo la deformación de la tubería en las posiciones escogidas y comparándola con las configuraciones anteriores incluyendo la inicial, estas mediciones se grafican para poder hacer la comparación como se observa en las figuras No 7.9 y 7.10.



Acotaciones en cm.

Lecturas en tubería de Inclinómetro.

Fig. 7.8. Toma de lecturas en la tubería del inclinómetro con el torpedo.

VII.4 EXTENSÓMETROS.- Este instrumento mide el desplazamiento relativo entre dos ó más puntos. Es ampliamente usado en la instrumentación de túneles excavados en suelo o roca, sobre todo si estos son de poca profundidad, de acuerdo a su funcionamiento. Existen diversos tipos de extensómetros, los hay que tienen aproximaciones en centímetros hasta los extensómetros eléctricos que proporcionan centésimas de milímetro. El más usual es aquél que posee una forma de lectura directa a través de un micrómetro de carátula, nombrado extensómetro mecánico y es el que describiremos más adelante.

Dada la versatilidad de los extensómetros con ellos podemos obtener la siguiente información:

- Desplazamientos Relativos.
- Desplazamiento Absoluto.
- Esfuerzos en el suelo.
- Cambio de curvatura.
- Esfuerzos en el ademe y anclaje.

El extensómetro es instalado desde la superficie del terreno natural o desde el interior mismo del túnel, en barrenos previamente perforados a través de la masa del subsuelo, como se muestra en la figura No 7.11. El instrumento consiste básicamente de unas anclas (tantas como puntos de medición se requieran hasta un número máximo de ocho), que se fijan en las paredes del barreno a la profundidad donde se desea conocer el movimiento del suelo, con alambres de acero inoxidable sujetos a cada una de las anclas y a una bocina de registro con un número de sujetadores en ménsula igual al de las anclas instaladas en el barreno, máximo ocho, provista de su elemento de salida así como de su registro y tapa, estas partes del instrumento se tienen esquematizados en la figura No 7.12.

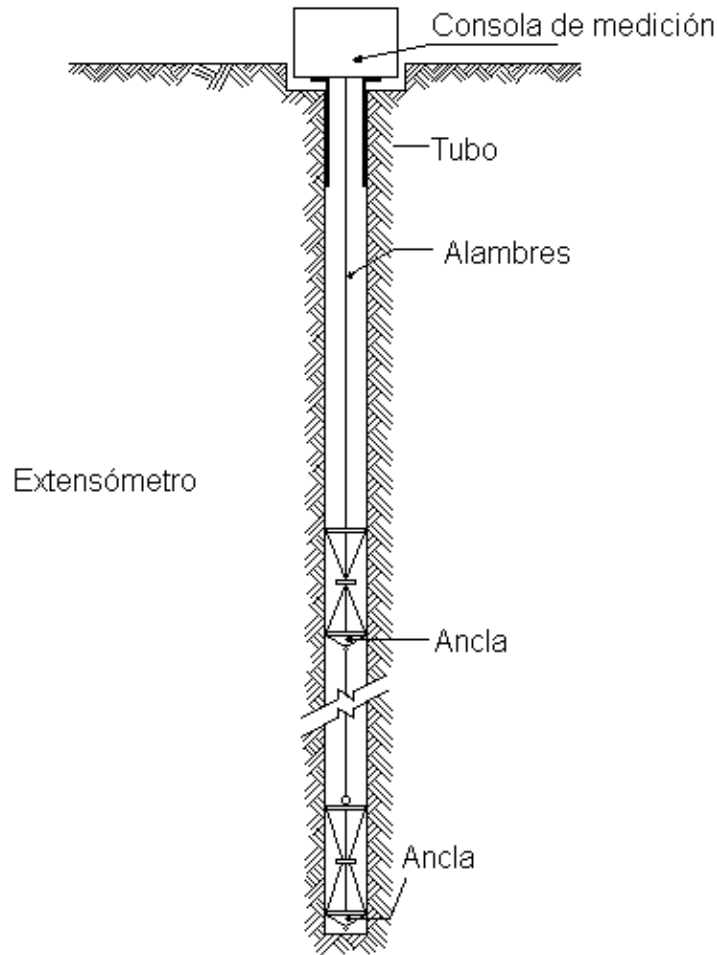


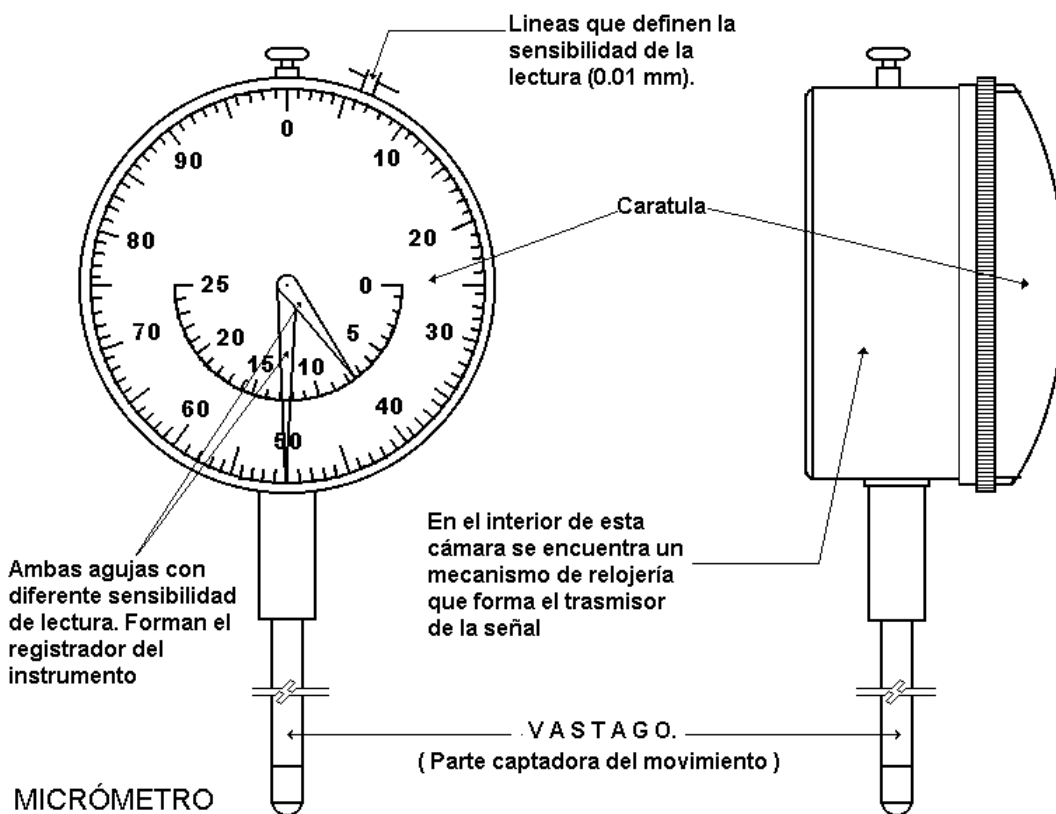
Fig. 7.11. Instalación del extensómetro y colocación de las anclas para obtener las deformaciones

La instalación del instrumento da inicio con la ejecución de la perforación de 2 1/2" a 3" de diámetro desde el terreno natural o del interior del túnel, en ambos casos siempre en forma radial en la dirección en la cual desean conocer los desplazamientos del suelo antes durante y después del paso de la excavación del túnel por la sección instrumentada.

Cuando el extensómetro es instalado desde la superficie del terreno, la perforación se hará de tal manera que el fondo del barreno se ubique a una distancia cercana a lo que será la pared o la clave del túnel, teniendo cuidado de que el barreno no intercepte la zona que constituirá la sección del túnel, para que la excavación de éste no alcance al ancla más próxima y de esta forma la inhabilite, perdiendo la información de los movimientos debido a su destrucción. Ya efectuado el barreno, se prosigue a descender las anclas una

por una, unidas a los cables, de modo que al estar a la profundidad deseada se fijan a las paredes del barreno. Las anclas poseen un orificio en la parte central que permite el paso del alambre de los puntos de medición ubicados por debajo de ellas. Una vez que todas las anclas han sido fijadas a las paredes del barreno en la posición requerida, se efectúan los trabajos necesarios para colocar el elemento de salida que lo conforman, la bocina de medición y el registro de protección del aparato, uniendo los extremos libres de los cables de las anclas instaladas, induciendo una pequeña tensión inicial en el cable.

La operación del instrumento consiste en que, cuando el suelo alrededor del túnel cambia en su estado de esfuerzos y se generan desplazamientos en la masa del suelo, estos arrastran consigo a las anclas del extensómetro, provocando una tensión adicional en el cable y con ello un movimiento transmitido a la ménsula de la bocina, en donde con el auxilio de un micrómetro de carátula, como el de la figura siguiente, se registran las deformaciones.



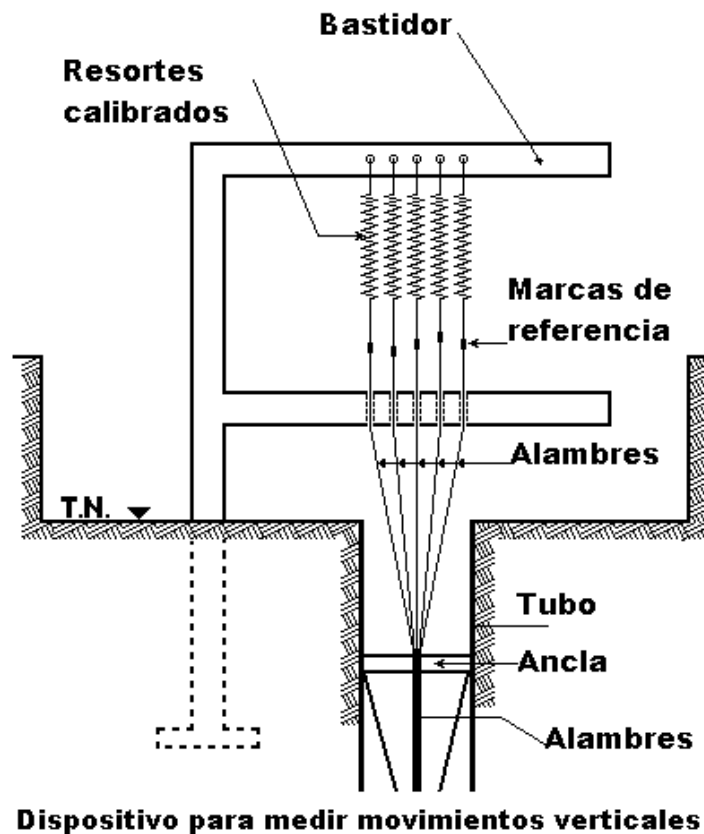


Fig. 7.12. Detalle del dispositivo colocado en la bocina del extensómetro para fijar los alambres de las anclas.

Finalmente, las diferencias que se obtienen al comparar las lecturas posteriores a la inicial tomada en la fecha de instalación del instrumento, permitirán conocer los desplazamientos que se generan en el subsuelo provocados por la excavación del túnel. De estos valores se puede llevar un control gráfico como el de la figura No 7.13.

Es importante señalar que en túneles someros o poco profundos, el brocal en donde se fija la bocina de medición del instrumento, puede estar también sujeto a sufrir desplazamientos hacia el interior del túnel, por lo que en estos casos, se recomienda efectuar nivelaciones del brocal en la superficie, para poder de esta manera obtener el valor total de los movimientos que se presentan en los puntos de ubicación de las anclas del extensómetro, sumando los registros obtenidos a base de nivelación con los obtenidos en el extensómetro, figura No 7.14.

VII.5 NIVELACIONES.- Para registrar el asentamiento en la superficie del terreno que se presenta, debido a la excavación del túnel, se utiliza el método más conocido y sencillo, que es el de colocar una serie de puntos estables distribuidos en la superficie y nivelarlos topográficamente en forma periódica. Cuando en la superficie se tiene la presencia de concreto o asfalto, es suficiente la colocación de tornillos cabeza de gota como indicadores de los puntos que deberán nivelarse, para el caso en que se tenga directamente la presencia del suelo conviene la colocación de una mojonera, que consiste en un cubo de concreto en cuya superficie se ahogará el tornillo cabeza de gota.

En las nivelaciones, es muy importante definir un punto de referencia fijo fuera de la zona de influencia de las excavaciones, para asegurar que los movimientos que se registren sean exclusivamente debidos a la excavación del túnel. En ocasiones, en la zona de interés pueden existir movimientos regionales que si fuera el caso querer registrarlos, se tendría que colocar un banco de nivel profundo o bien, buscar la existencia de alguno en la zona para poder referenciar las lecturas a este banco y obtener los elementos necesarios para hacer la corrección en los movimientos verticales sobre el túnel, y de esta manera en forma separada, conocer los movimientos provocados por la excavación y aquellos que se presentan por alguna influencia regional.

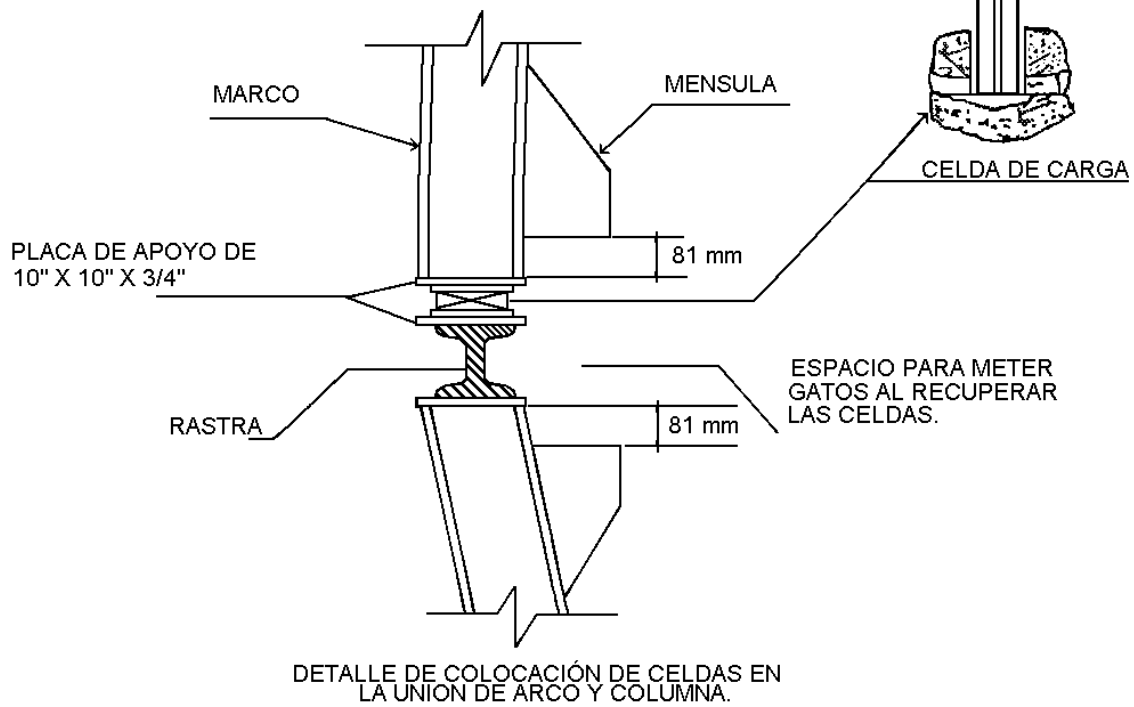
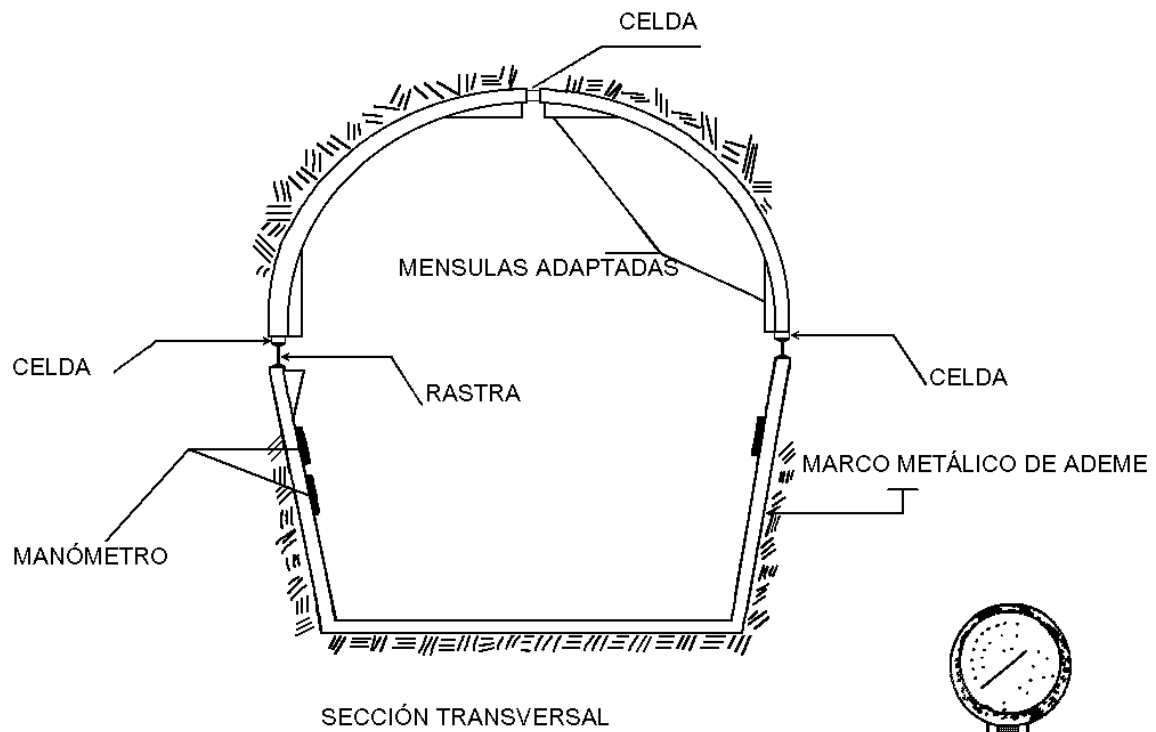
La distribución de los puntos en sección transversal se colocan con una separación entre ellos de 10 m aproximadamente, a partir del eje del túnel hacia ambos lados, hasta unos 50 m y 100 m, es decir, hasta una distancia en que la excavación del túnel no tenga influencia.

El registro de los asentamientos ayuda a conocer y controlar el comportamiento y tendencia de los movimientos en la superficie, debidos a la excavación del túnel. Este registro se puede llevar a una gráfica donde en el eje de las abscisas se marcan los movimientos verticales y en el de las ordenadas el tiempo en días. Con esta gráfica podemos definir la tendencia y comportamiento de los movimientos a nivel de la superficie o terreno natural como observamos en la figura No 7.16.

Al combinar estas mediciones con las obtenidas con otros instrumentos como los extensómetros, se puede definir el movimiento o desplazamiento total de la clave del túnel, antes de la excavación, durante y después de esta. Con la combinación de las medidas obtenidas por nivelación y extensómetros se puede construir una gráfica como la de la figura No 7.14.

VII.6 CELDAS DE CARGA .- Este instrumento se utiliza para determinar la carga actuante sobre los marcos de acero que constituyen el ademe temporal y forman posteriormente parte del revestimiento definitivo del túnel, su uso es, por que están diseñadas para resistir las condiciones adversas que se presentan en la excavación de túneles, como son los cambios de temperatura y humedad, así como posibles daños que pudieran ser ocasionados por explosiones.

En la figura No 7.17 se ve en forma esquemática la colocación de las celdas de carga en el ademe temporal formado por marcos de acero, las celdas registran a través del tiempo, la variación de la carga actuante en los marcos ocasionada por la redistribución de los esfuerzos en la masa del suelo o roca, ocasionados por la construcción del túnel. Estas mediciones tienen como finalidad el conocer la magnitud de las cargas y compararlas con las de diseño para así poder tener una mayor seguridad en la excavación desde el punto de vista de estabilidad de la misma, para con ello tomar medidas correctivas en el momento que la lectura registrada de las cargas sea mayor que las estimadas en el proyecto, esto se puede hacer con antelación llevando una gráfica con la lectura de las cargas contra el tiempo de realización de cada una de las lecturas y de esta forma se podrá ver claramente con la tendencia mostrada, si en algún tiempo la carga será mayor que la estimada, en caso de que así suceda, se tomarán las medidas pertinentes para mantener dentro de un rango aceptable las cargas en los marcos.



CELDAS DE CARGA.

Fig. 7.17. Esquema de la colocación de las celdas de cargas en el ademe temporal y detalle de colocación de las mismas en el ademe metálico.

En la figura No 7.17, esquemática, se puede ver la celda de carga. El captador de la carga está constituido por dos láminas de acero inoxidable de forma circular soldadas en su perímetro a un anillo rígido y protegida en ambos lados por dos placas de acero que son las que hacen contacto con el marco acero, uniformizando la carga transmitida por el marco a la celda, un tubo de acero inoxidable que conecta la celda o captador con el registrador o manómetro es lo que se conoce como transmisor; con esto se pueden conectar a él, manómetros de diferentes rangos, sensibilidades y aproximaciones en su lectura, de acuerdo a la capacidad de la celda y requerimientos de aproximación.

La celda trabaja de forma hidráulica ya que su interior se llena con aceite hidráulico (baja viscosidad) previamente la celda y el sistema se ha “purgado”, esto es extraído las burbujas de aire, así cualquier presión aplicada a la celda se transmite al aceite, lo que provoca una lectura en el manómetro. Las celdas previamente se calibran en el laboratorio obteniendo una gráfica, en las ordenadas se coloca el valor de la carga aplicada a la celda y en sus abscisas la carga leída en el manómetro.

Las celdas se colocan en las rastras de los marcos de acero y el arco del mismo, una más se coloca en la clave en el punto de unión de los dos arcos del marco, como se observa en la figura. Por lo general, al momento de la instalación de la celdas se procura producir una carga inicial en estas, para así comprobar su buen funcionamiento durante su utilización.

VII.7 CELDA DE PRESIÓN.- Cuando se requiere conocer la presión de contacto entre el revestimiento del túnel y la masa del suelo, se utiliza la celda medidora de presiones, la cual ha sido diseñada para la obtención de la presión en una masa de suelo o roca, por lo que su relación diámetro espesor es la mas grande posible, con el objeto de reducir la influencia de la rigidez de la misma en el medio compresible del suelo en que se colocará.

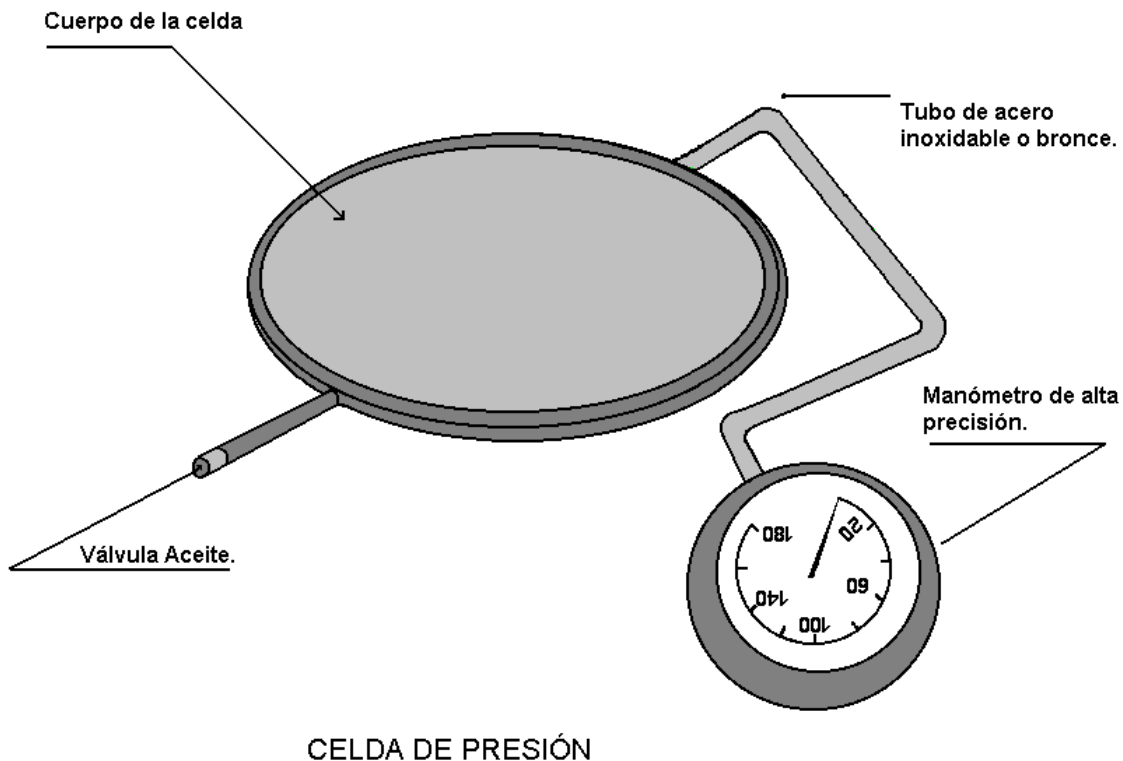


Fig. No 7.18 Esquema de una celda de presión

Como se puede observar en la figura No 7.18, la celda de presión es muy parecida a la celda de carga, la celda es un instrumento construido por dos laminas de acero inoxidable circulares, soldadas en su perímetro a un anillo de acero galvanizado rígido. El interior de la celda está lleno con aceite de baja viscosidad, procurando que no contenga aire en su interior por lo que se “purgará” previamente. La finalidad del anillo rígido es el de reducir la sensibilidad de la celda contra cambios de presión normales al plano de aplicación de la carga, además impide la deformación de la celda en dicha dirección. Adicional a esta protección, el espacio que queda comprendido entre las láminas y el anillo circundante se rellena con resina epóxica, la cual actúa como una segunda línea de defensa contra las posibles fallas en las juntas soldadas de la celda.

La presión ejercida en la celda se mide por medio de un transductor de acero inoxidable o de bronce, cuyo principio de funcionamiento es igual al del piezómetro

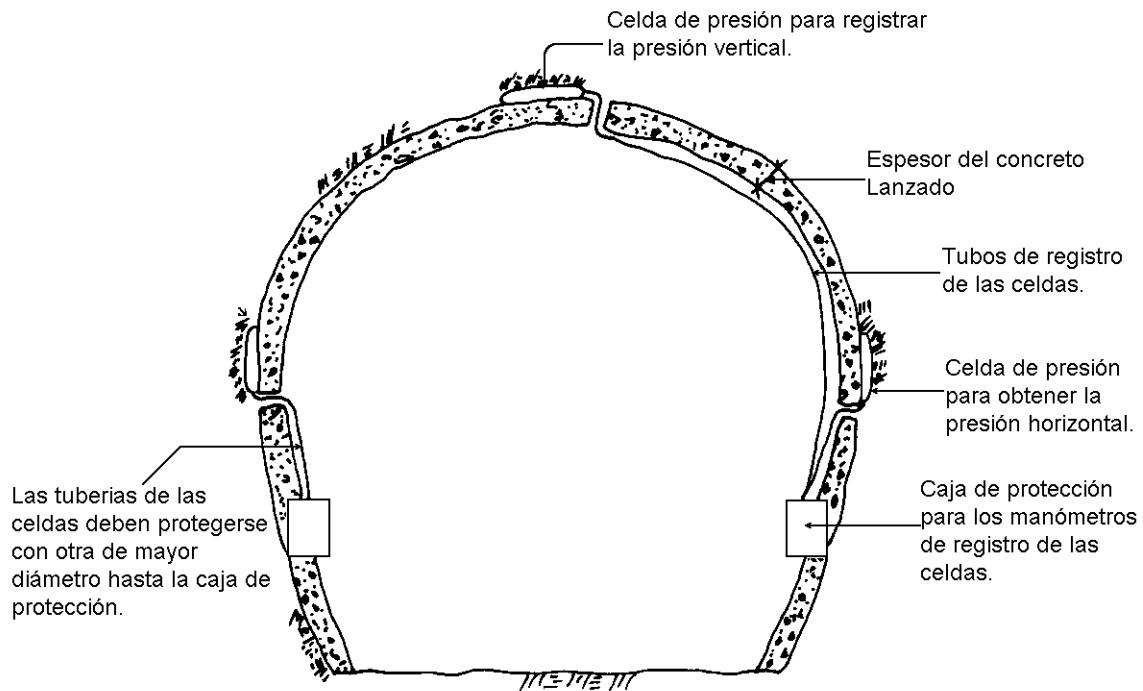
neumático. Dicho transductor de medición queda unido a la celda mediante un tubo de acero inoxidable rígido de 1/4" de diámetro y de una longitud según la requerida para eliminar cualquier influencia adicional en las cercanías del instrumento.

Las celdas son calibradas en el laboratorio de la misma forma que las de carga, y se ha observado un comportamiento lineal entre las presiones medidas en el transductor y las aplicadas en la celda.

En el campo, las presiones se leen en un juego de manómetros de precisión cuyo rango puede variar de 0 a 4.0 kg/cm² y de 0 a 15 kg/cm² con una aproximación de ± 1 %.

Las celdas, pueden colocarse individualmente o en juegos de varias celdas por estación de medición, y las lecturas pueden tomarse directamente junto a la celda o a control remoto, en ocasiones hasta una distancia de 300 mts.

La figura 7.19 muestra la forma en que queda colocada la celda de presión, entre el ademe del túnel y el suelo o roca. El registro de estas presiones permite definir lo que se conoce como interrelación suelo ademe a través del tiempo, ya que la forma en que trabajan el suelo y el ademe, definirá el rango de presiones y esfuerzos permisibles en el ademe del túnel. Los valores obtenidos en la instrumentación se registran en forma gráfica, las presiones contra el tiempo de lectura.



Ubicación esquemática de las celdas de presión colocadas entre ademe y suelo o roca que conforman la pared del túnel.

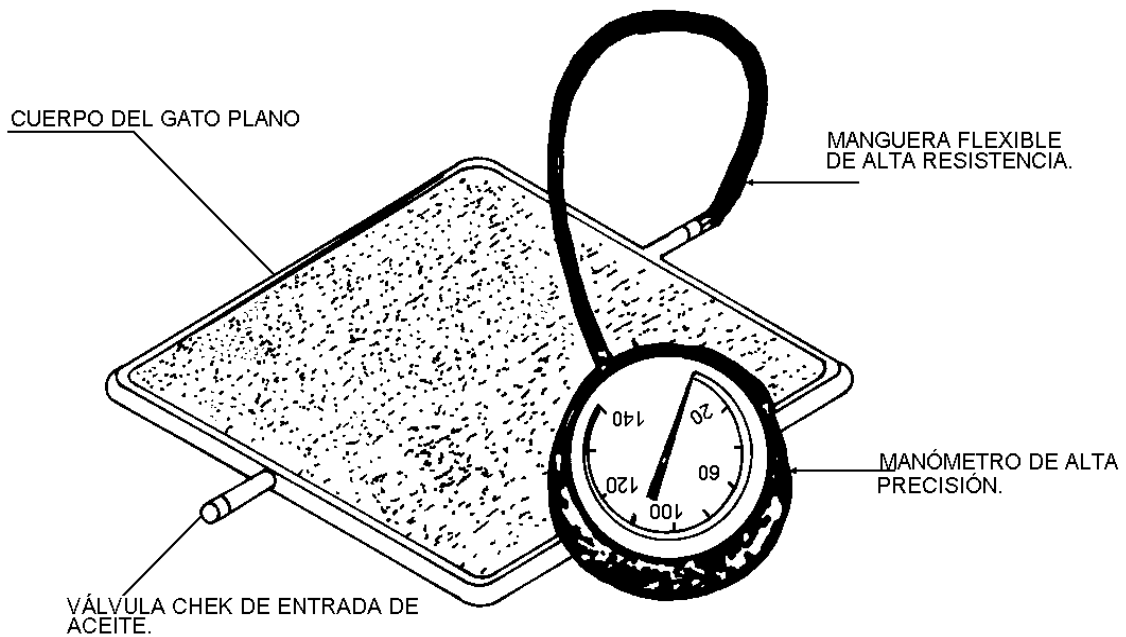
UBICACIÓN DE LAS CELDAS DE PRESIÓN.

Fig. 7.19 Colocación de las celdas de presión en Túnel, entre el ademe temporal y la maza de suelo o roca.

VII.8 GATO PLANO.- Si deseamos conocer los esfuerzos reales actuantes en las paredes de un túnel excavado, se lleva a cabo la prueba de campo conocida con el nombre de Gato Plano.

El Gato Plano está formado por dos láminas cuadradas de acero inoxidable, una característica particular de este instrumento es que dos de sus dimensiones, largo y ancho, son mayores que la tercera, espesor; en su interior como en las celdas anteriores, se coloca aceite de baja viscosidad, se purga el sistema, y se elimina el aire, el cual es el encargado de transmitir la presión captada por la celda a través de una manguera flexible de alta resistencia, hasta un manómetro de alta precisión que se haya conectado en el extremo de la misma. La presión máxima que puede ser registrada por la celda es del

orden de 140 kg/cm². En la figura No 7.20 se pueden observar las características principales del instrumento.

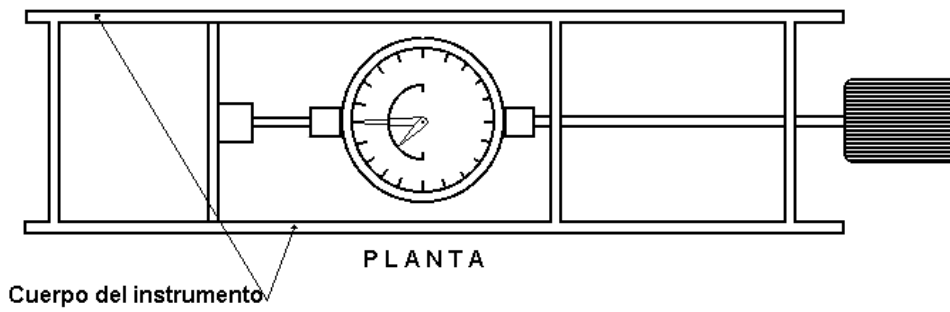
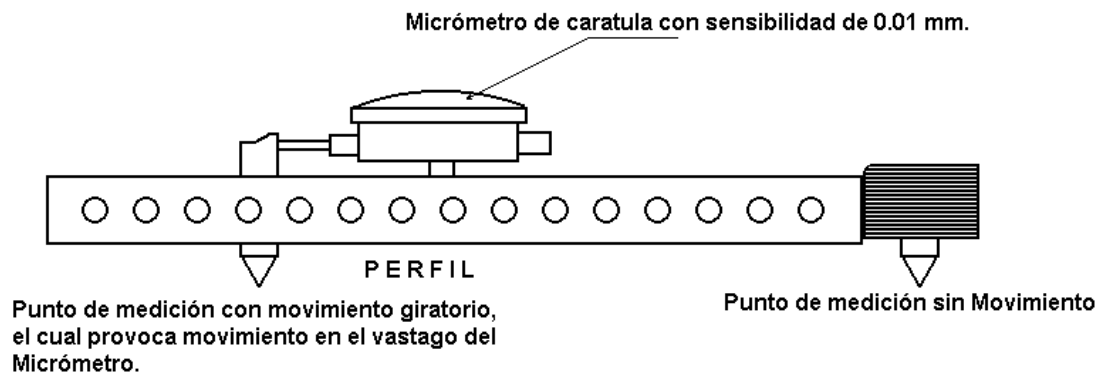


GATO PLANO

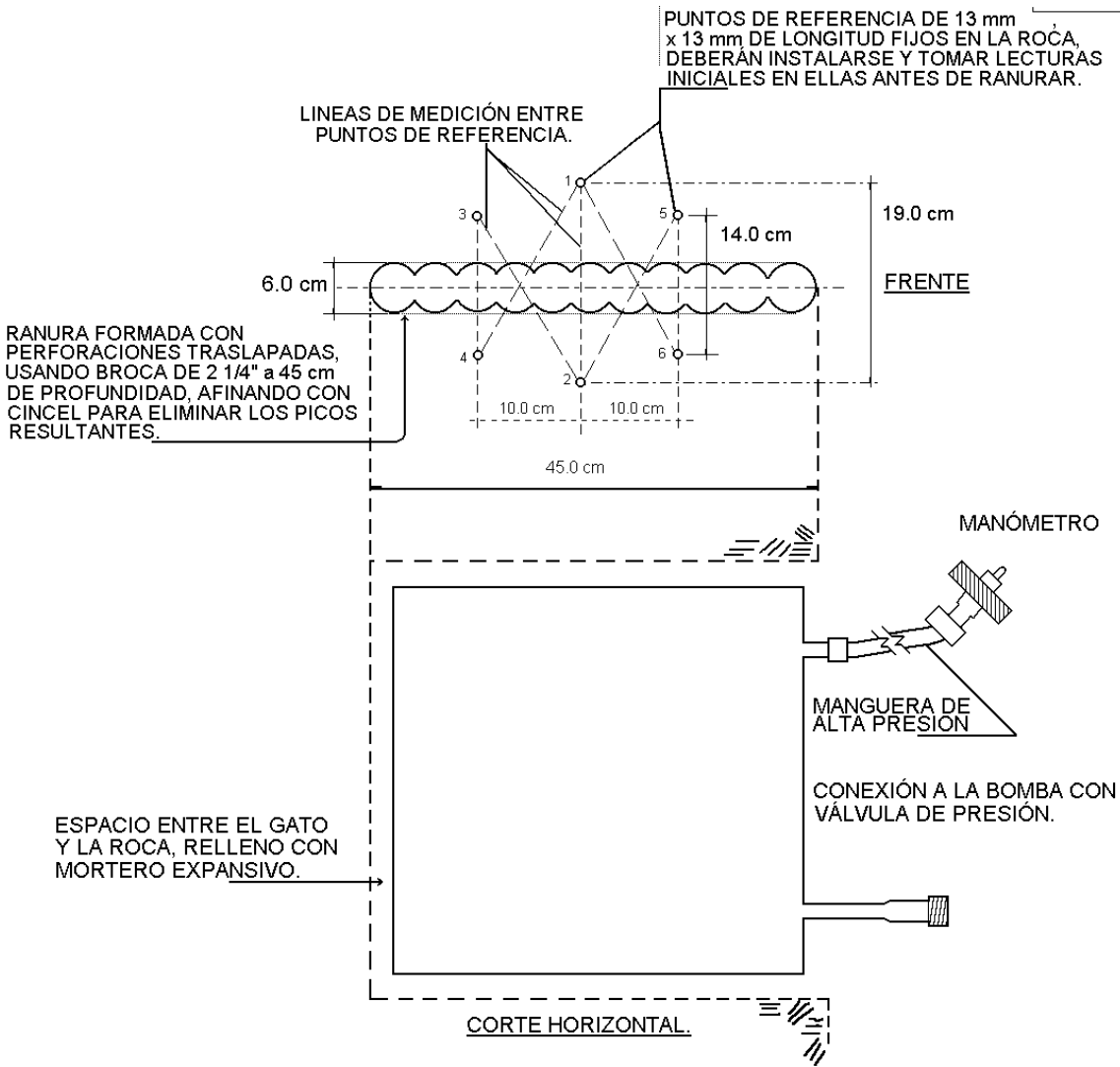
GATO PLANO

Fig. 7.20 Características principales del Gato Plano.

La figura No 7.21 muestra la forma de ubicación del Gato Plano para la prueba. Es necesaria la utilización de otro instrumento para poder llevar a cabo la prueba con el Gato Plano, dicho instrumento se le conoce con el nombre de Whittemore, y es de alta precisión, se utiliza para determinar la variación de la distancia entre dos puntos de referencia. Su aproximación es de 0.0001", los puntos se instalan con una separación de 10, 14 y 19 cm como se observa en la figura.



WHITTEMORE.



DETALLE DE INSTALACIÓN DEL GATO PLANO

INSTALACIÓN DEL GATO PLANO.

Fig. 7.21 Colocación del gato plano, como se observa en el esquema, así mismo se muestra la instalación de los puntos de control 1 – 2, 3 – 4 y 5 – 6 con las distancias marcadas y su distribución, posteriormente se ranura con las dimensiones mostradas.

Para poder hacer la medición, primero se instalan los puntos de referencia con la distribución y distancia que nos muestra la figura No 7.21, una vez que se tienen los puntos de referencia se procede a hacer una primera serie de lecturas entre ellos con el aparato Whittemore, lecturas que se tomarán como cero o de comparación con las lecturas posteriores; en seguida se realiza una oquedad en forma de ranura con las

dimensiones de la figura, donde se coloca el gato plano, después de haber hecho una segunda lectura en los puntos de referencia. una vez colocado el Gato Plano en la ranura se rellena con mortero y un aditivo acelerante de fraguado, para de esta forma asegurar un contacto óptimo entre la superficie del gato plano y las paredes de la ranura.

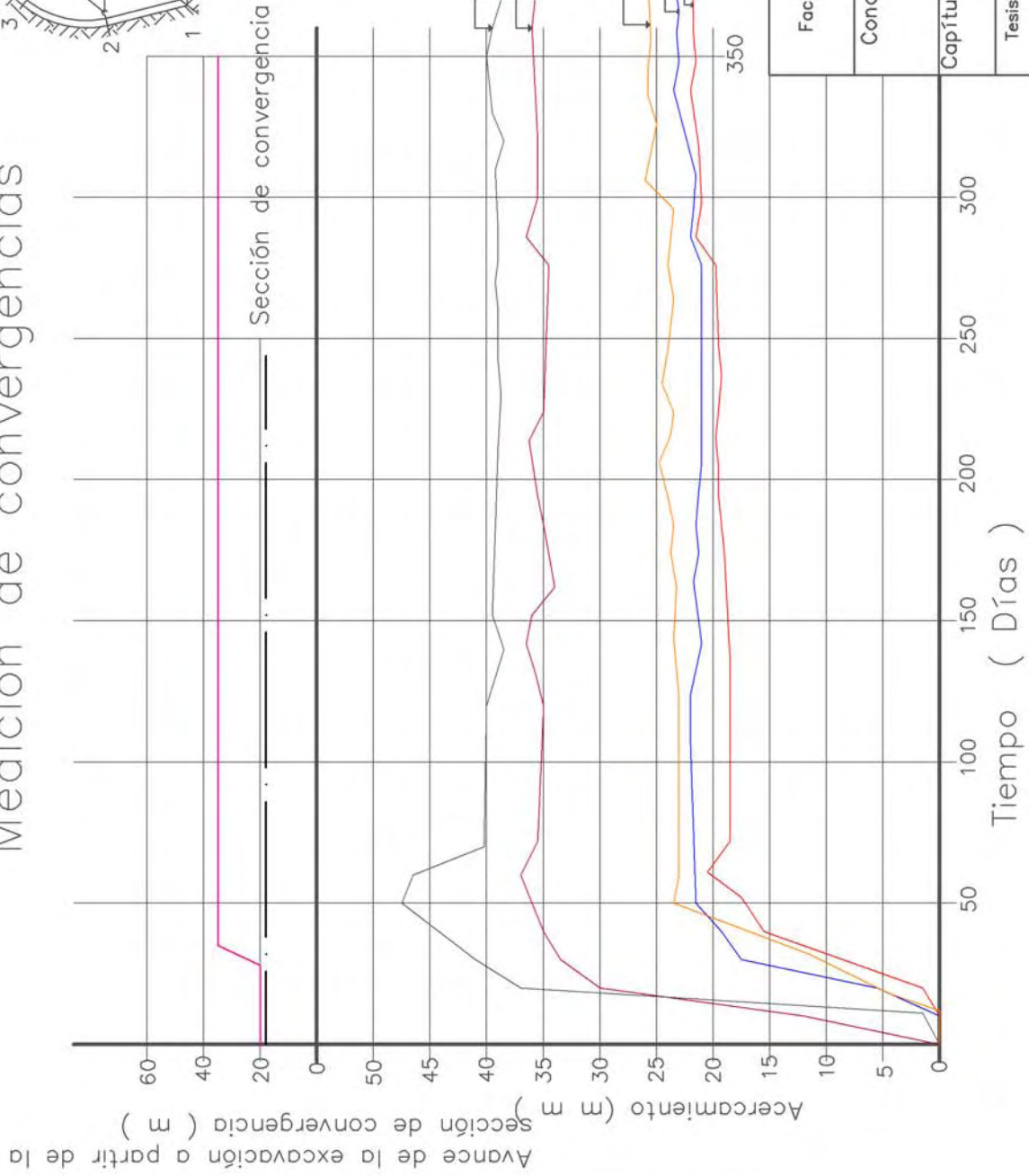
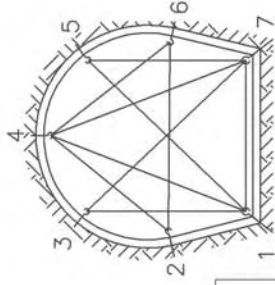
El Gato Plano adicionalmente tiene una válvula check, de entrada, para aplicar presión en el interior al conectarla a una bomba hidráulica, una vez colocado y preparado el Gato Plano en la ranura, se procede a aplicarle presión con la bomba a través de la válvula por intervalos, para que en cada uno de ellos se realice una serie de lecturas de la separación de los puntos de referencia, manteniendo de esta manera un control de la variación de la distancia entre puntos, con la finalidad de llevar los valores de éstas desde el que se obtuvo en la segunda serie de lecturas, esto es de las mediciones realizadas un vez que se hizo la ranura, hasta los valores obtenidos en la primera lectura, es decir, hasta los valores iniciales o cero de las distancias entre puntos. Cuando se llega a los valores cero al aplicar presión con la bomba, se tiene una lectura final de presión en el manómetro, y esta corresponde al valor de los esfuerzos actuantes en la masa de suelo o roca en la pared del túnel.

En la tabla No 7.1 vemos un resumen de los aparatos para la instrumentación y medición en túneles, donde se puede consultar rápidamente el instrumento necesario a utilizar dependiendo del parámetro que se quiere medir.

| Nombre del Instrumento | Parámetro | Aplicación práctica del Instrumento |
|------------------------|--|--|
| Piezómetro | Presiones Hidráulicas | Para conocer la evolución de las presiones Hidráulicas en el subsuelo |
| Longímetro | Variación de la distancia entre dos puntos | Permite conocer la variación tanto convergente como divergente entre dos puntos fijos en la pared del túnel |
| Inclinómetro | Deformaciones horizontales | Para conocer la deformación en la tubería instalada y como consecuencia los corrimientos horizontales en las paredes del Túnel |
| Extensómetros | Deformaciones Verticales | Es utilizado comúnmente para medir los desplazamientos relativos entre dos o mas puntos |
| Nivelación | Asentamientos Verticales | Cuando se requiere conocer los asentamientos en la superficie del terreno debido a la excavación del túnel. |
| Celdas de carga | Esfuerzo en los marcos de acero | Se usa para determinar la carga actuante sobre los marcos de acero que forman el ademe temporal. |
| Celda de Presión | Esfuerzo en el ademe temporal | Se utiliza para conocer la presión de contacto entre el revestimiento o ademe temporal y la masa de suelo. |
| Gato Plano | Esfuerzos en las paredes del tunel | Cuando se desea conocer el esfuerzo generado en las paredes del túnel excavado. |

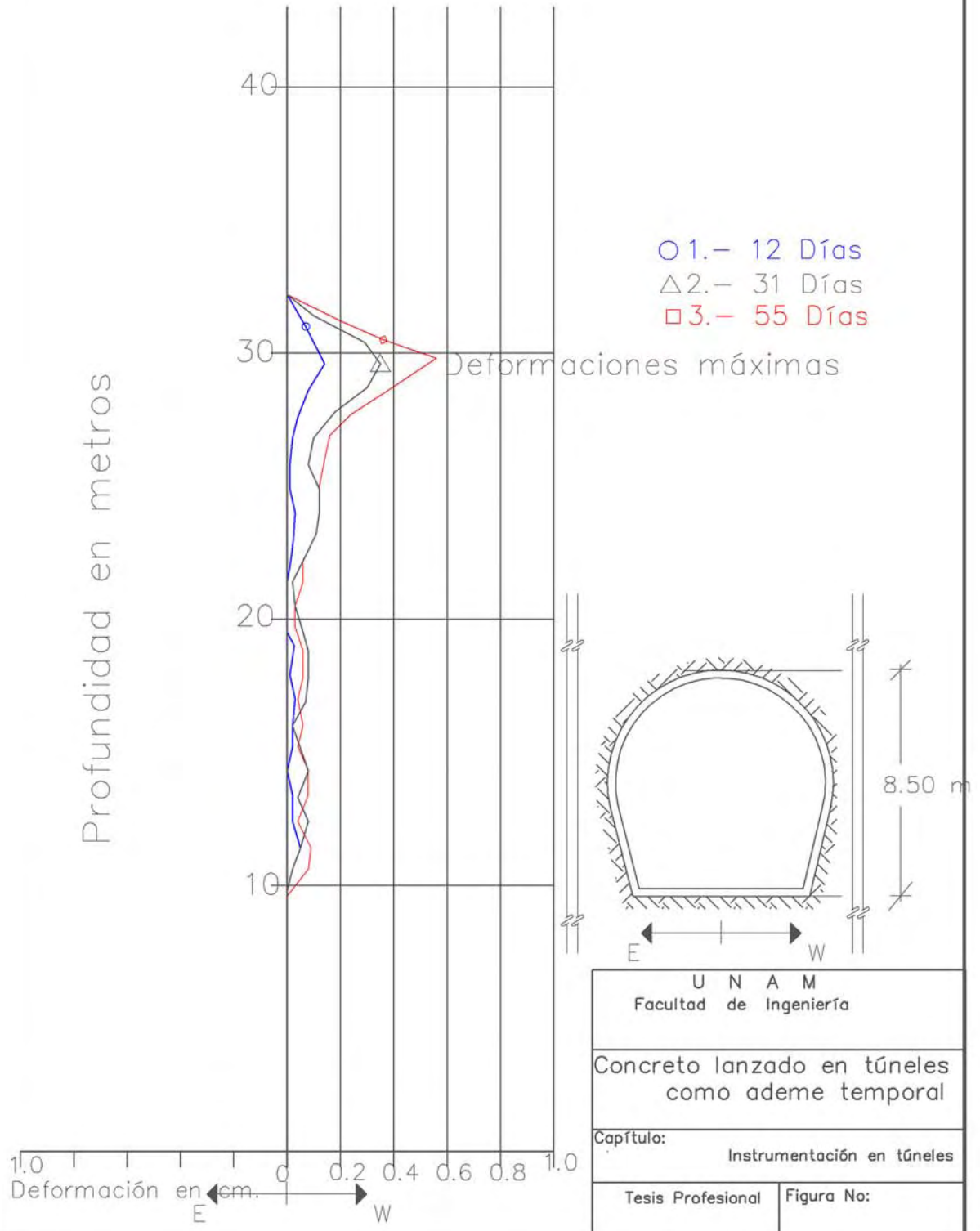
Tabla No 7.1. Resumen de aparatos para la Instrumentación y medición utilizados en Túneles

Medición de convergencias

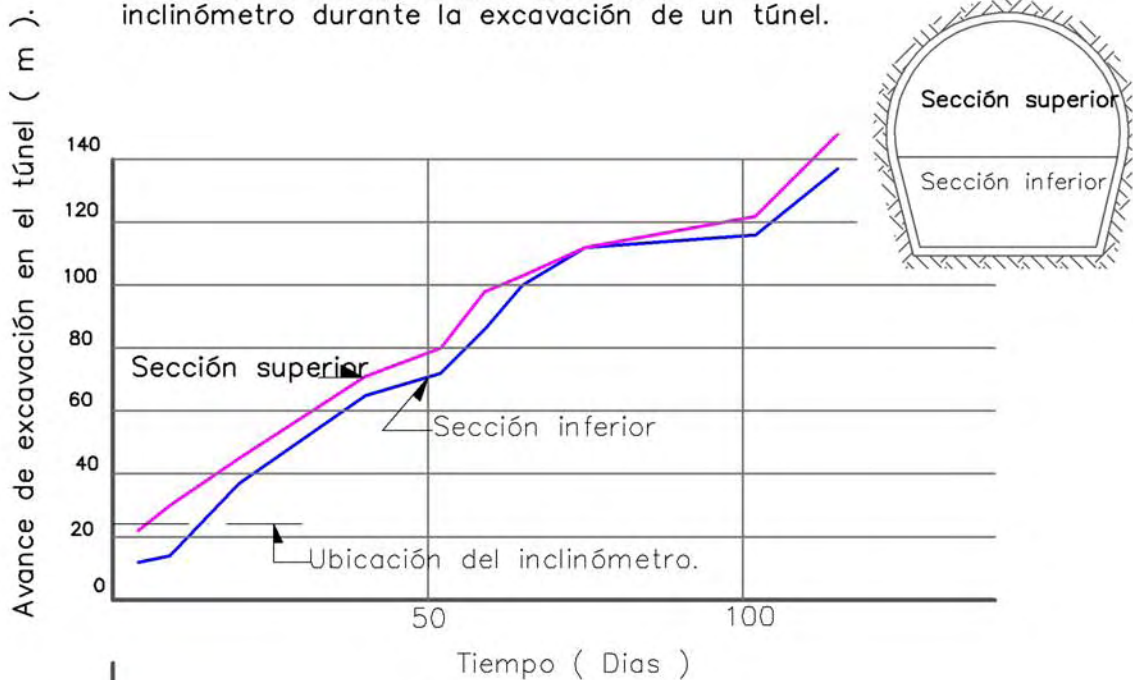


| | |
|---|----------------|
| U N A M | |
| Facultad de Ingeniería | |
| Concreto lanzado en túneles como ademe temporal | |
| Capítulo: Instrumentación en túneles | |
| Tesis Profesional | Figura No: 7.5 |

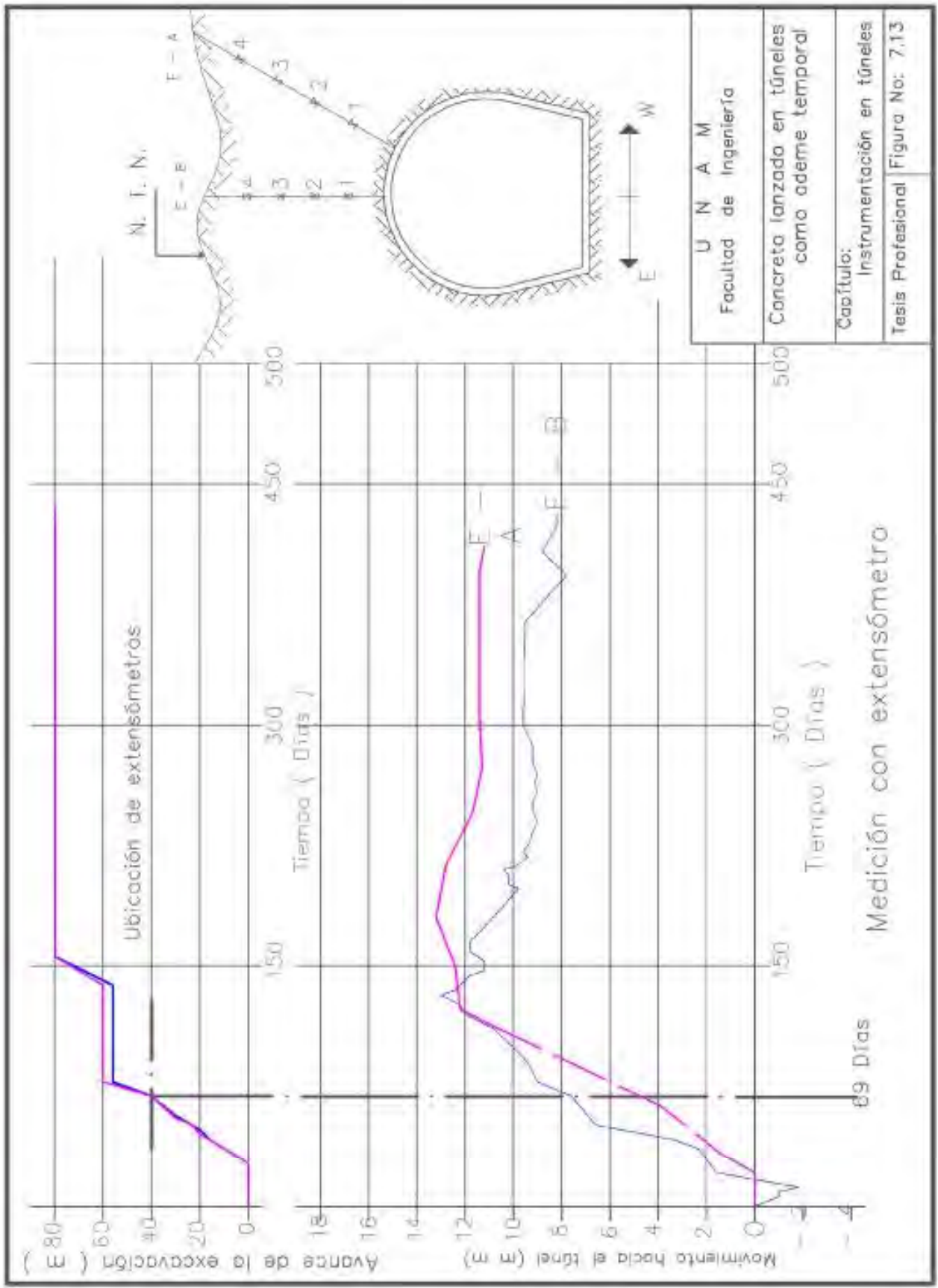
Medición de deformaciones horizontales con inclinómetro



Medición de deformaciones horizontales con inclinómetro durante la excavación de un túnel.



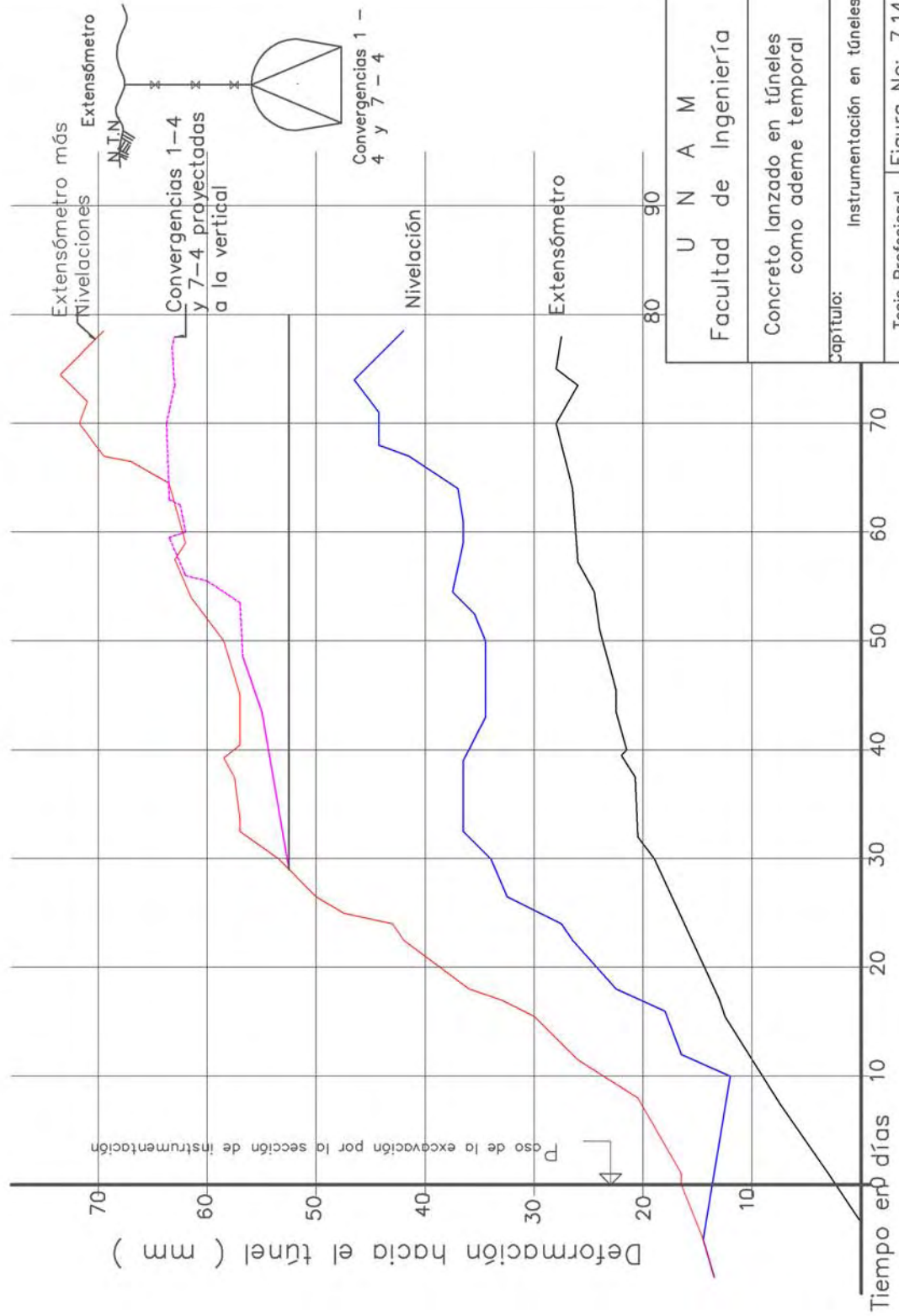
| | |
|--|----------------------------|
| U N A M Facultad de Ingeniería | |
| Concreto lanzado en túneles como ademe temporal | |
| Capítulo: | Instrumentación en túneles |
| Tesis Profesional | Figura No: 7.10 |



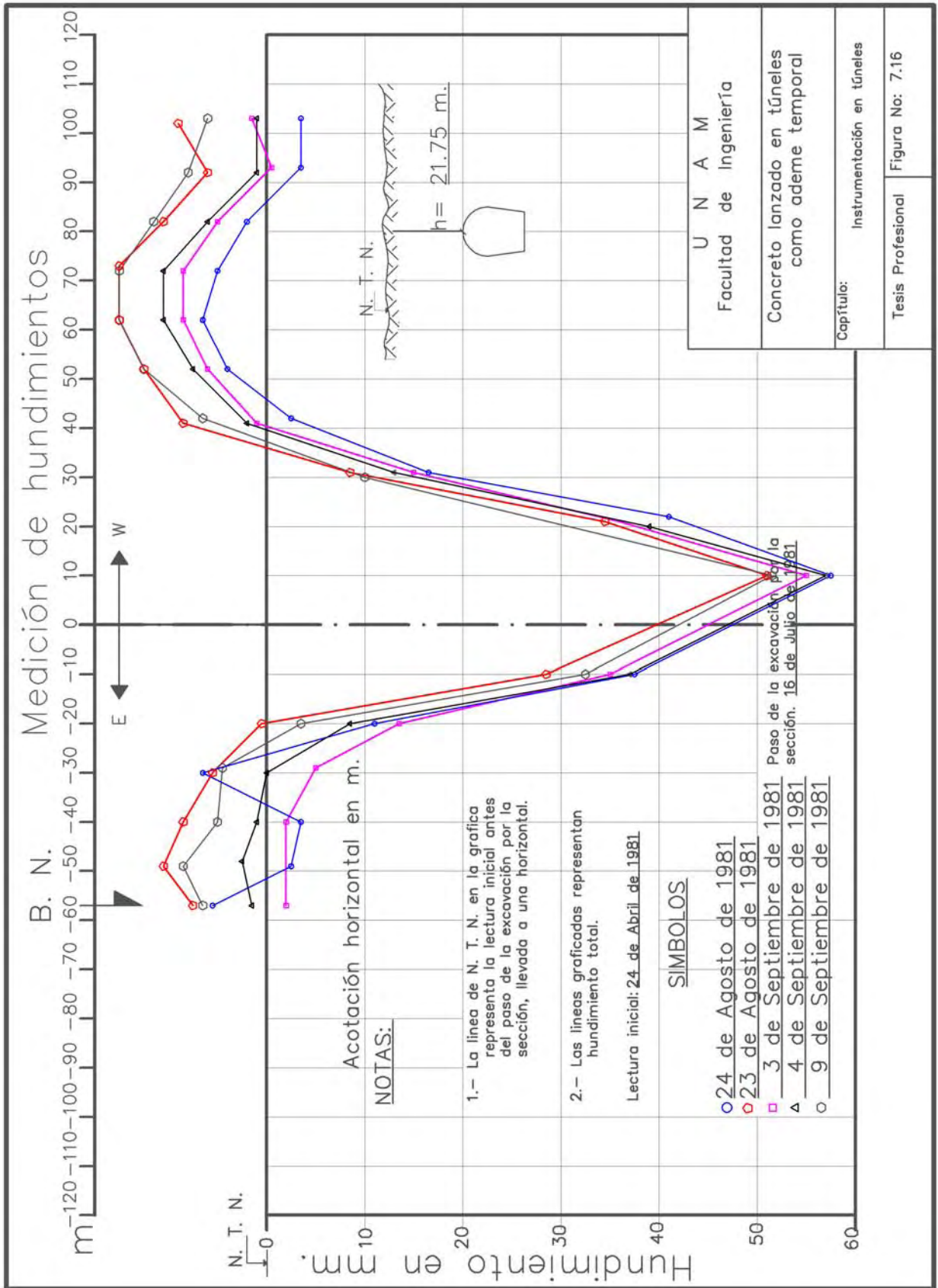
| |
|--|
| U N A M Facultad de Ingeniería |
| Concreto lanzado en túneles como ademe temporal |
| Casfúlo: Instrumentación en túneles |
| Tesis Profesional Figura No: 7.13 |

Medición con extensómetro

Comprobación mediante la comparación de diferentes registros



| | |
|---|----------------------------|
| U N A M | |
| Facultad de Ingeniería | |
| Concreto lanzado en túneles como ademe temporal | |
| Capítulo: | Instrumentación en túneles |
| Tesis Profesional | Figura No: 7.14 |



VIII

Estudio comparativo con otros métodos.

Para poder llevar a cabo este estudio, primeramente se dará una breve descripción de los métodos utilizados como ademe temporal, para sostener el terreno del túnel, y posteriormente haremos un análisis comparativo de los costos de cada método.

VIII.1.- Marcos metálicos.

Como ya se mencionó en el capítulo I, en los primeros años de la construcción de túneles la madera fue la que se utilizó para el ademado, y la cual se substituyó por las vigas "I" o "H" de acero las que pueden adaptarse a la sección transversal del túnel que marque el proyecto, se pueden introducir al túnel en secciones para facilitar su ensamble y traslado dentro del mismo. Otras ventajas son; dado que el peralte de los perfiles metálicos es pequeño comparado con las piezas de madera, se puede reducir la sección de excavación con lo que se reduce el costo de la misma, también sirve para complementar el acero de refuerzo en el ademe definitivo y el espesor de la capa de concreto es menor.

Como se menciona en el párrafo anterior, el acero es uno de los materiales más utilizado como ademe ya que con el se puede lograr una variedad amplia de formas de soporte, como son: en forma de herradura, de arco, de círculo, combinación de arco y postes, etc.

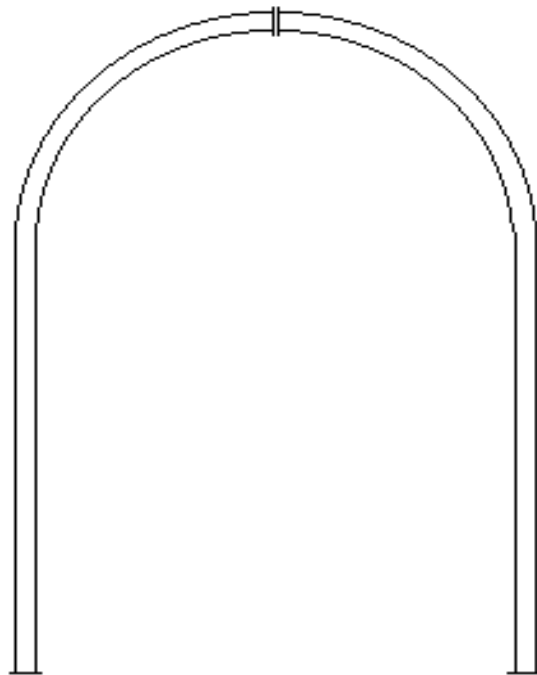
Las formas más usuales de ademe metálico en un túnel son las que a continuación se describen:

- a) .- Costillas continuas
- b) .- Arco y Postes
- c) .- Arco y Largueros
- d) .- Arcos, largueros y postes.
- e) .- Secciones Circulares

Los elementos asociados con los marcos son los siguientes:

- Arco: Parte superior del marco
- Poste o Patas: Parte inferior del marco
- Rastra: Apoyo del arco en excavación a media sección y banqueo
- Tornapunta: Elemento de cierre inferior (cuando los empujes laterales son muy fuertes)
- Tensores: Redondo de acero roscado en sus extremos.
- Separadores: Elementos de madera, Polines.
- Retaque de madera: En forma de cuña.
- Forro de madera: Elementos de madera, Barrotes o Polines.

En la figura 8.1 podemos observar el sistema de soporte de costillas continuas.

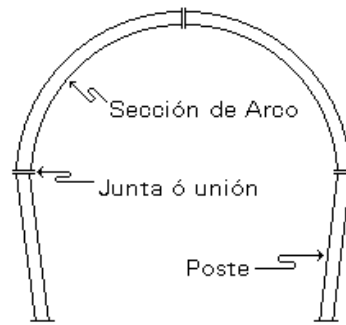


Se hace en dos piezas para mayor rapidez de ensamble y menor costo.

Costillas Continuas

Fig. 8.1 Marco metálico de Costillas Continuas

En la figura 8.2 se observa el sistema de soporte basado en arcos y postes.

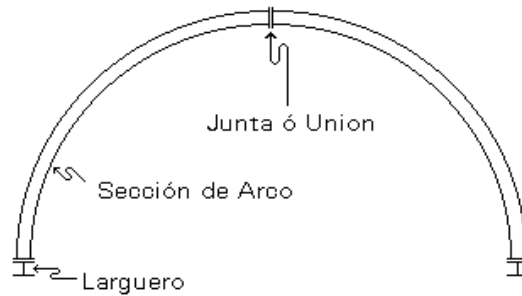


Ademe utilizado en túneles de sección en herradura.

Arco y Postes

Fig. 8.2 Marco metálico de Arcos y Postes

En esta figura 8.3 vemos el ademe con arco y largueros.



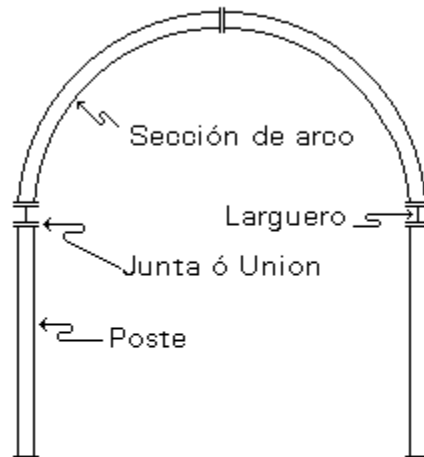
Usualmente compuesto por dos piezas para obtener mayor rapidez de ensamble y menor costo.

Este tipo de ademe tiene aplicación en secciones circulares donde, se necesita un soporte ligero para la clave

Arco y Larguero

Fig. 8.3 Marco metálico de Arco y Larguero.

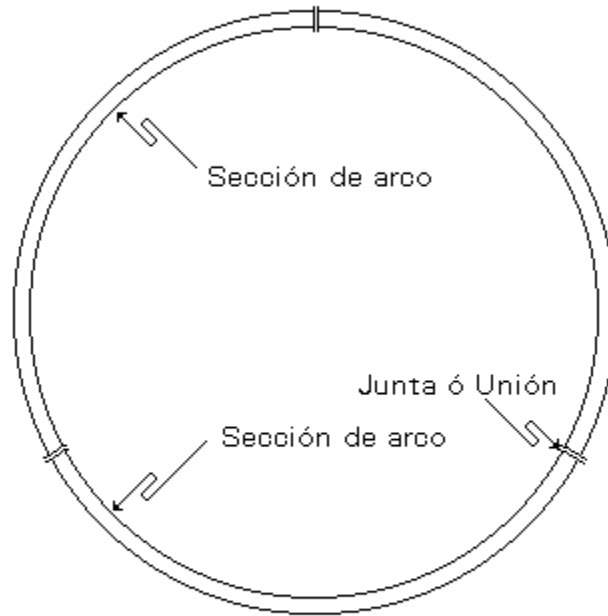
En la figura 8.4 observamos el ademe basándose en arcos, largueros y postes.



Arcos, Largueros y Postes

Fig. 8.4 Marco metálico con Arcos, Largueros (Rastras) y Postes.

En la figura 8.5, observamos el ademe circular, el aquí presentado consta de tres secciones, esto no es limitativo ya que se puede hacer de dos, cuatro o más secciones dependiendo del diámetro del túnel, la longitud de las piezas metálicas y la maniobrabilidad dentro del túnel.



Sección Circular

Fig. 8.5 Marco metálico Circular de tres secciones.

VIII.2.- Dovelas de Concreto.

Como se mencionó en el capítulo I, otro de los métodos de ademado temporal es el de las dovelas de concreto, las cuales se utilizan en los túneles excavados con el sistema del escudo, ya que la sección resultante es circular. Dichas dovelas son secciones de arco y pueden ser tres o más piezas dependiendo de la sección del túnel y el destino o uso del mismo y por lo general son de 1 metro de ancho, el espesor varía de acuerdo al proyecto y diseño.

Estas piezas o dovelas se colocan una vez que el escudo excavó la sección del túnel, por medio del brazo erector que la máquina tiene en la parte posterior, una vez

colocadas en posición se unen entre sí por medio de tornillos de alta resistencia en las cajas de conexión que las dovelas tienen ex profeso para dicha operación.

Las dovelas también cuentan con una perforación en el centro que tiene dos usos, el primero para que el brazo erector del escudo lo sujete y ponga en posición para colocarlo en su sitio, el segundo, una vez formado el anillo de dovelas sirve para llevar a cabo las inyecciones, dado que al realizar el empuje para la colocación de las mismas queda un vacío entre las dovelas y la pared del túnel, el cual se llena con la inyección de diferentes materiales, con la finalidad de lograr un mayor contacto entre estas y el terreno natural, así como para disminuir al mínimo las filtraciones hacia el interior del túnel. Por lo general la inyección se realiza en cuatro etapas como se describe a continuación.

La primera inyección consiste en la colocación de gravilla a presión, colocada con una lanzadora neumática por medio de una manguera. El tamaño de la gravilla varía entre 4 y 6 mm.

A la segunda se le denomina tapón y es la inyección de un mortero de fraguado rápido el cual se lleva a cabo por medio de una bomba de concreto, esta tiene como finalidad evitar que las etapas siguientes de inyección, se prolonguen a la zona del escudo.

La tercera etapa de inyección también es con mortero, solo que este es mas fluido y sin aditivo acelerante esto con la finalidad de llenar los vacíos dejados por la gravilla.

La última inyección es una lechada a base de cemento, bentonita y agua, cuya función principal es el sellado e impermeabilización del anillo.

En las figuras 8.6 y 8.7 se muestra un ejemplo de dovelas y de los anillos formados.

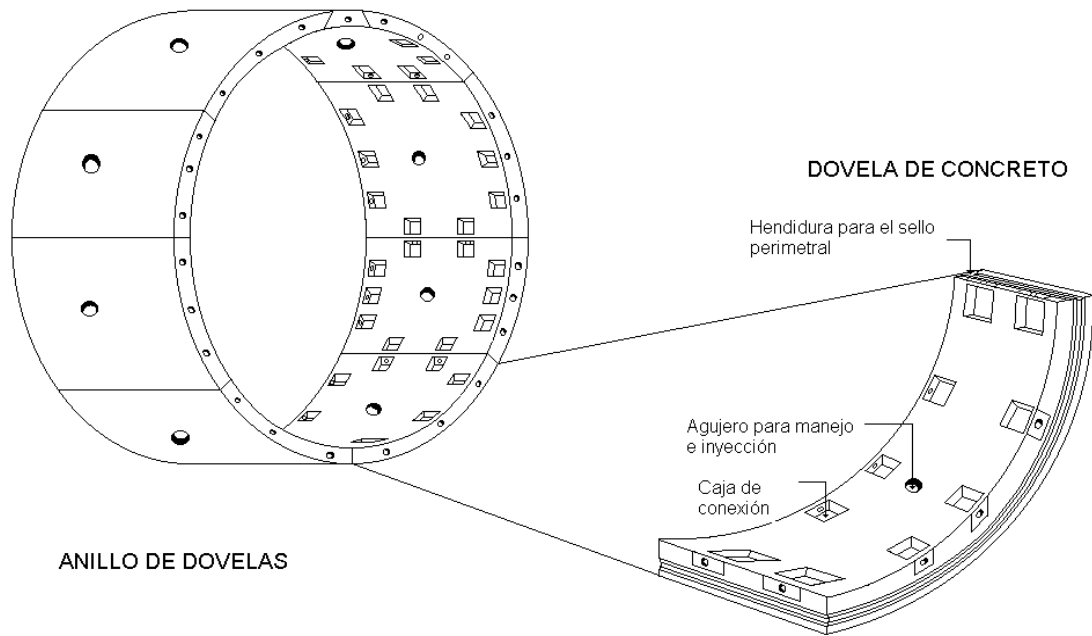


Fig. 8.6 Anillo de Concreto Formado por Dovelas.

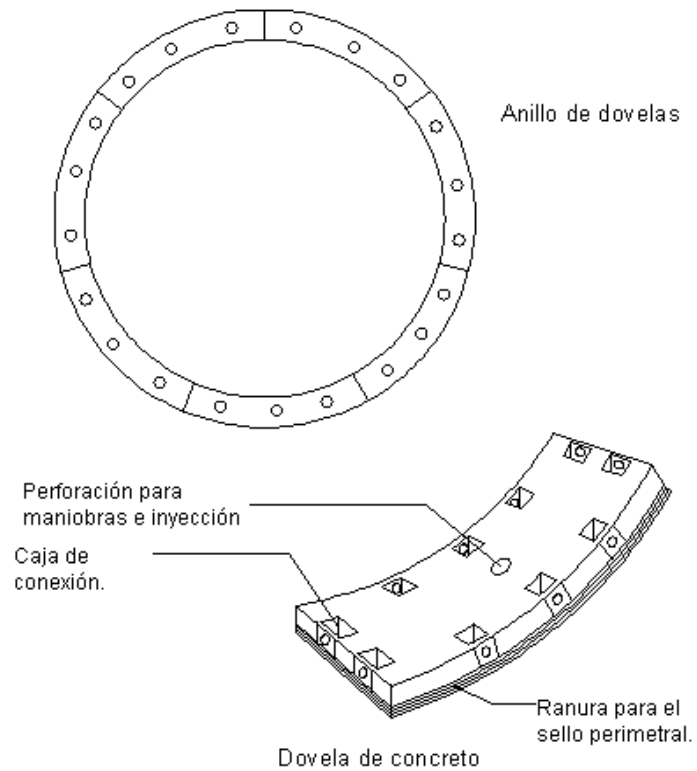


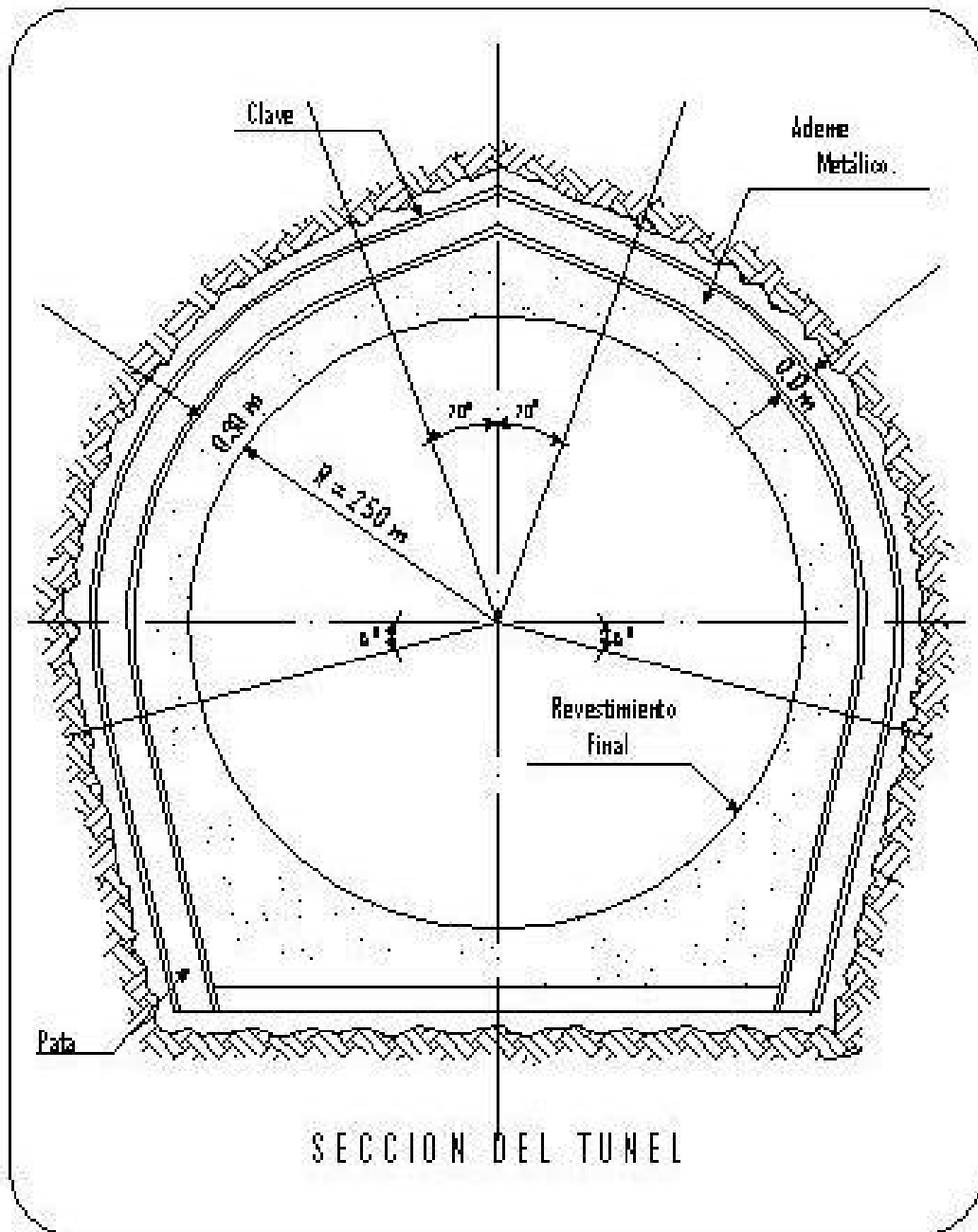
Fig. 8.7 Anillo de Concreto Formado por Dovelas.

VIII.3.- Concreto lanzado.

Como se mencionó en el capítulo I, el otro método es el del concreto lanzado y que se ha tratado ampliamente a lo largo de este trabajo.

VIII .4 Costos para cada procedimiento.

A continuación se presentan los diferentes costos para estos tres métodos de ademado temporal para un metro lineal de túnel de 5.00 m de diámetro terminado.



VIII .4.a Cálculo de las cantidades de obra.

En el siguiente ejemplo se calcularán los volúmenes de material a utilizar en cada uno de los métodos antes descritos. Primeramente los obtendremos para los marcos metálicos.

El túnel es de sección de herradura con radio de 2.50 m en el arco y un ángulo de 15° en los postes hacia adentro; con base plana para permitir el paso de vehículos y la colocación de las vías y sus cambios para la rezaga del material producto de la excavación. La longitud de los postes es de 2.50 m, para permitir la colocación de los conductos de ventilación, en la clave se hizo un tramo tangencial hacia arriba, en cuerda subtendida con un arco de 20°.

Se calcula el perímetro exterior de la sección, el que esta en contacto con la masa de suelo, para lo que obtenemos el ángulo de la sección circular que es de 170° la fórmula para obtener el perímetro de la sección de arco es la siguiente:

$$P = \pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.80 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.60 \text{ m.}}$$

Las patas tienen una longitud de 2.50 m cada uno por lo que el total es de **5.00 m.**

Calculamos el tramo de la clave en el túnel que como ya se mencionó es una cuerda con un ángulo de 20°, aplicando la fórmula tenemos:

$$C = 2R \text{ sen } \theta / 2 = 2 (2.90 \text{ m}) \text{ sen } \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.90 \text{ m}) \text{ sen } 10^\circ$$

$$C = 2 (2.90 \text{ m}) (0.173648) = 2 (0.503580 \text{ m}) = 1.007159 \text{ m}$$

Como son dos piezas tenemos:

$$2 (1.007159 \text{ m}) = 2.014319 \text{ m aproximando al cm} = \mathbf{2.01 \text{ m}}$$

Sumando:

$$8.60 \text{ m} + 5.00 \text{ m} + 2.01 \text{ m} = \mathbf{15.61 \text{ m.}}$$

Por lo que el perímetro exterior de la sección es de **15.61 m.**

De igual forma se calcula el perímetro interior. El marco esta constituido por vigas “I” de 4” de peralte 10.16 cm patín WF de 7.102 cm por lo que el radio interior es:
 $2.90 \text{ m} - 0.1016 \text{ m} = 2.7984 \text{ m}$ aproximándolo al cm tenemos **2.80 m**.

$$\text{Arco: } P = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.60 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.30 \text{ m}}$$

$$\text{Cuerda: } C = 2R \text{ sen } \theta / 2 = 2 (2.80 \text{ m}) \text{ sen } \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.80 \text{ m}) \text{ sen } 10^\circ$$

$$C = 2 (2.80 \text{ m}) (0.173648) = 2 (0.4862144 \text{ m}) = 0.972430 \text{ m}$$

$$C = (0.972430 \text{ m}) (2) = 1.944860 \text{ m}$$
 aproximándolo al cm tenemos **1.94 m**.

Los postes o patas tienen la misma longitud, por lo que el perímetro interior de la sección es:

$$8.30 \text{ m} + 1.94 \text{ m} + 5.00 \text{ m} = \mathbf{15.24 \text{ m}}$$

Se obtiene el perímetro promedio

$$\frac{15.61 \text{ m} + 15.24 \text{ m}}{2} = \mathbf{15.425 \text{ m}}$$

Multiplicando el perímetro promedio con el peso por metro del perfil, obtenemos el peso del marco.

$$15.425 \text{ m} \times 14.14 \text{ kg} / \text{m} = \mathbf{218.11 \text{ kg}}$$

Tornapunta:

La tornapunta tiene una longitud de 4.74 m multiplicando por el peso del perfil de acero tenemos:

$$4.74 \text{ m} \times 14.14 \text{ kg/m} = \mathbf{67.0236 \text{ kg}}$$

Sumando

$$218.11 \text{ kg} + 67.02 \text{ kg} = \mathbf{285.13 \text{ kg}}$$

Si consideramos un desperdicio del 4% tenemos:

$$285.13 \text{ kg} \times 1.04 = \mathbf{296.535 \text{ kg}}$$

Se usan placas de $\frac{3}{4}$ " para la unión de los postes y los segmentos de arco, así como en la unión de los segmentos de arco en la clave del túnel, también se utilizan placas en el apoyo de los postes con el terreno por lo que tenemos 8 placas de 5" x 6" mas cuatro placas para la unión de los postes con la torna punta.

Se obtiene el área de la placa en m^2 $0.1271 \text{ m} \times 0.1525 \text{ cm} = \mathbf{0.019385 \text{ m}^2}$

El peso de la placa de $\frac{3}{4}$ " por m^2 es de 149.38 kg/m^2 .

$0.019385 \text{ m}^2 \times 149.38 \text{ kg/m}^2 = 2.8957 \text{ kg}$ $2.8957 \text{ kg} \times 12 \text{ pzas} = \mathbf{34.7484 \text{ kg}}$

Si consideramos un desperdicio del 4% tenemos:

$34.7484 \times 1.04 = \mathbf{36.1383 \text{ kg}}$

Tornillos c/tuercas de $2\frac{1}{2}$ " x 1 " de \emptyset se utilizan 4 piezas por unión.

$4 \text{ Pzas.} \times 5 \text{ Uniones} = 20 \text{ Pzas.}$

R E S U M E N.

| Nombre | Cantidad | Unidad |
|--------------------------|----------|--------|
| Viga " I " | 0.285130 | Tn |
| Placa de $\frac{3}{4}$ " | 36.1383 | kg |
| Tornillo | 20 | Pza |

Dovela de Concreto

Se obtienen las cantidades de material para fabricar una dovela de concreto para el túnel con diámetro exterior de 5.64 m y un diámetro interior de 5.30 m.

Se consideran 6 piezas mas la cuña en la clave, por lo que obtenemos un ángulo de 56.25° por pieza y de 22.50° para la pieza de cuña por lo que aplicando la fórmula del cálculo de longitud, para las dovelas tenemos:

Longitud exterior:

$$L = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.64 \text{ m} \times 56.25^\circ}{360^\circ} = \mathbf{2.77 \text{ m}}$$

Longitud interior:

$$L = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.30 \text{ m} \times 56.25^\circ}{360^\circ} = \mathbf{2.60 \text{ m}}$$

Longitud promedio:

$$L_p = \frac{2.77 \text{ m} + 2.60 \text{ m}}{2} = \mathbf{2.685 \text{ m}}$$

Calculada la longitud promedio se obtiene el volumen de concreto en las dovelas, cuyo espesor es de 0.175 m y el ancho de 1.00 m.

$$V = 2.685 \text{ m} \times 0.175 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{0.469875 \text{ m}^3}$$

Se considera un desperdicio del 5% por lo que tenemos:

$$0.469875 \times 1.05 = \mathbf{0.493369 \text{ m}^3}$$

Se calcula la cantidad de acero para las dovelas.

Armado en dovelas se usan 4 (cuatro) varillas del # 6 en la parrilla interior así como en la exterior, con dos estribos del # 2 @ 25 cm.

Parrilla exterior.

$$4 (2.72 \text{ m} + 0.40 \text{ m}) = 12.48 \text{ m} \times 2.252 \text{ kg/m} = \mathbf{28.10496 \text{ kg.}}$$

Parrilla interior.

$$4 (2.55 \text{ m} + 0.40 \text{ m}) = 11.80 \text{ m} \times 2.252 \text{ kg/m} = \mathbf{26.5736 \text{ kg.}}$$

Total de acero en las parrillas.

$$0.02810496 \text{ T} + 0.0265736 \text{ T} = 0.054679 \text{ T}$$

Considerando un 5% de desperdicio tenemos:

$$0.054679 \text{ T} \times 1.05 = \mathbf{0.0574125 \text{ T}}$$

Estribos.

Dos estribos del # 2 @ 0.25 m

Longitud del estribo 2.37 m.

Longitud promedio de la dovela 2.685 m

Número de estribos $2.685 \text{ m} / 0.25 \text{ m} = 12$ estribos

$2 (12 \times 2.37 \text{ m}) = 56.88 \text{ m}$ peso 0.248 kg/m.

$56.88 \text{ m} \times 0.248 \text{ kg/m} = \mathbf{14.10624 \text{ kg}}$

Considerando un 5% de desperdicio tenemos:

$14.10624 \text{ kg} \times 1.05 = 14.811552 \text{ kg}$.

Placa para cajas de conexión.

Placa de 3/16" peso por m^2 37.35 kg dimensiones 0.17 m x 0.12 m

$0.17 \text{ m} \times 0.12 \text{ m} = 0.0204 \text{ m}^2$ diez piezas $0.0204 \text{ m}^2 \times 10 = 0.204 \text{ m}^2$

$0.204 \text{ m}^2 \times 37.35 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{7.6194 \text{ kg}}$

Considerando un desperdicio del 4% tenemos.

$7.6194 \times 1.04 = \mathbf{7.924176 \text{ kg}}$

Cálculo de la cimbra metálica por superficie de contacto en dovelas

Cimbra exterior

cimbra interior

$2.77 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 2.77 \text{ m}^2$

$2.60 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 2.60 \text{ m}^2$

Costado

Frentes

$2.685 \text{ m} \times 0.17 \text{ m} = 0.45645 \text{ m}^2$

$2 (0.17 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) = 0.34 \text{ m}^2$

Cimbra total por superficie de contacto

$$2.77 \text{ m}^2 + 2.60 \text{ m}^2 + 0.456 \text{ m}^2 + 0.34 \text{ m}^2 = \mathbf{6.166 \text{ m}^2}$$

RESUMEN DOVELA

| Nombre | Cantidad | Unidad |
|--------------|-----------|----------------|
| Concreto | 0.493369 | m ³ |
| Acero ¾ " | 0.057413 | T |
| Acero ¼ " | 14.811552 | kg |
| Placa 3/16 " | 7.924176 | kg |
| Cimbra | 6.166 | m ² |

Se calcula la longitud promedio en la clave o cuña con la fórmula utilizada anteriormente para las dovelas.

Longitud exterior:

$$L = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.64 \text{ m} \times 22.50^\circ}{360^\circ} = \mathbf{1.11 \text{ m}}$$

Longitud interior:

$$L = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.30 \text{ m} \times 22.50^\circ}{360^\circ} = \mathbf{1.04 \text{ m}}$$

Longitud promedio:

$$L_p = \frac{1.11 \text{ m} + 1.04 \text{ m}}{2} = \mathbf{1.075 \text{ m}}$$

Calculada la longitud promedio se obtiene el volumen de concreto en la clave, con un espesor de 0.175 m y un ancho de 1.00 m.

$$V = 1.075 \text{ m} \times 0.175 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{0.188125 \text{ m}^3}$$

Considerando un desperdicio del 5% tenemos.

$$0.188125 \times 1.05 = \mathbf{0.197531 \text{ m}^3}$$

Cantidad de acero para la clave o cuña.

El Armado de la clave es con 4 (cuatro) varillas del # 6 en ambas parrillas y estribos del # 3.

Parrilla exterior

$$4 (1.06 \text{ m} + 0.40 \text{ m}) = 5.84 \text{ m} \quad 5.84 \text{ m} \times 2.252 \text{ kg/m} = \mathbf{13.15168 \text{ kg}}$$

Parrilla interior

$$4 (0.99 \text{ m} + 0.40 \text{ m}) = 5.56 \text{ m} \quad 5.56 \text{ m} \times 2.252 \text{ kg/m} = \mathbf{12.52112 \text{ kg}}$$

Total de acero en parrillas

$$13.15168 \text{ kg} + 12.52112 \text{ kg} = 25.672800 \text{ kg}$$

Tomando en cuenta un desperdicio del 5% tenemos.

$$25.672800 \text{ kg} \times 1.05 = \mathbf{38.193920 \text{ kg}}$$

Estribos del # 3

$$5 (2.37 \text{ m}) = 11.85 \text{ m} \quad 11.85 \text{ m} \times 0.384 \text{ kg/m} = \mathbf{4.5504 \text{ kg}}$$

Considerando un desperdicio de 5%

$$4.5504 \text{ kg} \times 1.05 = \mathbf{4.77792 \text{ kg}}$$

Placa para cajas de conexión en la clave.

Placa de 3/16" peso por m² 37.35 kg dimensiones 0.17 m x 0.12 m

$$0.17 \text{ m} \times 0.12 \text{ m} = 0.0204 \text{ m}^2 \quad \text{seis piezas} \quad 0.0204 \text{ m}^2 \times 6 = 0.1224 \text{ m}^2$$

$$0.1224 \text{ m}^2 \times 37.35 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{4.57164 \text{ kg}}$$

Estimando un desperdicio de 4%

$$4.57164 \text{ kg} \times 1.04 = \mathbf{4.754506 \text{ kg}}$$

Cálculo de la cimbra metálica por superficie de contacto en la clave

Cimbra exterior

cimbra interior

$$1.11 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 1.11 \text{ m}^2$$

$$1.04 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 1.04 \text{ m}^2$$

Costado

Frentes

$$1.075 \text{ m} \times 0.17 \text{ m} = 0.18275 \text{ m}^2$$

$$2 (0.17 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) = 0.34 \text{ m}^2$$

Cimbra total por superficie de contacto

$$1.11 \text{ m}^2 + 1.04 \text{ m}^2 + 0.18275 \text{ m}^2 + 0.34 \text{ m}^2 = \mathbf{2.67275 \text{ m}^2}$$

RESUMEN CLAVE

| Nombre | Cantidad | Unidad |
|--------------|----------|----------------|
| Concreto | 0.197531 | m ³ |
| Acero ¾ " | 0.038194 | T |
| Acero 3/8 " | 0.004778 | T |
| Placa 3/16 " | 4.754506 | Kg |
| Cimbra | 2.672750 | m ² |

CANTIDADES PARA LAS INYECCIONES DE LAS DOVELAS

| Material | Unidad | Primera | Segunda | Tercera | Ultima |
|----------------------|----------------|----------|---------|---------|--------|
| Gravilla de 4 a 6 mm | m ³ | 0.132188 | | | |
| Arena | kg | | 160 | 150 | |
| Acelerante | % | | 2.5 | | |
| Cemento | kg | | 250 | 250 | 250 |
| Agua | lt | | 136 | 160 | 152 |
| Lodo Bentonítico | Lt | | | | 50.2 |

Concreto Lanzado.

Se procede a calcular las cantidades de materiales para la fabricación de un metro cúbico de concreto lanzado, para una resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de la tabla 3.2 obtenemos la proporción de cemento agregados para la resistencia solicitada y vemos que es la de 1:3.5 .

Primeramente se obtienen los pesos volumétricos y pesos específicos de los materiales los cuales vemos en la siguiente tabla.

| Material | Peso volumétrico Kg/m ³ | Peso específico |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Cemento Portland I | 1,510 | 3.1 |
| Arena | 1,623 | 2.41 |
| Grava | 1,513 | 2.36 |

La relación agua cemento a utilizar en peso es de 0.4 como se puede ver en la figura 3.1 y se considera un 25 % de rebote, la proporción analizada para el rebote es de 1:8 determinada "in situ", para obtener la cantidad de materiales para los agregados se toma en consideración la recomendación ACI de 40 % grueso y 60 % fino, como se ve en la grafica de la figura 4.1, publicada en " Shotcreting " (ACI SP-14).

Para la dosificación se determinan los volúmenes de materiales para un m³ de concreto, lo cual se hace por el método de los volúmenes absolutos.

Volumen de componentes sueltos:

$$\text{Cemento} = \frac{1,000 \text{ kg}}{1,510 \text{ kg/m}^3} = 0.662252 \text{ m}^3 \quad \text{Arena} = \frac{3,500 \text{ kg} \times 0.60}{1,623 \text{ kg/m}^3} = 1.2939 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = \frac{3,500 \text{ kg} \times 0.40}{1,513 \text{ kg/m}^3} = 0.925314 \text{ m}^3 \quad \text{Agua} = \frac{1,000 \text{ kg/m}^3 \times 0.4}{1,000 \text{ kg}} = 0.4 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.662252 \text{ m}^3 + 1.2939 \text{ m}^3 + 0.925314 \text{ m}^3 + 0.4 \text{ m}^3 = \mathbf{3.281466 \text{ m}^3}$$

Volumen absoluto de los componentes:

$$\text{Cemento} = \frac{0.662252 \text{ m}^3 \times 1,500 \text{ kg/m}^3}{3.1 \times 1,000 \text{ kg/m}^3} = 0.322581 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena} = \frac{1,2939 \text{ m}^3 \times 1,623 \text{ kg/m}^3}{2.41 \times 1,000 \text{ kg/m}^3} = 0.871369 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = \frac{0.925314 \text{ m}^3 \times 1,513 \text{ kg/m}^3}{2.36 \times 1,000 \text{ kg/m}^3} = 0.593220 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{1,000 \text{ kg/m}^3 \times 0.4000 \text{ m}^3}{1,000 \text{ kg/m}^3} = 0.400000 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.322581 \text{ m}^3 + 0.871369 \text{ m}^3 + 0.593220 \text{ m}^3 + 0.400000 \text{ m}^3 = \mathbf{2.187170 \text{ m}^3}$$

Por lo que para formar un metro cúbico de concreto compacto se requiere de:

$$\frac{3.281466 \text{ m}^3}{2.187170 \text{ m}^3} = 1.500325$$

1.500325 partes de componentes, en volúmenes aparentes los que se reparten como sigue:

$$\text{Cemento} = 0.662252 \text{ m}^3 \left(\frac{1.500325}{3.28466} \right) = 0.662252 \text{ m}^3 \times 0.457212 =$$

$$\text{Cemento} = \quad \quad \quad = 0.302789 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena} = 1.2939 \text{ m}^3 \times 0.457212 = 0.591586 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 0.925314 \text{ m}^3 \times 0.457212 = 0.423064 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.400000 \text{ m}^3 \times 0.457212 = 0.182885 \text{ m}^3$$

$$1.500324 \text{ m}^3$$

Rebote.

Se analiza la proporción de 1:8 en peso, correspondiente al rebote, esto para determinar la cantidad que se incrementa a las proporciones obtenidas anteriormente.

Componentes sueltos:

$$\text{Cemento} = \frac{1,000 \text{ kg}}{1,510 \text{ kg/m}^3} = 0.662252 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena} = \frac{8,000 \text{ kg} \times 0.60}{1,623 \text{ kg/m}^3} = 2.957486 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = \frac{8,000 \text{ kg} \times 0.40}{1,513 \text{ kg/m}^3} = 2.115003 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{1,000 \text{ kg} \times 0.4}{1,000 \text{ kg/m}^3} = 0.400000 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 6.134741 \text{ m}^3$$

Para obtener los volúmenes aparentes, utilizamos los volúmenes absolutos obtenidos anteriormente de 1.500325 por lo que tenemos:

$$\text{Cemento} = 0.662252 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1.500325}{6.134741} \right) = 0.161962 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena} = 2.957486 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1.500325}{6.134741} \right) = 0.723289 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 2.115003 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1.500325}{6.134741} \right) = 0.517250 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.400000 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1.500325}{6.134741} \right) = 0.097825 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} \quad \quad \quad 1.500326 \text{ m}^3$$

Como el volumen de rebote presentó un 25 % de la mezcla inicial, se tiene:

$$0.25 \times 1.500326 \text{ m}^3 = 0.375081 \text{ m}^3$$

Lo que determina los volúmenes de rebote.

$$\begin{aligned}
\text{Cemento} &= 0.161962 \text{ m}^3 \times 0.25 = 0.040491 \text{ m}^3 \\
\text{Arena} &= 0.723289 \text{ m}^3 \times 0.25 = 0.180822 \text{ m}^3 \\
\text{Grava} &= 0.517250 \text{ m}^3 \times 0.25 = 0.129313 \text{ m}^3 \\
\text{Agua} &= 0.097825 \text{ m}^3 \times 0.25 = \underline{0.024456 \text{ m}^3} \\
\text{Total} &= 0.375082 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Sumando estos volúmenes a los de la proporción original y afectándolo por el porcentaje de desperdicio para cada componente tenemos:

$$\begin{aligned}
\text{Cemento} &= 0.302789 \text{ m}^3 + 0.040491 \text{ m}^3 = 0.343280 \text{ m}^3 \\
&= 0.343280 \text{ m}^3 + (0.343280 \text{ m}^3 \times 3 \%) = 0.353578 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Arena} &= 0.591586 \text{ m}^3 + 0.180822 \text{ m}^3 = 0.772408 \text{ m}^3 \\
&= 0.772408 \text{ m}^3 + (0.772408 \text{ m}^3 \times 8 \%) = 0.834201 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Grava} &= 0.423064 \text{ m}^3 + 0.129313 \text{ m}^3 = 0.552377 \text{ m}^3 \\
&= 0.552377 \text{ m}^3 + (0.552377 \text{ m}^3 \times 8 \%) = 0.596567 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Agua} &= 0.182885 \text{ m}^3 + 0.024456 \text{ m}^3 = 0.207341 \text{ m}^3 \\
&= 0.207341 \text{ m}^3 + (0.207341 \text{ m}^3 \times 3 \%) = 0.269543 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Quedando finalmente:

| Material | | Cantidad | Unidad |
|----------|--|----------|----------------|
| Cemento | $0.353578 \text{ m}^3 \times 1.51 \text{ T/m}^3 =$ | 0.533903 | T |
| Arena | | 0.834201 | m ³ |
| Grava | | 0.596567 | m ³ |
| Agua | | 0.269543 | m ³ |

Se obtiene la cantidad de malla electro-soldada necesaria para hacer posible el método, las dimensiones de la sección de túnel que se analiza es la misma sección que en el método de marcos metálicos.

Primero obtenemos las cantidades de malla utilizada en la primera capa de concreto lanzado con un espesor de 3 cm y el volumen de concreto. Por lo que se calcula el perímetro tanto exterior como interior; aplicando las fórmulas que se utilizaron en los marcos metálicos, tenemos que :

$$P = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.90 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.752826 \text{ m.}}$$

Aproximando al cm = 8.75 m

Las patas tienen una longitud de 2.95 m cada uno por lo que el total es de **5.90 m.**

Calculamos el tramo de la clave en el túnel que como ya se mencionó es una cuerda con un ángulo de 20°, la fórmula es:

$$C = 2R \text{ sen } \theta / 2 = 2 (2.95 \text{ m}) \text{ sen } \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.95 \text{ m}) \text{ sen } 10^\circ$$

$$C = 2 (2.95 \text{ m}) (0.173648) = 2 (0.512262 \text{ m}) = 1.024524 \text{ m}$$

Como son dos piezas tenemos:

$$2 (1.024524 \text{ m}) = 2.049048 \text{ m aproximando al cm} = \mathbf{2.05 \text{ m}}$$

Sumando:

$$8.75 \text{ m} + 5.90 \text{ m} + 2.05 \text{ m} = 16.70 \text{ m.}$$

Por lo que el perímetro exterior de la sección es de **16.70 m.**

Perímetro interior aplicamos la fórmula utilizada anteriormente y como el espesor es de 0.03 m tenemos un diámetro de 5.84 m .

$$P = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.84 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.663814 \text{ m.}}$$

La parte recta tiene una longitud de 2.92 m de cada lado por lo que tenemos: $2.92 \text{ m} \times 2 = \mathbf{5.84 \text{ m}}$

Para calcular la longitud de la cuerda en la clave aplicamos la fórmula siguiente:

$$C = 2R \operatorname{sen} \theta / 2 = 2 (2.92 \text{ m}) \operatorname{sen} \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.92 \text{ m}) \operatorname{sen} 10^\circ$$

$$C = 2(2.92 \text{ m} \times 0.173648) = 2(0.507053 \text{ m}) = 1.014106 \text{ m}$$

Como son dos piezas:

$$C = (1.014106 \text{ m}) (2) = 2.028212 \text{ m}$$

Aproximándolo al cm tenemos **2.03 m**.

El perímetro interior de la sección es:

$$8.66 \text{ m} + 5.84 \text{ m} + 2.03 \text{ m} = \mathbf{16.53 \text{ m}}$$

Se obtiene el perímetro promedio

$$\frac{16.70 \text{ m} + 16.53 \text{ m}}{2} = \mathbf{16.615 \text{ m}}$$

Como ya se explicó en el capítulo VI (Procedimiento), el concreto lanzado se aplicó como si fuera un anillo por lo que sumando los 4.51 m del piso, tenemos:

$$16.615 \text{ m} + 4.51 \text{ m} = \mathbf{21.125 \text{ m}}$$

Para obtener la cantidad de concreto lanzado por metro:

$$21.125 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{21.125 \text{ m}^2}$$

$$21.125 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 0.03 \text{ m} = \mathbf{0.63375 \text{ m}^3}$$

Para la malla electro-soldada tenemos:

$$16.615 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{16.615 \text{ m}^2}$$

Si consideramos un desperdicio del 5 % tenemos:

$$16.615 \text{ m}^2 \times 5 \% = 16.615 \times 0.05 = 0.83075 \text{ m}^2$$

Sumando

$$16.615 \text{ m}^2 + 0.83075 \text{ m}^2 = \mathbf{17.44575 \text{ m}^2}$$

Como se mencionó en el capítulo VI, se colocaron anclas @ 40 cm con una longitud de 3.00 m con varillas del # 5 (5/8"), por lo que si consideramos esta distribución tendríamos 120 piezas por metro lineal de túnel en todo el perímetro del mismo, pero no en todo el perímetro ni en toda la longitud se necesitan, estimamos un 25 % de anclas por metro de túnel por lo que tenemos:

$$120 \text{ Pzas} \times 25 \% = 120 \text{ Pzas} \times 0.25 = 30 \text{ pzas}$$

Peso por pieza:

$$3.00 \text{ m} \times 1.566 \text{ kg/m} = 4.698 \text{ kg}$$

si consideramos un 3 % de desperdicio tenemos

$$4.698 \text{ kg} \times 0.03 = 0.14094 \text{ Kg}$$

sumando

$$4.698 \text{ kg} + 0.14094 \text{ kg} = 4.83894 \text{ kg} \quad \mathbf{0.004839 \text{ Tn.}}$$

Se obtiene el volumen para la segunda capa de concreto que tiene un espesor de 0.09 m, aplicando las fórmulas anteriores.

Perímetro exterior.

Como esta capa se coloca sobre la primera el perímetro exterior es igual al interior de la primera capa por lo que:

$$\text{Perímetro exterior} = \mathbf{16.53 \text{ m}}$$

Perímetro interior:

Aplicamos la fórmula utilizada anteriormente.

$$P = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.66 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.396779 \text{ m.}}$$

Aproximándolo al cm tenemos = **8.40 m**

La parte recta tiene una longitud de 2.83 m de cada lado por lo que tenemos: 2.83 m x 2 = **5.66 m**

Para calcular la longitud de la cuerda en la clave aplicamos la fórmula:

$$C = 2R \sin \theta / 2 = 2 (2.83 \text{ m}) \sin \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.83 \text{ m}) \sin 10^\circ$$

$$C = 2(2.83 \text{ m} \times 0.173648) = 2(0.491424 \text{ m}) = 0.982848 \text{ m}$$

Como son dos piezas:

$$C = (0.982848 \text{ m})(2) = 1.965696 \text{ m}$$

Aproximándolo al cm tenemos **1.97 m**.

El perímetro interior de la sección es:

$$8.40 \text{ m} + 5.66 \text{ m} + 1.97 \text{ m} = \mathbf{16.03 \text{ m}}$$

Se obtiene el perímetro promedio

$$\frac{16.53 \text{ m} + 16.03 \text{ m}}{2} = \mathbf{16.28 \text{ m}}$$

Como ya se explicó el concreto lanzado se aplicó como si fuera un anillo por lo que sumando los 4.42 m del piso, tenemos:

$$16.28 \text{ m} + 4.42 \text{ m} = \mathbf{20.70 \text{ m}}$$

Para obtener la cantidad de concreto lanzado por metro, de esta capa:

$$20.70 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{20.70 \text{ m}^2}$$

$$20.70 \text{ m} \times 0.09 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{1.863 \text{ m}^3}$$

Se calculan las cantidades de materiales para la tercera capa de concreto que tiene un espesor de 0.03 m, aplicando las fórmulas, tenemos.

Perímetro exterior.

Como esta capa se coloca sobre la segunda, el perímetro exterior es igual al perímetro interior de la capa que le antecede por lo que:

Perímetro exterior = **16.03 m**

Perímetro interior:

Aplicando las fórmulas utilizadas anteriormente.

$$P = \Pi \times d \times \frac{\text{Angulo}}{360^\circ} = \frac{3.141593 \times 5.60 \text{ m} \times 170^\circ}{360^\circ} = \mathbf{8.307767 \text{ m.}}$$

Aproximándolo al cm tenemos = **8.31 m**

La parte recta tiene una longitud de 2.80 m de cada lado por lo que tenemos: 2.80 m x 2 = **5.60 m**

Para calcular la longitud de la cuerda en la clave aplicamos la fórmula:

$$C = 2R \text{ sen } \theta / 2 = 2 (2.80 \text{ m}) \text{ sen } \frac{20^\circ}{2} = 2 (2.80 \text{ m}) \text{ sen } 10^\circ$$

$$C = 2(2.80 \text{ m} \times 0.173648) = 2(0.486215 \text{ m}) = 0.97243 \text{ m}$$

Como son dos piezas:

$$C = (0.97243 \text{ m}) (2) = 1.944859 \text{ m}$$

Aproximándolo al cm tenemos **1.95 m.**

El perímetro interior de la sección es:

$$8.31 \text{ m} + 5.60 \text{ m} + 1.95 \text{ m} = \mathbf{15.86 \text{ m}}$$

Obtenemos el perímetro promedio

$$\frac{16.03 \text{ m} + 15.86 \text{ m}}{2} = \mathbf{15.945 \text{ m}}$$

El concreto lanzado se aplicó, tomando la sección como si fuera un anillo, sumamos los 4.39 m del piso:

$$15.945 \text{ m} + 4.39 \text{ m} = \mathbf{20.335 \text{ m}}$$

aproximando al cm **20.34 m**

Para obtener la cantidad por metro, de concreto lanzado con espesor de 3 centímetros:

$$20.34 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{20.34 \text{ m}^2}$$

$$20.34 \text{ m} \times 0.03 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{0.6102 \text{ m}^3}$$

Para la malla electro-soldada de refuerzo, tenemos:

$$15.945 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 15.945 \text{ m}^2$$

Si consideramos un desperdicio del 5 % tenemos:

$$15.945 \text{ m}^2 \times 5 \% = 15.945 \times 0.05 = 0.79725 \text{ m}^2$$

Sumando

$$15.945 \text{ m}^2 + 0.79725 \text{ m}^2 = \mathbf{16.74225 \text{ m}^2}$$

aproximando al cm = **16.74 m²**

RESUMEN 1ª CAPA DE CONCRETO LANZADO

| Material | Cantidad | Unidad |
|------------------|----------|----------------|
| Concreto Lanzado | 21.125 | m ² |
| Malla | 17.44575 | m ² |
| Anclas | 0.004839 | T |

RESUMEN 2ª CAPA DE CONCRETO LANZADO

| Material | Cantidad | Unidad |
|------------------|----------|----------------|
| Concreto Lanzado | 20.70 | m ² |

RESUMEN 3ª CAPA DE CONCRETO LANZADO

| Material | Cantidad | Unidad |
|------------------|----------|----------------|
| Concreto Lanzado | 20.34 | m ² |
| Malla | 16.74 | m ² |

VIII .4.b Costo de cada procedimiento

Una vez que se obtuvieron las cantidades de obra para los tres métodos descritos, se calcula el costo para cada uno de ellos, para hacer esto se utilizó una de las paqueterías de computadora existentes en el mercado, para el cálculo de precios unitarios. A continuación se presenta el costo para cada método así como las diferentes tarjetas para cada costo.

Los precios se calcularon a costo directo ya que cada empresa calcula sus indirectos, financiamiento y utilidad de acuerdo a sus necesidades y políticas.

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha: 30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL .



CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA

| Código | Concepto | Unidad | Cantidad | P. Unitario | Precio con letra | Importe |
|-------------------------------|--|--------|----------|-------------|---|------------------|
| 1 Concreto lanzado | | | | | | |
| PANC0001 | Anclaje en el túnel incluye : perforación e inyección con Pza mortero cemento arena. | | 30.0000 | 360.63 | (* TRESCIENTOS SESENTA PESOS 63/100 m.n. *) | 10,818.90 |
| PCLZ0004 | Colocación de 1 capa de malla electrosoldada 6 X 6 - 6/6 m ² por metro cuadrado en el túnel. | | 16.7000 | 28.05 | (* VEINTIOCHO PESOS 05/100 m.n. *) | 468.44 |
| PCLZ0001 | Aplicación de 1 capa de 3 cm de espesor de concreto m ² lanzado de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | 21.1250 | 133.35 | (* CIENTO TREINTA Y TRES PESOS 35/100 m.n. *) | 2,817.02 |
| PCLZ0002 | Aplicación de capa de 9 cm de espesor de concreto lanzado m ² de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | 20.7000 | 399.34 | (* TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 34/100 m.n. *) | 8,266.34 |
| PCLZ0005 | Colocación de 2 capa, de malla electrosoldada 6 X 6 - 6/6 m ² | | 15.9500 | 28.05 | (* VEINTIOCHO PESOS 05/100 m.n. *) | 447.40 |
| PCLZ0003 | Aplicación de 2 capa de 3 cm de espesor de concreto m ² lanzado de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | 20.3350 | 133.35 | (* CIENTO TREINTA Y TRES PESOS 35/100 m.n. *) | 2,711.67 |
| Total Concreto lanzado | | | | | | 25,529.77 |

Pasante: Sergio Armando Calles Peñaloza

Parcial: \$25,529.77
Acumulado: \$25,529.77

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8 Fecha: 30-Oct-07
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL .

CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA

| Código | Concepto | Unidad | Cantidad | P. Unitario | Precio con letra | Importe |
|-------------------------------|--|--------|----------|-------------|---|------------------|
| 2 Marcos metálicos | | | | | | |
| PMME0001 | Marco metálico a base de vigas I PS WF de 4" placa Pza metálica de 3/4" de espesor 5"X6" 12 piezas; tensores de 1/2" de diámetro 1.10 m de longitud 8 piezas y 20 tornillos con tuerca de 1" de diámetro X 2.1/2" de longitud. | | 1.5000 | 11,504.93 | (* ONCE MIL QUINIENTOS CUATRO PESOS 93/100 m.n. *) | 17,257.40 |
| PMME0002 | Manejo del marco metálico a base de vigas I PS WF de 4" Pza placa metálica de 3/4" de espesor 5"X6" entre el taller y el túnel. | | 1.5000 | 40.45 | (* CUARENTA PESOS 45/100 m.n. *) | 60.68 |
| PMME0003 | Colocación del marco metálico a base de vigas I PS WF de Pza 4" placa metálica de 3/4" de espesor 5"X6" en el túnel. | | 1.5000 | 1,422.08 | (* UN MIL CUATROCIENTOS VEINTIDOS PESOS 08/100 m.n. *) | 2,133.12 |
| PANC0001 | Anclaje en el túnel incluye : preforación e inyección con Pza mortero cemento arena. | | 31.0000 | 360.63 | (* TRESCIENTOS SESENTA PESOS 63/100 m.n. *) | 11,179.53 |
| PMME0004 | Colocación de madera para enhuacalado a base de polín de m ³ 4" X 4". | | 1.7400 | 11,696.25 | (* ONCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS PESOS 25/100 m.n. *) | 20,351.48 |
| Total Marcos metálicos | | | | | | 50,982.21 |

Pasante: Sergio Armando Calles Peñaloza

Parcial: \$50,982.21
Acumulado: \$76,511.98

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha: 30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL .



CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA

| Código | Concepto | Unidad | Cantidad | P. Unitario | Precio con letra | Importe |
|----------------------------------|--|--------|----------|-------------|--|-------------------|
| 3 Dovelas de concreto | | | | | | |
| PDOV0001 | Dovela de concreto de f'c=350 kg/cm de 17 cm de espesor Pza y 100 cm de ancho con longitud de 268.5 cm armada con varilla del No 6 y estribos 2 del No 2 @ 25 cm, incluye vibrado y curado. | | 6.0000 | 3,399.19 | (* TRES MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 19/100 m.n. *) | 20,395.14 |
| PDOV0002 | Cuña de concreto de f'c=350 kg/cm de 17 cm de espesor y Pza 100 cm de ancho con longitud de 1.075 m armada con varilla del No 6 y estribos del No 3 @ 25 cm, incluye cimbra, vibrado y curado. | | 1.0000 | 1,705.94 | (* UN MIL SETECIENTOS CINCO PESOS 94/100 m.n. *) | 1,705.94 |
| PDOV0003 | Colocación de anillo de dovelas. | Pza | 1.0000 | 6,659.95 | (* SEIS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 95/100 m.n. *) | 6,659.95 |
| PDOV0004 | Inyección de contacto 1ª fase | m³ | 0.1322 | 1,944.88 | (* UN MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 88/100 m.n. *) | 257.09 |
| PDOV0005 | Inyección de contacto 2ª fase. | m³ | 0.2830 | 2,340.58 | (* DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA PESOS 58/100 m.n. *) | 662.47 |
| PDOV0006 | Inyección de contacto 3ª fase. | m³ | 0.3029 | 2,066.67 | (* DOS MIL SESENTA Y SEIS PESOS 67/100 m.n. *) | 625.97 |
| PDOV0007 | Inyección de contacto 4ª fase o última. | m³ | 0.2326 | 2,809.33 | (* DOS MIL OCHOCIENTOS NUEVE PESOS 33/100 m.n. *) | 653.46 |
| Total Dovelas de concreto | | | | | | 30,959.96 |
| Total del presupuesto | | | | | | 107,472.00 |

Pasante: Sergio Armando Calles Peñaloza

Parcial: \$30,960.02
Acumulado: \$107,472.00

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|--|----------------|------------|----------|-----------------|
| Análisis: PANC0001 Unidad: Pza | | | | | |
| Anclaje en el túnel incluye : perforación e inyección con mortero cemento arena. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | \$8,200.00 | 0.004839 | \$39.68 |
| | Cuña de ancla con Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | \$9,020.00 | 0.000195 | \$1.76 |
| | Barrena de 1" de diámetro. | Pza | \$6,705.00 | 0.015000 | \$100.58 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$142.02 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 041 (1 Albañil + 1 peón) | Jor | \$413.30 | 0.040000 | \$16.53 |
| | Cuadrilla 046 (1 Albañil + 1 ayudante de albañilería) | Jor | \$455.70 | 0.032813 | \$14.95 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$31.48 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Martillo perforador electroneumático. | Hr. | \$304.88 | 0.375000 | \$114.33 |
| | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor diesel 26 H.P. | Hr. | \$431.45 | 0.166667 | \$71.91 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$186.24 |
| BASICOS | | | | | |
| | Mortero cemento arena para inyección de anclas. | m ³ | \$556.85 | 0.001599 | \$0.89 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$0.89 |
| | Costo directo | | | | \$360.63 |
| (* TRESCIENTOS SESENTA PESOS 63/100 m.n. *) | | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|--|----------------|------------|----------|----------------|
| Análisis: PCLZ0004 Unidad: m² | | | | | |
| Colocación de 1ª capa de malla electrosoldada 6 X 6 - 6/6 por metro cuadrado en el túnel. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Malla electrosoldada Tecnomalla 6 X 6 - 6/6. | m ² | \$21.97 | 1.050000 | \$23.07 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$23.07 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 079 (1 soldador calificado + 1 ayudante de JOR soldador) | | \$483.70 | 0.001667 | \$0.81 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.001667 | \$1.84 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$2.65 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Equipo de Soldadura marca HARRIS-MEDIUM | Hr | \$174.56 | 0.013336 | \$2.33 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$2.33 |
| | Costo directo | | | | \$28.05 |
| | (* VEINTIOCHO PESOS 05/100 m.n. *) | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|--------|-------------|----------|-----------------|
| Análisis: PCLZ0001 Unidad: m² | | | | | |
| Aplicación de 1 ^a capa de 3 cm de espesor de concreto lanzado de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Boquilla de 1 1/2" de diametro. | Pza | \$4,049.62 | 0.000079 | \$0.32 |
| | Manguera de 1 1/2" de diametro por 50' (15.24 m) | Pza | \$10,313.82 | 0.000063 | \$0.65 |
| | Manguera de agua de 3/8" de diametro por 50' (Pza 15.24 m) de longitud. | Pza | \$658.16 | 0.000036 | \$0.02 |
| | Manguera de aire de 1 1/2" de diametro por 25' (7.62 m) de longitud. | Pza | \$4,954.83 | 0.000032 | \$0.16 |
| | Cojin de hule de desgaste superior | Pza | \$3,464.29 | 0.000063 | \$0.22 |
| | Cojin de hule de desgaste. | Pza | \$3,464.29 | 0.000047 | \$0.16 |
| | Tambor rotatorio | Pza | \$11,943.04 | 0.000032 | \$0.38 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$1.91 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 005 (5 peones) | Jor | \$897.76 | 0.001733 | \$1.56 |
| | Lanzador | Jor. | \$213.86 | 0.001073 | \$0.23 |
| | Ayudante de lanzador | Jor. | \$319.65 | 0.001073 | \$0.34 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$2.13 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Lanzadora rotativa Aliva modelo 252. con motor neumático de 5 H.P. | Hr. | \$134.76 | 0.008584 | \$1.16 |
| | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | Hr | \$4,437.10 | 0.017168 | \$76.18 |
| | Carro dosificador Trixer. | Hr. | \$1,666.25 | 0.008584 | \$14.30 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$91.64 |
| BASICOS | | | | | |
| | Concreto f'c=250 kg/cm , para una proporción cemento agregado 1:3.5 agregado grueso maximo 3/4", siguiendo la recomendacion del ACI de 40 % grueso y 60 % fino. | | \$1,051.50 | 0.031500 | \$33.12 |
| | Tarango o jumbo a base de tubo de fierro de 2" de diametro con plataforma deslizando. | Pza | \$72,163.59 | 0.000063 | \$4.55 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$37.67 |
| | Costo directo | | | | \$133.35 |
| (* CIENTO TREINTA Y TRES PESOS 35/100 m.n. *) | | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|---|--------|-------------|----------|-----------------|
| Análisis: PCLZ0002 Unidad: m² | | | | | |
| Aplicación de capa de 9 cm de espesor de concreto lanzado de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Boquilla de 1 1/2" de diametro. | Pza | \$4,049.62 | 0.000236 | \$0.96 |
| | Manguera de 1 1/2" de diametro por 50' (15.24 m) | Pza | \$10,313.82 | 0.000189 | \$1.95 |
| | Manguera de agua de 3/8" de diametro por 50' (Pza 15.24 m) de longitud. | | \$658.16 | 0.000108 | \$0.07 |
| | Manguera de aire de 1 1/2" de diametro por 25' (7.62 m) de longitud. | Pza | \$4,954.83 | 0.000095 | \$0.47 |
| | Cojin de hule de desgaste. | Pza | \$3,464.29 | 0.000142 | \$0.49 |
| | Cojin de hule de desgaste superior | Pza | \$3,464.29 | 0.000189 | \$0.65 |
| | Tambor rotatorio | Pza | \$11,943.04 | 0.000095 | \$1.13 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$5.72 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 005 (5 peones) | Jor | \$897.76 | 0.005199 | \$4.67 |
| | Ayudante de lanzador | Jor. | \$319.65 | 0.003219 | \$1.03 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$5.70 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Lanzadora rotativa Aliva modelo 252. con motor neumático de 5 H.P. | Hr. | \$134.76 | 0.025752 | \$3.47 |
| | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | Hr | \$4,437.10 | 0.051504 | \$228.53 |
| | Carro dosificador Trixer. | Hr. | \$1,666.25 | 0.025752 | \$42.91 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$274.91 |
| BASICOS | | | | | |
| | Concreto f'c=250 kg/cm , para una proporción cemento agregado 1:3.5 agregado grueso maximo 3/4", siguiendo la recomendacion del ACI de 40 % grueso y 60 % fino. | | \$1,051.50 | 0.094500 | \$99.37 |
| | Tarango o jumbo a base de tubo de fierro de 2" de diametro con plataforma deslizando. | Pza | \$72,163.59 | 0.000189 | \$13.64 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$113.01 |
| | Costo directo | | | | \$399.34 |
| (* TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 34/100 m.n. *) | | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|-----------------------------|---|----------------|------------|----------|----------------|
| | Análisis: PCLZ0005 Unidad: m² | | | | |
| | Colocación de 2ª capa de malla electrosoldada 6 X 6 - 6/6 por metro cuadrado en el túnel. | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Malla electrosoldada Tecnomalla 6 X 6 - 6/6. | m ² | \$21.97 | 1.050000 | \$23.07 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$23.07 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 079 (1 soldador calificado + 1 ayudante de JOR soldador) | | \$483.70 | 0.001667 | \$0.81 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.001667 | \$1.84 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$2.65 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Equipo de Soldadura marca HARRIS-MEDIUM | Hr | \$174.56 | 0.013336 | \$2.33 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$2.33 |
| | Costo directo | | | | \$28.05 |
| | (* VEINTIOCHO PESOS 05/100 m.n. *) | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|--------|-------------|----------|-----------------|
| Análisis: PCLZ0003 Unidad: m² | | | | | |
| Aplicación de 2ª capa de 3 cm de espesor de concreto lanzado de f'c= 250 kg/cm proporción 1:3.5 tamaño máximo del agregado 3/4". | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Boquilla de 1 1/2" de diametro. | Pza | \$4,049.62 | 0.000079 | \$0.32 |
| | Manguera de 1 1/2" de diametro por 50' (15.24 m) | Pza | \$10,313.82 | 0.000063 | \$0.65 |
| | Manguera de aire de 1 1/2" de diametro por 25' (7.62 m) de longitud. | Pza | \$4,954.83 | 0.000032 | \$0.16 |
| | Manguera de agua de 3/8" de diametro por 50' (15.24 m) de longitud. | Pza | \$658.16 | 0.000036 | \$0.02 |
| | COJIN DE HULE DE DESGASTE SUPERIOR | Pza | \$3,464.29 | 0.000063 | \$0.22 |
| | TAMBOR ROTATORIO | Pza | \$11,943.04 | 0.000032 | \$0.38 |
| | Cojin de hule de desgaste. | Pza | \$3,464.29 | 0.000047 | \$0.16 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$1.91 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 005 (5 peones) | Jor | \$897.76 | 0.001733 | \$1.56 |
| | Lanzador | Jor. | \$213.86 | 0.001073 | \$0.23 |
| | Ayudante de lanzador | Jor. | \$319.65 | 0.001073 | \$0.34 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$2.13 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Lanzadora rotativa Aliva modelo 252. con motor neumático de 5 H.P. | Hr. | \$134.76 | 0.008584 | \$1.16 |
| | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | Hr | \$4,437.10 | 0.017168 | \$76.18 |
| | Carro dosificador Trixer. | Hr. | \$1,666.25 | 0.008584 | \$14.30 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$91.64 |
| BASICOS | | | | | |
| | Concreto f'c=250 kg/cm , para una proporción cemento agregado 1:3.5 agregado grueso maximo 3/4", siguiendo la recomendacion del ACI de 40 % grueso y 60 % fino. | | \$1,051.50 | 0.031500 | \$33.12 |
| | Tarango o jumbo a base de tubo de fierro de 2" de diametro con plataforma deslizando. | Pza | \$72,163.59 | 0.000063 | \$4.55 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$37.67 |
| | Costo directo | | | | \$133.35 |
| (* CIENTO TREINTA Y TRES PESOS 35/100 m.n. *) | | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|--|--------|-------------|-----------|--------------------|
| Análisis: PMME0001 Unidad: Pza | | | | | |
| Marco metálico a base de vigas I PS WF de 4" placa metálica de 3/4" de espesor 5"X6" 12 piezas; tensores de 1/2" de diámetro 1.10 m de longitud 8 piezas y 20 tornillos con tuerca de 1" de diámetro X 2.1/2" de longitud. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Vigeta "I" der 4" WF. | Tn. | \$11,000.00 | 0.296535 | \$3,261.89 |
| | Tensor de Varilla roscada de 1" X 1.10 m. | Kg | \$107.17 | 32.032000 | \$3,432.87 |
| | Placa de acero de 3/4" | KG | \$10.12 | 36.138336 | \$365.72 |
| | Tornillo de acero de 1" X 2 " con tuerca. | Pza | \$42.00 | 20.000000 | \$840.00 |
| | Gas Oxigeno. | m³ | \$46.58 | 2.100000 | \$97.82 |
| | Gas Acetileno. | Kg | \$153.70 | 0.525000 | \$80.69 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$8,078.99 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 130 (1 rolador + 1 cortador + 2 ayudantes) | JOR | \$938.54 | 1.250000 | \$1,173.18 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,173.18 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Equipo de corte OXI- Acetileno con accesorios. | Hr | \$129.91 | 1.333334 | \$173.21 |
| | Roladora. | HR | \$779.83 | 2.666667 | \$2,079.55 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$2,252.76 |
| | Costo directo | | | | \$11,504.93 |
| (* ONCE MIL QUINIENTOS CUATRO PESOS 93/100 m.n. *) | | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|---|--------|------------|----------|----------------|
| Análisis: PMME0002 Unidad: Pza | | | | | |
| Manejo del marco metálico a base de vigas I PS WF de 4" placa metálica de 3/4" de espesor 5"X6" entre el taller y el túnel. | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 010 (10 peones) | JOR | \$1,959.62 | 0.009518 | \$18.65 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$18.65 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Camión grua HIAB, modelo 650 DE 6.0 Tn. de HR capacidad. S/Camión marca FAMSA F-1314/52 | | \$290.88 | 0.074949 | \$21.80 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$21.80 |
| | Costo directo | | | | \$40.45 |
| | (* CUARENTA PESOS 45/100 m.n. *) | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|----------------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PMME0003 Unidad: Pza | | | | | |
| Colocación del marco metálico a base de vigas I PS WF de 4" placa metálica de 3/4" de espesor 5"X6" en el túnel. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Gas Oxigeno. | m ³ | \$46.58 | 2.100000 | \$97.82 |
| | Gas Acetileno. | Kg | \$153.70 | 0.525000 | \$80.69 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$178.51 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 090 (1 soldador + 2 ayudantes de soldador Jor + 10 peones.) | | \$2,691.41 | 0.333333 | \$897.14 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$897.14 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Equipo de corte OXI- Acetileno con accesorios. | Hr | \$129.91 | 2.666667 | \$346.43 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$346.43 |
| | Costo directo | | | | \$1,422.08 |
| (* UN MIL CUATROCIENTOS VEINTIDOS PESOS 08/100 m.n. *) | | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|--|----------------|------------|----------|-----------------|
| Análisis: PANC0001 Unidad: Pza | | | | | |
| Anclaje en el túnel incluye : perforación e inyección con mortero cemento arena. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | \$8,200.00 | 0.004839 | \$39.68 |
| | Cuña de ancla con Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | \$9,020.00 | 0.000195 | \$1.76 |
| | Barrena de 1" de diámetro. | Pza | \$6,705.00 | 0.015000 | \$100.58 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$142.02 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 041 (1 Albañil + 1 peón) | Jor | \$413.30 | 0.040000 | \$16.53 |
| | Cuadrilla 046 (1 Albañil + 1 ayudante de albañilería) | Jor | \$455.70 | 0.032813 | \$14.95 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$31.48 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Martillo perforador electroneumático. | Hr. | \$304.88 | 0.375000 | \$114.33 |
| | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor diesel 26 H.P. | Hr. | \$431.45 | 0.166667 | \$71.91 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$186.24 |
| BASICOS | | | | | |
| | Mortero cemento arena para inyección de anclas. | m ³ | \$556.85 | 0.001599 | \$0.89 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$0.89 |
| | Costo directo | | | | \$360.63 |
| | (* TRESCIENTOS SESENTA PESOS 63/100 m.n. *) | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|--|--------|------------|------------|--------------------|
| Análisis: PMME0004 Unidad: m³ | | | | | |
| Colocación de madera para enhuacalado a base de polín de 4" X 4". | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Madera de pino de 3 en polín 4" X 4" X 8.25'. | Pt | \$6.70 | 444.150000 | \$2,975.81 |
| | Clavo de 2 " a 4" . | Kg | \$13.99 | 3.108000 | \$43.48 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$3,019.29 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 059 (1 Carpintero de obra negra + 1 JOR ayudante de carpintero de O. N.) | | \$434.22 | 1.410000 | \$612.25 |
| | Cuadrilla 059 (1 Carpintero de obra negra + 1 JOR ayudante de carpintero de O. N.) | | \$434.22 | 0.705000 | \$306.13 |
| | Cuadrilla 005 (5 peones) | Jor | \$897.76 | 0.705000 | \$632.92 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,551.30 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Camion redilas marca FAMSA modelo F-1314/52. | HR | \$2,471.82 | 2.820000 | \$6,970.53 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$6,970.53 |
| BASICOS | | | | | |
| | Andamios y pasarelas | %MO | \$1,551.30 | 0.100000 | \$155.13 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$155.13 |
| | Costo directo | | | | \$11,696.25 |
| | (* ONCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS PESOS 25/100 m.n. *) | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|--|----------------|------------|-----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0001 Unidad: Pza | | | | | |
| Dovela de concreto de $f'c=350$ kg/cm de 17 cm de espesor y 100 cm de ancho con longitud de 268.5 cm armada con varilla del No 6 y estribos 2 del No 2 @ 25 cm, incluye vibrado y curado. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Concreto premezclado RR $f'c= 350$ agregado de 3/4" | m ³ | \$1,577.68 | 0.493395 | \$778.42 |
| | Varilla No 6 (3/4") $f_y= 4200$ kg/cm . | Ton. | \$8,100.00 | 0.057412 | \$465.04 |
| | Alambros liso de 1/4" (No 2) | Kg | \$11.29 | 14.811552 | \$167.22 |
| | Alambre recocido No 18 | Kg | \$13.48 | 0.401728 | \$5.42 |
| | Placa de acero 3/16" | Kg | \$10.12 | 7.924176 | \$80.19 |
| | Membrana Curafest Roja para curado de concreto. | Cub | \$393.50 | 0.182580 | \$71.85 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$1,568.14 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 062 (1 Ferrero + 1 ayudante de ferrero) | Jor | \$451.88 | 0.210021 | \$94.90 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.504218 | \$556.54 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$651.44 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | VIBRADOR PARA CONCRETO MECSA-DYNAPAC Hr MODELO MV-K4 CABEZAL AA36 D 1 3/8" X 13" X 4" MOTOR DE GASOLINA DE 4 H.P. | | \$171.38 | 0.189950 | \$32.55 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$32.55 |
| BASICOS | | | | | |
| | CIMBRA METALICA PARA DOVELAS DE CONCRETO, DE LAMINA NEGRA ROLADA EN FRIJO, CALIBRE No.18, REFORZADA; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M | m ² | \$185.91 | 6.170000 | \$1,147.06 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$1,147.06 |
| | Costo directo | | | | \$3,399.19 |
| (* TRES MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 19/100 m.n. *) | | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|----------------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0002 Unidad: Pza | | | | | |
| Cuña de concreto de $f'c=350$ kg/cm de 17 cm de espesor y 100 cm de ancho con longitud de 1.075 m armada con varilla del No 6 y estribos del No 3 @ 25 cm, incluye cimbra, vibrado y curado. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Concreto premezclado RR $f'c= 350$ agregado de 3/4" | m ³ | \$1,577.68 | 0.197531 | \$311.64 |
| | Varilla No 6 (3/4") $f_y= 4200$ kg/cm . | Ton. | \$8,100.00 | 0.038194 | \$309.37 |
| | Varilla No 3 (3/8") $f_y= 4200$ kg/cm . | Ton | \$8,200.00 | 0.004778 | \$39.18 |
| | Alambre recocido No 18 | Kg | \$13.48 | 0.295691 | \$3.99 |
| | Membrana Curafest Roja para curado de concreto. | Cub | \$393.50 | 0.073100 | \$28.76 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$692.94 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 062 (1 Ferrero + 1 ayudante de ferrero) | Jor | \$451.88 | 1.044126 | \$471.82 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.029654 | \$32.73 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$504.55 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | VIBRADOR PARA CONCRETO MECSA-DYNAPAC Hr MODELO MV-K4 CABEZAL AA36 D 1 3/8" X 13" X 4' MOTOR DE GASOLINA DE 4 H.P. | | \$171.38 | 0.070438 | \$12.07 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$12.07 |
| BASICOS | | | | | |
| | CIMBRA METALICA PARA DOVELAS DE m ² CONCRETO, DE LAMINA NEGRA ROLADA EN FRIO, CALIBRE No.18, REFORZADA; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M | | \$185.91 | 2.670000 | \$496.38 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$496.38 |
| | Costo directo | | | | \$1,705.94 |
| | (* UN MIL SETECIENTOS CINCO PESOS 94/100 m.n. *) | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|--------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0003 Unidad: Pza | | | | | |
| Colocación de anillo de dovelas. | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 135 (1 cabo de maniobras + 4 maniobristas JOR + 4 ayudantes de maniobristas) | | \$1,792.26 | 0.200000 | \$358.45 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$358.45 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Equipo de Soldadura marca HARRIS-MEDIUM | Hr | \$174.56 | 1.600000 | \$279.30 |
| | Gato hidráulico de 50 toneladas. | HR | \$32.64 | 1.600000 | \$52.22 |
| | Grua marca Grove modelo RT-630B de 15 toneladas. | Tn | \$3,407.72 | 1.600000 | \$5,452.35 |
| | Camión grua HIAB, modelo 650 DE 6.0 Tn. de HR capacidad. S/Camión marca FAMSA F-1314/52 | | \$290.88 | 1.600000 | \$465.41 |
| | Gato hidráulico de 50 toneladas. | HR | \$32.64 | 1.600000 | \$52.22 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$6,301.50 |
| | Costo directo | | | | \$6,659.95 |
| (* SEIS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 95/100 m.n. *) | | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|--------|-------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0004 Unidad: m³ | | | | | |
| Inyección de contacto 1ª fase | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Gravilla de 4 a 6 mm | m³ | \$160.00 | 1.050000 | \$168.00 |
| | Boquilla de 1 1/2" de diametro. | Pza | \$4,049.62 | 0.002500 | \$10.12 |
| | Manguera de 1 1/2" de diametro por 50' (15.24 m) | Pza | \$10,313.82 | 0.002000 | \$20.63 |
| | Manguera de agua de 3/8" de diametro por 50' (Pza 15.24 m) de longitud. | Pza | \$658.16 | 0.001000 | \$0.66 |
| | Manguera de aire de 1 1/2" de diametro por 25' (7.62 m) de longitud. | Pza | \$4,954.83 | 0.001000 | \$4.95 |
| | Cojin de hule de desgaste. | Pza | \$3,464.29 | 0.001500 | \$5.20 |
| | COJIN DE HULE DE DESGASTE SUPERIOR | Pza | \$3,464.29 | 0.002000 | \$6.93 |
| | TAMBOR ROTATORIO | Pza | \$11,943.04 | 0.001000 | \$11.94 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$228.43 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 005 (5 peones) | Jor | \$897.76 | 0.005199 | \$4.67 |
| | Ayudante de lanzador | Jor. | \$319.65 | 0.057870 | \$18.50 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$23.17 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Lanzadora rotativa Aliva modelo 252. con motor neumático de 5 H.P. | Hr. | \$134.76 | 0.370370 | \$49.91 |
| | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | Hr | \$4,437.10 | 0.370370 | \$1,643.37 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$1,693.28 |
| | Costo directo | | | | \$1,944.88 |
| (* UN MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 88/100 m.n. *) | | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|---|--------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0005 Unidad: m³ | | | | | |
| Inyección de contacto 2ª fase. | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 140 (Cabo de maniobras + 1 operador + Jor ayudante + 2 maniobristas + 2 ayudantes) | | \$1,379.84 | 0.166667 | \$229.97 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.166667 | \$183.96 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$413.93 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor Hr. diesel 26 H.P. | | \$431.45 | 0.333333 | \$143.82 |
| | Bomba autocebante de 2" de diametro 8 H.P. incluye Hr operdor y accesorios. | | \$75.31 | 0.333330 | \$25.10 |
| | Uso de tanque de 10,000 lts para almacenar lodo Uso. bentonítico. | | \$500.57 | 0.067000 | \$33.54 |
| | Uso de tanque de 15,000 lts para almacenar agua. Uso. | | \$695.25 | 0.013600 | \$9.46 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$211.92 |
| BASICOS | | | | | |
| | Mortero cemento, arena y acelerante para inyección m³ de 2 fase | | \$1,633.08 | 1.050000 | \$1,714.73 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$1,714.73 |
| | Costo directo | | | | \$2,340.58 |

(* DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA PESOS 58/100 m.n. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 0.283035 Importe: 662.47

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|---|--------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0006 Unidad: m³ | | | | | |
| Inyección de contacto 3ª fase. | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 140 (Cabo de maniobras + 1 operador + Jor ayudante + 2 maniobristas + 2 ayudantes) | | \$1,379.84 | 0.125000 | \$172.48 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.125000 | \$137.97 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$310.45 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor Hr. diesel 26 H.P. | | \$431.45 | 0.333333 | \$143.82 |
| | Bomba autocebante de 2" de diametro 8 H.P. incluye Hr operdor y accesorios. | | \$75.31 | 0.333330 | \$25.10 |
| | Uso de tanque de 10,000 lts para almacenar lodo Uso. bentonítico. | | \$500.57 | 0.067000 | \$33.54 |
| | Uso de tanque de 15,000 lts para almacenar agua. Uso. | | \$695.25 | 0.013600 | \$9.46 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$211.92 |
| BASICOS | | | | | |
| | Mortero cemento, lodo bentonitico y arena para m³ inyección de 3 fase | | \$1,470.76 | 1.050000 | \$1,544.30 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$1,544.30 |
| | Costo directo | | | | \$2,066.67 |
| | (* DOS MIL SESENTA Y SEIS PESOS 67/100 m.n. *) | | | | |

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMACO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|---|---|--------|------------|----------|-------------------|
| Análisis: PDOV0007 Unidad: m³ | | | | | |
| Inyección de contacto 4ª fase o ultima. | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | Cuadrilla 140 (Cabo de maniobras + 1 operador + Jor ayudante + 2 maniobristas + 2 ayudantes) | | \$1,379.84 | 0.125000 | \$172.48 |
| | Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | Jor | \$1,103.77 | 0.125000 | \$137.97 |
| | Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$310.45 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor Hr. diesel 26 H.P. | | \$431.45 | 0.333333 | \$143.82 |
| | Bomba autocebante de 2" de diametro 8 H.P. incluye Hr operdor y accesorios. | | \$75.31 | 0.333330 | \$25.10 |
| | Uso de tanque de 10,000 lts para almacenar lodo Uso. bentonítico. | | \$500.57 | 0.067000 | \$33.54 |
| | Uso de tanque de 15,000 lts para almacenar agua. Uso. | | \$695.25 | 0.013600 | \$9.46 |
| | Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$211.92 |
| BASICOS | | | | | |
| | Lechada de mortero cemento y lodo bentonitico para m³ ultima inyección. | | \$1,825.30 | 1.050000 | \$1,916.57 |
| | Lodo bentonico proporción 10: 1 | m³ | \$352.75 | 1.050000 | \$370.39 |
| | Subtotal: BASICOS | | | | \$2,286.96 |
| | Costo directo | | | | \$2,809.33 |
| (* DOS MIL OCHOCIENTOS NUEVE PESOS 33/100 m.n. *) | | | | | |

En las paginas siguientes se muestran las matrices de básicos que se utilizaron.

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|--|--------|-------------|----------|-----------------|
| Análisis: ALM00001 Unidad: Uso. | | | | | |
| Uso de tanque de 10,000 lts para almacenar lodo bentonítico. | | | | | |
| 70 usos | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Tanque de 10,000 lts para almacenar lodo Pza. bentonítico. | | \$35,005.01 | 0.014300 | \$500.57 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$500.57 |
| | Costo directo | | | | \$500.57 |
| | (* QUINIENTOS PESOS 57/100 m.n. *) | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
Obra: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO
Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--|---|--------|-------------|----------|-----------------|
| Análisis: ALM00002 Unidad: Uso. | | | | | |
| Uso de tanque de 15,000 lts para almacenar agua. | | | | | |
| 70 usos | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | Tanque de 15,000 lts para almacenar agua. | Pza. | \$48,619.18 | 0.014300 | \$695.25 |
| | Subtotal: MATERIALES | | | | \$695.25 |
| | Costo directo | | | | \$695.25 |
| | (* SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO PESOS 25/100 m.n. *) | | | | |

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: CYA00201 Unidad: Pza

Tarango o jumbo a base de tubo de fierro de 2" de diametro con plataforma deslizante.

MATERIALES

| | | | | |
|---|------|-------------|------------|--------------------|
| Tubo de acero de 2" de diametro cedula 40. | m | \$175.00 | 228.230000 | \$39,940.25 |
| Madera de pino de 3 en tablon de 1 1/2" x 12" x Pt 8.25'. | | \$6.70 | 12.380000 | \$82.95 |
| Clavo de 2 " a 4" . | Kg | \$13.99 | 0.300000 | \$4.20 |
| Herrajes, tornillos y tuercas. | %MAC | \$40,027.40 | 0.500000 | \$20,013.70 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$60,041.10 |

MANO DE OBRA

| | | | | |
|--|------|----------|-----------|--------------------|
| Cuadrilla 059 (1 Carpintero de obra negra + 1 ayudante de carpintero de O. N.) | | | | |
| Carpintero obra negra. | Jor. | \$204.65 | 1.000000 | \$204.65 |
| Ayudante de carpintero obra negra. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Herramienta menor | %MO | \$417.52 | 0.040000 | \$16.70 |
| Importe: | | | | \$434.22 |
| Volumen: | | | 0.333000 | \$144.60 |
| Cuadrilla 074 (1 Herrero de taller + 1 ayudante de herrero.) | | | | |
| Herrero en taller. | Jor. | \$213.86 | 1.000000 | \$213.86 |
| Ayudante de Herrero. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Herramienta menor | %MO | \$434.50 | 0.040000 | \$17.38 |
| Importe: | | | | \$451.88 |
| Volumen: | | | 26.506790 | \$11,977.89 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$12,122.49 |
| Costo directo | | | | \$72,163.59 |

(* SETENTA Y DOS MIL CIENTO SESENTA Y TRES PESOS 59/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
 Obra: TESIS PROFESIONAL
 CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
 CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCE00001 Unidad: m³

Lodo bentonico proporcion 10: 1

MATERIALES

| | | | | |
|----------------------|----------------|------------|----------|-----------------|
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.954546 | \$55.36 |
| Bentonita en saco. | Ton | \$1,187.20 | 0.095454 | \$113.32 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$168.68 |

MANO DE OBRA

| | | | | | |
|---------------------------------------|------|------------|----------|-----------------|--|
| Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones) | | | | | |
| Oficial Albañil. | Jor. | \$217.53 | 1.000000 | \$217.53 | |
| Peón. | Jor | \$157.65 | 5.000000 | \$788.25 | |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.250000 | \$55.54 | |
| Herramienta menor | %MO | \$1,061.32 | 0.040000 | \$42.45 | |
| Importe: | | | | \$1,103.77 | |
| Volumen: | | | 0.100000 | \$110.38 | |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$110.38 | |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--|----|----------|----------|-----------------|
| Mezcladora de bentonita Soilmec 10-12. | HR | \$736.86 | 0.100000 | \$73.69 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$73.69 |
| Costo directo | | | | \$352.75 |

(* TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 75/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA ,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCE00002 Unidad: m³

Mortero cemento, arena y acelerante para inyección de 2ª fase

MATERIALES

| | | | | |
|--|----------------|------------|----------|-------------------|
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.480506 | \$27.87 |
| Cemento gris en saco. | Ton | \$1,565.00 | 0.883280 | \$1,382.33 |
| Arena para concretos. | m ³ | \$140.00 | 0.348307 | \$48.76 |
| Aditivo para concreto, Festermix acelerante de fraguado. | Cub. | \$294.30 | 0.232632 | \$68.46 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$1,527.42 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--|----|----------|----------|-------------------|
| Revolvedora marca MIPSAL_KOHLER de 1 saco. | HR | \$132.08 | 0.800000 | \$105.66 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$105.66 |
| Costo directo | | | | \$1,633.08 |

(* UN MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 08/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCE00003 Unidad: m³

Mortero cemento, lodo bentonítico y arena para inyección de 3ª fase

MATERIALES

| | | | | |
|-----------------------|----------------|------------|----------|-------------------|
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.528253 | \$30.64 |
| Cemento gris en saco. | Ton | \$1,565.00 | 0.825390 | \$1,291.74 |
| Arena para concretos. | m ³ | \$140.00 | 0.305135 | \$42.72 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$1,365.10 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--|----|----------|----------|-------------------|
| Revolvedora marca MIPSAL_KOHLER de 1 saco. | HR | \$132.08 | 0.800000 | \$105.66 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$105.66 |
| Costo directo | | | | \$1,470.76 |

(* UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA PESOS 76/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA ,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCE00004 Unidad: m³

Lechada de mortero cemento y lodo bentonitico para ultima inyección.

MATERIALES

| | | | | |
|-----------------------|----------------|------------|----------|-------------------|
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.653355 | \$37.89 |
| Cemento gris en saco. | Ton | \$1,565.00 | 1.074598 | \$1,681.75 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$1,719.64 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--|----|----------|----------|-------------------|
| Revolvedora marca MIPS_A_KOHLER de 1 saco. | HR | \$132.08 | 0.800000 | \$105.66 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$105.66 |
| Costo directo | | | | \$1,825.30 |

(* UN MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO PESOS 30/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCE00005 Unidad: m³

Mortero cemento arena para inyección de anclas.

MATERIALES

| | | | | |
|---|----------------|------------|----------|-----------------|
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.136000 | \$7.89 |
| Cemento gris en saco. | Ton | \$1,565.00 | 0.250000 | \$391.25 |
| Arena para concretos. | m ³ | \$140.00 | 0.095238 | \$13.33 |
| Aditivo para concreto, Festermix acelerante de Cub. fraguado. | | \$294.30 | 0.131579 | \$38.72 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$451.19 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--|----|----------|----------|-----------------|
| Revolvedora marca MIPS_A_KOHLER de 1 saco. | HR | \$132.08 | 0.800000 | \$105.66 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$105.66 |
| Costo directo | | | | \$556.85 |

(* QUINIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS 85/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: FCO00201 Unidad: m³

Concreto f'c=250 kg/cm², para una proporción cemento agregado 1:3.5 agregado grueso máximo 3/4", siguiendo la recomendación del ACI de 40 % grueso y 60 % fino.

MATERIALES

| | | | | |
|---------------------------|----------------|------------|----------|-------------------|
| Cemento gris en saco. | Ton | \$1,565.00 | 0.533903 | \$835.56 |
| Arena para concretos. | m ³ | \$140.00 | 0.834201 | \$116.79 |
| Grava para concreto 3/4". | m ³ | \$140.00 | 0.596567 | \$83.52 |
| Agua | m ³ | \$58.00 | 0.269543 | \$15.63 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$1,051.50 |
| Costo directo | | | | \$1,051.50 |

(* UN MIL CINCUENTA Y UN PESOS 50/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0050 Unidad: Jor

Cuadrilla 005 (5 peones)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Peón. | Jor | \$157.65 | 5.000000 | \$788.25 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.250000 | \$55.54 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.083300 | \$19.44 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$863.23 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$863.23 | 0.040000 | \$34.53 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$34.53 |
| Costo directo | | | | \$897.76 |

(* OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS 76/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0100 Unidad: JOR

Cuadrilla 010 (10 peones)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|-----------|-------------------|
| Peón. | Jor. | \$157.65 | 10.000000 | \$1,576.50 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 1.000000 | \$222.16 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.366667 | \$85.59 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,884.25 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|
| Herramienta menor | %MO | \$1,884.25 | 0.040000 | \$75.37 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$75.37 |
| Costo directo | | | | \$1,959.62 |

(* UN MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 62/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0370 Unidad: JOR

Cuadrilla 037 (1 ayudante de soldador calificado)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Ayudante de Soldador. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.010000 | \$2.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.030000 | \$7.00 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$199.87 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$199.87 | 0.040000 | \$7.99 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$7.99 |
| Costo directo | | | | \$207.86 |

(* DOSCIENTOS SIETE PESOS 86/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8
 Obra: TESIS PROFESIONAL
 CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
 CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0410 Unidad: Jor

Cuadrilla 041 (1 Albañil + 1 peón)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Oficial Albañil. | Jor. | \$217.53 | 1.000000 | \$217.53 |
| Peón. | Jor | \$157.65 | 1.000000 | \$157.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$397.40 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$397.40 | 0.040000 | \$15.90 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$15.90 |
| Costo directo | | | | \$413.30 |

(* CUATROCIENTOS TRECE PESOS 30/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0450 Unidad: Jor

Cuadrilla 045 (1 Abañil + 5 peones)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-------------------|
| Oficial Albañil. | Jor. | \$217.53 | 1.000000 | \$217.53 |
| Peón. | Jor | \$157.65 | 5.000000 | \$788.25 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.250000 | \$55.54 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,061.32 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|
| Herramienta menor | %MO | \$1,061.32 | 0.040000 | \$42.45 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$42.45 |
| Costo directo | | | | \$1,103.77 |

(* UN MIL CIENTO TRES PESOS 77/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0460 Unidad: Jor

Cuadrilla 046 (1 Albañil + 1 ayudante de albañilería)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|-------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Oficial Albañil. | Jor. | \$217.53 | 1.000000 | \$217.53 |
| Ayudante de Albañilería | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$438.17 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$438.17 | 0.040000 | \$17.53 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$17.53 |
| Costo directo | | | | \$455.70 |

(* CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 70/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0590 Unidad: JOR

Cuadrilla 059 (1 Carpintero de obra negra + 1 ayudante de carpintero de O. N.)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Carpintero obra negra. | Jor. | \$204.65 | 1.000000 | \$204.65 |
| Ayudante de carpintero obra negra. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$417.52 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$417.52 | 0.040000 | \$16.70 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$16.70 |
| Costo directo | | | | \$434.22 |

(* CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO PESOS 22/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0620 Unidad: Jor

Cuadrilla 062 (1 Ferrero + 1 ayudante de ferrero)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Ferrero. | Jor. | \$213.86 | 1.000000 | \$213.86 |
| Ayudante de ferrero | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$434.50 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$434.50 | 0.040000 | \$17.38 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$17.38 |
| Costo directo | | | | \$451.88 |

(* CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 88/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0740 Unidad: JOR

Cuadrilla 074 (1 Herrero de taller + 1 ayudante de herrero.)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Herrero en taller. | Jor. | \$213.86 | 1.000000 | \$213.86 |
| Ayudante de Herrero. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$434.50 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$434.50 | 0.040000 | \$17.38 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$17.38 |
| Costo directo | | | | \$451.88 |

(* CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 88/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CA PITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA ,MEXICO ,DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0790 Unidad: JOR

Cuadrilla 079 (1 soldador calificado + 1 ayudante de soldador)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Soldador Calificado. | Jor. | \$230.02 | 1.000000 | \$230.02 |
| Ayudante de Soldador. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.200000 | \$44.43 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$465.10 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$465.10 | 0.040000 | \$18.60 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$18.60 |
| Costo directo | | | | \$483.70 |

(* CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 70/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP0900 Unidad: Jor

Cuadrilla 090 (1 soldador + 2 ayudantes de soldador + 10 peones.)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|-----------|-------------------|
| Peón. | Jor | \$157.65 | 10.000000 | \$1,576.50 |
| Ayudante de Soldador. | Jor. | \$190.65 | 2.000000 | \$381.30 |
| Soldador Calificado. | Jor. | \$230.02 | 1.000000 | \$230.02 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 1.300000 | \$288.81 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.476667 | \$111.26 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$2,587.89 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|
| Herramienta menor | %MO | \$2,587.89 | 0.040000 | \$103.52 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$103.52 |
| Costo directo | | | | \$2,691.41 |

(* DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN PESOS 41/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO ,DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP1120 Unidad: JOR

Cuadrilla 112 (1 Operador de vehiculo pesado + 1 ayudante de operador.)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Operador de Vehiculo pesado. | Jor. | \$222.16 | 1.000000 | \$222.16 |
| Ayudante de Operador. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$442.80 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$442.80 | 0.040000 | \$17.71 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$17.71 |
| Costo directo | | | | \$460.51 |

(* CUATROCIENTOS SESENTA PESOS 51/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP1230 Unidad: JOR

Cuadrilla 130 (1 rolador + 1 cortador + 2 ayudantes)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|------------------------|------|----------|----------|-----------------|
| Ayudante de Soldador. | Jor. | \$190.65 | 2.000000 | \$381.30 |
| Soldador Calificado. | Jor. | \$230.02 | 1.000000 | \$230.02 |
| Rolador | Jor. | \$202.26 | 1.000000 | \$202.26 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.400000 | \$88.86 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$902.44 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|----------|----------|-----------------|
| Herramienta menor | %MO | \$902.44 | 0.040000 | \$36.10 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$36.10 |
| Costo directo | | | | \$938.54 |

(* NOVECIENTOS TREINTA Y OCHO PESOS 54/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO , DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP1235 Unidad: JOR

Cuadrilla 135 (1 cabo de maniobras + 4 maniobristas + 4 ayudantes de maniobristas)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|--------------------------|------|----------|----------|-------------------|
| Maniobrista | Jor. | \$195.75 | 4.000000 | \$783.00 |
| Ayudante de maniobrista. | Jor. | \$190.65 | 4.000000 | \$762.60 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.800000 | \$177.73 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,723.33 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|
| Herramienta menor | %MO | \$1,723.33 | 0.040000 | \$68.93 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$68.93 |
| Costo directo | | | | \$1,792.26 |

(* UN MIL SETECIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 26/100 m.n. *)

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: JOGP1330 Unidad: Jor

Cuadrilla 140 (Cabo de maniobras + 1 operador + ayudante + 2 maniobristas + 2 ayudantes)

MANO DE OBRA

| | | | | |
|--------------------------------|------|----------|----------|-------------------|
| Operador de maquinaria pesada. | Jor. | \$230.02 | 1.000000 | \$230.02 |
| Ayudante de Operador. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Maniobrista | Jor. | \$195.75 | 2.000000 | \$391.50 |
| Ayudante de maniobrista. | Jor. | \$190.65 | 2.000000 | \$381.30 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.600000 | \$133.30 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$1,326.77 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|
| Herramienta menor | %MO | \$1,326.77 | 0.040000 | \$53.07 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$53.07 |
| Costo directo | | | | \$1,379.84 |

(* UN MIL TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 84/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: PAV0003 Unidad: m²

Fabricación de cimbra metálica para dovelas, de lamina negra rolada en frío, Cal. No.16 a base de 2 piezas de 1.00 X 2.70 m con refuerzo de ángulo de acero estructural de 2 ½ " X 3/16" L.A.B. taller (100 usos)

MATERIALES

| | | | | |
|---|------|-------------|----------|---------------|
| Lamina negra de acero calibre 16. | Kg | \$16.10 | 0.123480 | \$1.99 |
| Acero estructural A 36 (Ángulo y Solera) | Ton. | \$10,560.00 | 0.000336 | \$3.55 |
| Soldadura E-7018 de 1/8" a 1/4" (3 a 6 mm). | Kg | \$26.40 | 0.007340 | \$0.19 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$5.73 |

MANO DE OBRA

| | | | | |
|--|------|----------|----------|----------------|
| Cuadrilla 074 (1 Herrero de taller + 1 ayudante de herrero.) | | | | |
| Herrero en taller. | Jor. | \$213.86 | 1.000000 | \$213.86 |
| Ayudante de Herrero. | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Herramienta menor | %MO | \$434.50 | 0.040000 | \$17.38 |
| Importe: | | | | \$451.88 |
| Volumen: | | | 0.109300 | \$49.39 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$49.39 |

EQUIPO Y HERRAMIENTA

| | | | | |
|---|--|---------|----------|----------------|
| Maquina de soldadura marca Miller modelo M- Hr 250CD. | | \$43.39 | 0.087460 | \$3.79 |
| Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | \$3.79 |
| Costo directo | | | | \$58.91 |

(* CINCUENTA Y OCHO PESOS 91/100 m.n. *)

30-Oct-2007

Dependencia : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8
 Obra: TESIS PROFESIONAL
 CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
 CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DE BASICOS

| Código | Concepto | Unidad | Costo | cantidad | Importe |
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|
|--------|----------|--------|-------|----------|---------|

Análisis: PAV0004 Unidad: m²

Cimbra metálica para dovelas de concreto, de lámina negra rolada en frío, calibre No.16, reforzada; acarreo material primera estación = 20.00 m

MATERIALES

| | | | | |
|---------------------------------|-----|---------|----------|-----------------|
| TORNILLO CAB. DE MAQ. DE 3X3/8" | Pza | \$16.00 | 7.000000 | \$112.00 |
| Diesel. | lt. | \$5.87 | 0.500000 | \$2.94 |
| Subtotal: MATERIALES | | | | \$114.94 |

MANO DE OBRA

| | | | | |
|---|------|----------|----------|---------------|
| Cuadrilla 046 (1 Albañil + 1 ayudante de albañilería) | | | | |
| Oficial Albañil. | Jor. | \$217.53 | 1.000000 | \$217.53 |
| Ayudante de Albañilería | Jor. | \$190.65 | 1.000000 | \$190.65 |
| Cabo de Oficios. | Jor. | \$222.16 | 0.100000 | \$22.22 |
| Maestro de obra. | Jor. | \$233.42 | 0.033300 | \$7.77 |
| Herramienta menor | %MO | \$438.17 | 0.040000 | \$17.53 |
| Importe: | | | | \$455.70 |
| Volumen: | | | 0.020000 | \$9.11 |
| Subtotal: MANO DE OBRA | | | | \$9.11 |

BASICOS

| | | | | |
|--|--|---------|----------|-----------------|
| Fabricación de cimbra metálica para dovelas, de lámina negra rolada en frío, Cal. No.16 a base de 2 piezas de 1.00 X 2.70 m con refuerzo de ángulo de acero estructural de 2 ½ " X 3/16 " L.A.B. taller (100 usos) | | \$58.91 | 1.050000 | \$61.86 |
| Subtotal: BASICOS | | | | \$61.86 |
| Costo directo | | | | \$185.91 |

(* CIENTO OCHENTA Y CINCO PESOS 91/100 m.n. *)

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQD1000B | | |
| MAQUINA: | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$46,913.50 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 4.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$18,342.24 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,500 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 6,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 1,500 HRS. | POTENCIA NOMINAL 122 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): DIESEL | \$5.87 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$398,571.26 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$79,714.25 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 97.60 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.8 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$29.79 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.003 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$180.65 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 18 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 200 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-------------------|--------|-----------------|---------|-----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 398,571.26 - 79,714.25 / 6,000.00 = | \$53.14 | 10.00% | \$5.31 | 5.00% | \$2.66 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (398,571.26 + 79,714.25) * 0.07 / 2 * 1,500.00 = | \$1146 | 8.00% | \$0.92 | 100.00% | \$1146 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (398,571.26 + 79,714.25) * 0.03 / 2 * 1,500.00 | \$4.78 | 10.00% | \$0.48 | 10.00% | \$0.48 |
| d).- MANTENIMIENTO.....M = Ko * D = 0.80 * 53.14 = | \$42.51 | 15.00% | \$6.38 | 6.00% | \$2.55 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$4,183.05 | 15.00% | \$627.46 | 6.00% | \$250.98 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$4,294.94 | | \$640.55 | | \$268.13 |

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....DIESEL Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 97.60 * 5.87 = | \$86.74 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0030 * 97.60) + 18 / 200] * \$35/Lt. = | \$13.40 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$18,342.24 / 1,500.00 = | \$12.23 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$112.37 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------|-----------------|-----------------|
| OPERACION | | | | | |
| COMPRESORISTA Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$180.65/6.4 | \$29.79 | | | |
| OPERACION | | \$29.79 | 100.00% | \$29.79 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$29.79 | | \$29.79 | \$7.45 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$4,437.10 | | \$670.34 | \$275.58 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQD1004A | | |
| MAQUINA: | Camión grua HIAB, modelo 650 DE 6.0 Tn. de capacidad. S/Camión marca FAMSA F-1314/52 | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$95,792.94 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$13,756.68 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,000 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 5,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 2,000 HRS. | POTENCIA NOMINAL 140 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): DIESEL | \$5.87 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$902,036.26 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 90.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$180,407.25 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 126.00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.4 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1111 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$7195 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.00056 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$460.51 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 14 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 100 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 902,036.26 - 180,407.25 / 5,000.00 = | \$48.11 | 10.00% | \$4.81 | 5.00% | \$2.41 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (902,036.26 + 180,407.25) * 0.07 / 2 * 1000.00: | \$38.91 | 8.00% | \$3.11 | 100.00% | \$38.91 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (902,036.26 + 180,407.25) * 0.03 / 2 * 1000.00: | \$6.24 | 10.00% | \$1.62 | 10.00% | \$1.62 |
| d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.40 * 48.11 = | \$19.24 | 5.00% | \$2.89 | 6.00% | \$1.15 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$122.50 | | \$12.43 | | \$44.09 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....DIESEL Co = Fc * Po * Pc = 0.1111 * 126.00 * 5.87 = | \$82.18 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0006 * 126.00) + 14 / 100] * \$35/Lt. = | \$7.37 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$13,756.68 / 2,000.00 = | \$6.88 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$96.43 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| OPERACION | | | | | |
| CUADRILLA 12(1OP.VEH.PESADO+4AYTE.OP.) JOR Po = Sr / (Ht) = \$460.51/6.4 | \$7195 | | | | |
| OPERACION | \$7195 | 100.00% | \$7195 | 25.00% | \$17.99 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | \$7195 | | \$7195 | | \$17.99 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$290.88 | | \$84.38 | | \$62.08 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQDI009 | | |
| MAQUINA: | Camion redilas marca FAMSA modelo F-1314/52. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$370,800.00 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 7.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$13,756.68 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,400 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 9,800 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 3,270 HRS. | POTENCIA NOMINAL 60 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): DIESEL | \$5.87 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$357,043.32 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$71,408.66 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 128.00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.8 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$34.71 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.003 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$222.16 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 18 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 200 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-------------------|--------|-----------------|---------|-----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 357,043.32 - 71,408.66 / 9,800.00 = | \$29.15 | 10.00% | \$2.92 | 5.00% | \$146 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i / 2Hea = (357,043.32 + 71,408.66) * 0.07 / 2 * 1,400.00 = | \$1100 | 8.00% | \$0.88 | 100.00% | \$1100 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S / 2Hea = (357,043.32 + 71,408.66) * 0.03 / 2 * 1,400.00 | \$4.59 | 10.00% | \$0.46 | 10.00% | \$0.46 |
| d).- MANTENIMIENTO.....M = Ko * D = 0.80 * 29.15 = | \$23.32 | 15.00% | \$3.50 | 6.00% | \$140 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$2,234.49 | 15.00% | \$335.17 | 6.00% | \$134.07 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$2,302.55 | | \$342.93 | | \$148.39 |

| | | | | | |
|---|-----------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....DIESEL Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 128.00 * 5.87 = | \$13.76 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0030 * 128.00) + 18 / 200] * \$35/Lt. = | \$16.59 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$13,756.68 / 3,270.00 = | \$4.21 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$134.56 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------|-----------------|-----------------|
| OPERACION | | | | | |
| OP. VEHICULO PESADO Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$222.16/6.4 | \$34.71 | | | |
| OPERACION | | \$34.71 | 100.00% | \$34.71 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$34.71 | | \$34.71 | \$8.68 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$2,471.82 | | \$377.64 | \$157.07 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8 Fecha: 30-Oct-07
 Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQD1046 | | |
| MAQUINA: | Grúa hidráulica de patio Pettibone. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$00.00 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | .00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 0 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$00.00 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 100.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 0% \$00.00 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 0% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$.00 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|---------------|--------|---------------|---------|---------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 0.00 - 0.00 / 0.00 =$ | \$0.00 | 10.00% | \$0.00 | 5.00% | \$0.00 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (0.00 + 0.00) * 0.07 / 2 * 0.00 =$ | \$0.00 | 8.00% | \$0.00 | 100.00% | \$0.00 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (0.00 + 0.00) * 0.00 / 2 * 0.00 =$ | \$0.00 | 10.00% | \$0.00 | 10.00% | \$0.00 |
| d).- MANTENIMIENTO... $M = Ko * D = 0.00 * 0.00 =$ | \$0.00 | 15.00% | \$0.00 | 6.00% | \$0.00 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0 * .00 * 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0000 * .00) + 0 /] * $0 / Lt. =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = $0.00 / 0.00 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = $0.00 / 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|-----------------|
| CODIGO: | EQD1048 | | |
| MAQUINA: | Grua marca Grove modelo RT-630B de 15 toneladas. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 1,942,187.67 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$ 41,270.04 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,000 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 15,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 4,000 HRS. | POTENCIA NOMINAL 136 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$ 00.00 | COSTO COMBUSTIBLE (Pc): | \$ 0.00 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE (Pa): ACEITE | \$ 00.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 1,900,917.63 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$ 380,183.53 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 108.80 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.8 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE (Fc): | 0.154 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR (Sr): | \$ 0.00 | COEFICIENTE LUBRICANTE (Fa): | 0.003 |
| SALARIO POR OPERACION (So): | \$ 0.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 18 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE (Ca): | 150 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|--|--------------------|--------|------------------|---------|------------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 1,900,917.63 - 380,183.53 / 15,000.00 = | \$ 101.38 | 10.00% | \$ 10.14 | 5.00% | \$ 5.07 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i / 2Hea = (1,900,917.63 + 380,183.53) * 0.07 / 2 * 1,000.00 | \$ 82.01 | 8.00% | \$ 6.56 | 100.00% | \$ 82.01 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S / 2Hea = (1,900,917.63 + 380,183.53) * 0.03 / 2 * 1,000.00 | \$ 34.22 | 10.00% | \$ 3.42 | 10.00% | \$ 3.42 |
| d).- MANTENIMIENTO...M = Ko * D = 0.80 * 101.38 = | \$ 81.10 | 15.00% | \$ 12.17 | 6.00% | \$ 4.87 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$ 2,986.38 | 15.00% | \$ 447.96 | 6.00% | \$ 179.18 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$ 3,285.09 | | \$ 480.25 | | \$ 274.55 |

| | | | | | |
|---|-----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.154 * 108.80 * 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$ 0 | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0030 * 108.80) + 18 / 150] * \$ 0/Lt. = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pr/Vn = \$ 41,270.04 / 4,000.00 = | \$ 10.32 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$ 0.00 / 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$ 10.32 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|
| OTROS CONSUMOS | | | | | |
| Aceite Lt. \$ 35 * 0.4464 | \$ 15.62 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| DIESEL lt. \$ 5.87 * 16.4723 | \$ 96.69 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE OTROS CONSUMOS | \$ 112.31 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$ 3,407.72 | | \$ 480.25 | | \$ 274.55 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8 Fecha: 30-Oct-07
 Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQD10623 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| MAQUINA: | Mezcladora de bentonita Soilmec 10-12. | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,800 HRS. |
| MODELO: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 9,000 HRS. |
| CAPACIDAD: | | POTENCIA NOMINAL 60 HP | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$289,380.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): DIESEL | \$5.87 / LTS. |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 48.00 |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.8 |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COEFICIENTE COMBUSTIBLE (Fc): | 0.1514 |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$289,380.00 | COEFICIENTE LUBRICANTE (Fa): | 0.0035 |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 15% \$43,407.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 14 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | | |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR (Sr): | \$0.00 | | |
| SALARIO POR OPERACION (So): | \$0.00 | | |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | | |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE (Ca): | 100 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|--|-----------------|--------|-----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 289,380.00 - 43,407.00 / 9,000.00 =$ | \$27.33 | 10.00% | \$2.73 | 5.00% | \$137 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (289,380.00 + 43,407.00) * 0.07 / 2 * 1,800.00 =$ | \$6.65 | 8.00% | \$0.53 | 100.00% | \$6.65 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (289,380.00 + 43,407.00) * 0.03 / 2 * 1,800.00 =$ | \$2.77 | 10.00% | \$0.28 | 10.00% | \$0.28 |
| d).- MANTENIMIENTO..... $M = Ko * D = 0.80 * 27.33 =$ | \$21.86 | 15.00% | \$3.28 | 6.00% | \$131 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$624.81 | 15.00% | \$93.72 | 6.00% | \$37.49 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$683.42 | | \$100.54 | | \$47.10 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE..... $DIESEL Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 48.00 * 5.87 =$ | \$42.66 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * 48.00) + 14 / 100] * $35 / Lt. =$ | \$10.78 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn =$ \$0.00 / 0.00 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va =$ \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$53.44 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$736.86 | | \$100.54 | | \$47.10 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQEL0001 | | |
| MAQUINA: | Maquina de soldadura marca Miller modelo MI-250CD. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$4,199.00 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 6.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,400 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 8,400 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 0 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$4,199.00 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 10% \$419.90 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.9 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$.00 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|----------------|--------|---------------|---------|---------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 4,199.00 - 419.90 / 8,400.00 = | \$0.45 | 10.00% | \$0.05 | 5.00% | \$0.02 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (4,199.00 + 419.90) * 0.07 / 2 * 1,400.00 = | \$0.12 | 8.00% | \$0.01 | 100.00% | \$0.12 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (4,199.00 + 419.90) * 0.03 / 2 * 1,400.00 = | \$0.05 | 10.00% | \$0.01 | 10.00% | \$0.01 |
| d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.90 * 0.45 = | \$0.41 | 15.00% | \$0.06 | 6.00% | \$0.02 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$42.36 | 15.00% | \$6.35 | 6.00% | \$2.54 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$43.39 | | \$6.48 | | \$2.71 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * .00 * 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$0/Lt. = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$43.39 | | \$6.48 | | \$2.71 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|-----------------|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQEL0002 | | |
| MAQUINA: | Roladora. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 193,397.77 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 12.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1200 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 14,400 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 0 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC. (Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 193,397.77 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$38,679.55 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.7 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.154 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$3160 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$202.26 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|--|-----------------|--------|-----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 193,397.77 - 38,679.55 / 14,400.00 = | \$10.74 | 10.00% | \$107 | 5.00% | \$0.54 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (193,397.77 + 38,679.55) * 0.07 / 2 * 1200.00 = | \$6.95 | 8.00% | \$0.56 | 100.00% | \$6.95 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (193,397.77 + 38,679.55) * 0.03 / 2 * 1200.00 | \$2.90 | 10.00% | \$0.29 | 10.00% | \$0.29 |
| d).- MANTENIMIENTO...M = Ko * D = 0.70 * 10.74 = | \$7.52 | 15.00% | \$1.13 | 6.00% | \$0.45 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$720.12 | 15.00% | \$108.02 | 6.00% | \$43.21 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$748.23 | | \$111.07 | | \$51.44 |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.154 * .00 * 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:..... = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$0/Lt. = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS:.....N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES:.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------|--------|----------------|
| OPERACION | | | | | |
| ROLADOR Jor | Po = Sr / (Ht) = \$202.26/6.4 | | \$3160 | | |
| OPERACION | \$3160 | 100.00% | \$3160 | 25.00% | \$7.90 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | \$3160 | | \$3160 | | \$7.90 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$779.83 | | \$142.67 | | \$59.34 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8 Fecha: 30-Oct-07
 Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL
 Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|---|---------------------------------|-----------------|
| CODIGO: | EQGA003 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 3.00 |
| MAQUINA: | Revolvedora marca MIPSAL_KOHLER de 1saco. | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,400 HRS. |
| MODELO: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 4,200 HRS. |
| CAPACIDAD: | | POTENCIA NOMINAL 8 HP | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 13,467.30 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): Gasolina | \$ 7.59 / LTS. |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$ 55.88 | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$ 35.00 / LTS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 5,000 HRS. | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 6.40 |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$ 00.00 | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.95 |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 12,951.42 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 0% \$ 00.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 2.5 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | | |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$ 0.00 | | |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$ 0.00 | | |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | | |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 100 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|------------------|--------|-----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 12,951.42 - 0.00 / 4,200.00 =$ | \$ 3.08 | 10.00% | \$ 0.31 | 5.00% | \$ 0.15 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (12,951.42 + 0.00) * 0.07 / 2 * 1,400.00 =$ | \$ 0.33 | 8.00% | \$ 0.03 | 100.00% | \$ 0.33 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (12,951.42 + 0.00) * 0.03 / 2 * 1,400.00 =$ | \$ 0.14 | 10.00% | \$ 0.01 | 10.00% | \$ 0.01 |
| d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.95 * 3.08 =$ | \$ 2.93 | 15.00% | \$ 0.44 | 6.00% | \$ 0.18 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$ 16.49 | 15.00% | \$ 17.47 | 6.00% | \$ 6.99 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$ 122.97 | | \$ 18.26 | | \$ 7.66 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Gasolina $Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 6.40 * 7.59 =$ | \$ 7.35 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$ 0 | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * 6.40) + 2.5 / 100] * 35 / Lt. =$ | \$ 1.66 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = 55.88 / 5,000.00 =$ | \$ 0.10 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = 0.00 / 0 =$ | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$ 9.11 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$ 132.08 | | \$ 18.26 | | \$ 7.66 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|---|---------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQGA006 | | |
| MAQUINA: | Bomba autocebante de 2" de diametro 8 H.P. incluye operador y accesorios. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$6,200.00 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1200 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 6,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 8 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): Gasolina | \$7.59 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$6,200.00 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 10% \$620.00 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 6.40 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.8 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.14 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$0.00 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$0.00 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 12 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 25 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|--|----------------|--------|---------------|---------|---------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 6,200.00 - 620.00 / 6,000.00 =$ | \$0.93 | 10.00% | \$0.09 | 5.00% | \$0.05 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (6,200.00 + 620.00) * 0.07 / 2 * 1200.00 =$ | \$0.20 | 8.00% | \$0.02 | 100.00% | \$0.20 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (6,200.00 + 620.00) * 0.03 / 2 * 1200.00 =$ | \$0.09 | 10.00% | \$0.01 | 10.00% | \$0.01 |
| d).- MANTENIMIENTO... $M = Ko * D = 0.80 * 0.93 =$ | \$0.74 | 15.00% | \$0.11 | 6.00% | \$0.04 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$63.54 | 15.00% | \$9.53 | 6.00% | \$3.81 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$65.50 | | \$9.76 | | \$4.11 |

| | | | | | |
|---|----------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Gasolina $Co = Fc * Po * Pc = 0.14 * 6.40 * 7.59 =$ | \$7.35 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * 6.40) + 12 / 25] * \$35 / Lt. =$ | \$2.46 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = \$0.00 / 0.00 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = \$0.00 / 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$9.81 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$75.31 | | \$9.76 | | \$4.11 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQNE0001 | | |
| MAQUINA: | Lanzadora rotativa Aliva modelo 252. con motor neumático de 5 H.P. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$402,634.50 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$9,171.12 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1200 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 6,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 5,000 HRS. | POTENCIA NOMINAL 5 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$393,463.38 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 20% \$78,692.68 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 4.00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.5 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$33.42 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$213.86 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 4 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 500 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|----------------|--------|----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 393,463.38 - 78,692.68 / 6,000.00 =$ | \$52.46 | 10.00% | \$5.25 | 5.00% | \$2.62 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (393,463.38 + 78,692.68) * 0.07 / 2 * 1200.00 =$ | \$14.15 | 8.00% | \$1.13 | 100.00% | \$14.15 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (393,463.38 + 78,692.68) * 0.03 / 2 * 1200.00 =$ | \$5.90 | 10.00% | \$0.59 | 10.00% | \$0.59 |
| d).- MANTENIMIENTO... $M = Ko * D = 0.50 * 52.46 =$ | \$26.23 | 10.00% | \$3.93 | 6.00% | \$15.7 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$98.74 | | \$10.90 | | \$18.93 |

| | | | | | |
|--|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 4.00 * 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * 4.00) + 4 / 500] * $35 / Lt. =$ | \$0.77 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = $9,171.12 / 5,000.00 =$ | \$183 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = $0.00 / 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$2.60 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------|----------------|----------------|
| OPERACION | | | | | |
| LANZADOR Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$213.86 / 6.4 | \$33.42 | | | |
| OPERACION | | \$33.42 | 100.00% | \$33.42 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$33.42 | | \$33.42 | \$8.36 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$134.76 | | \$44.32 | \$27.29 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQNE0002 | | |
| MAQUINA: | Bomba de concreto Powercreter 10M con motor diesel 26 H.P. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$43,344.90 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 4.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$18,342.24 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1200 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 4,800 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | 2,500 HRS. | POTENCIA NOMINAL 26 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): DIESEL | \$5.87 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$35.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$25,002.66 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 25% \$6,250.67 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | 20.80 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.95 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$3198 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.003 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$204.65 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 14 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | 200 | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|--|-----------------|--------|----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 25,002.66 - 6,250.67 / 4,800.00 = | \$3.91 | 10.00% | \$0.39 | 5.00% | \$0.20 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (25,002.66 + 6,250.67) * 0.07 / 2 * 1200.00 = | \$0.94 | 8.00% | \$0.08 | 100.00% | \$0.94 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (25,002.66 + 6,250.67) * 0.03 / 2 * 1200.00 = | \$0.39 | 10.00% | \$0.04 | 10.00% | \$0.04 |
| d).- MANTENIMIENTO.....M = Ko * D = 0.95 * 3.91 = | \$3.71 | 15.00% | \$0.56 | 6.00% | \$0.22 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$360.06 | 15.00% | \$54.01 | 6.00% | \$216.00 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$369.01 | | \$55.08 | | \$23.00 |

| | | | | | |
|--|----------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....DIESEL Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 20.80 * 5.87 = | \$8.49 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0030 * 20.80) + 14 / 200] * \$35/Lt. = | \$4.63 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$18,342.24 / 2,500.00 = | \$7.34 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$30.46 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------|----------------|----------------|
| OPERACION | | | | | |
| OP. LANZADORA Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$204.65/6.4 | \$3198 | | | |
| OPERACION | | \$3198 | 100.00% | \$3198 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$3198 | | \$3198 | \$8.00 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$431.45 | | \$87.06 | \$31.00 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQNE0003 | | |
| MAQUINA: | Carro dosificador Trixer. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 128,604.61 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 3.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 2,000 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 6,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL OHP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 128,604.61 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 15% \$ 19,290.69 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.9 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$49.95 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$319.65 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|--------------------|--------|------------------|---------|-----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 128,604.61 - 19,290.69 / 6,000.00 = | \$ 18.22 | 10.00% | \$ 182 | 5.00% | \$ 0.91 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (128,604.61+19,290.69) * 0.07 / 2 * 2,000.00 = | \$ 2.66 | 8.00% | \$ 0.21 | 100.00% | \$ 2.66 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (128,604.61+19,290.69) * 0.03 / 2 * 2,000.00 = | \$ 1.11 | 10.00% | \$ 0.11 | 10.00% | \$ 0.11 |
| d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.90 * 18.22 = | \$ 16.40 | 15.00% | \$ 2.46 | 6.00% | \$ 0.98 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$ 1577.91 | 15.00% | \$ 236.69 | 6.00% | \$ 94.67 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$ 1,616.30 | | \$ 241.29 | | \$ 99.33 |

| | | | | | |
|--|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * .00 * 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$ 0 | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$ 0/Lt. = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pr/Vn = \$ 0.00 / 0.00 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$ 0.00 / 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$ 0.00 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------|------------------|------------------|
| OPERACION | | | | | |
| AYTE. LANZADOR Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$ 319.65 / 6.4 | \$ 49.95 | | | |
| OPERACION | | \$ 49.95 | 100.00% | \$ 49.95 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$ 49.95 | | \$ 49.95 | \$ 12.49 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$ 1,666.25 | | \$ 291.24 | \$ 111.82 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------|
| CODIGO: | EQNO001 | | |
| MAQUINA: | Equipo de corte OXI- Acetileno con accesorios. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$4,674.69 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1400 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 7,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 0 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00 / LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00 / LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$4,674.69 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 5% \$233.73 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.9 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$75.58 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$483.70 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 4,674.69 - 233.73 / 7,000.00 =$ | \$0.63 | 10.00% | \$0.06 | 5.00% | \$0.03 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2 * Hea = (4,674.69 + 233.73) * 0.07 / 2 * 1400.00 =$ | \$0.13 | 8.00% | \$0.01 | 100.00% | \$0.13 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2 * Hea = (4,674.69 + 233.73) * 0.03 / 2 * 1400.00 =$ | \$0.05 | 10.00% | \$0.01 | 10.00% | \$0.01 |
| d).- MANTENIMIENTO... $M = Ko * D = 0.90 * 0.63 =$ | \$0.57 | 15.00% | \$0.09 | 6.00% | \$0.03 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$52.95 | 15.00% | \$7.94 | 6.00% | \$3.18 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$54.33 | | \$8.11 | | \$3.38 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * .00 * 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 = \$0$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$0 / Lt. =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pr / Vn = \$0.00 / 0.00 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = \$0.00 / 0 =$ | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |
| OPERACION | | | | | |
| CUADRILLA 079 (SOLDADOR.CAL+AYTE.SOLD.) JO $Po = Sr / (Ht) = \$483.70 / 6.4$ | \$75.58 | | | | |
| OPERACION | \$75.58 | 100.00% | \$75.58 | 25.00% | \$18.90 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | \$75.58 | | \$75.58 | | \$18.90 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$129.91 | | \$83.69 | | \$22.28 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|---|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQNO002 | | |
| MAQUINA: | Equipo de Soldadura marca HARRIS-MEDIUM | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 13,912.50 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 6.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,400 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 8,400 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL 0 HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 13,912.50 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 10% \$139125 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.9 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$32.48 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$207.86 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|------------------|--------|-----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 13,912.50 / 8,400.00 = | \$ 149 | 10.00% | \$ 0.15 | 5.00% | \$ 0.07 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (13,912.50 + 139125) * 0.07 / 2 * 1,400.00 = | \$ 0.39 | 8.00% | \$ 0.03 | 100.00% | \$ 0.39 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (13,912.50 + 139125) * 0.03 / 2 * 1,400.00 = | \$ 0.16 | 10.00% | \$ 0.02 | 10.00% | \$ 0.02 |
| d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.90 * 149 = | \$ 1.34 | 15.00% | \$ 0.20 | 6.00% | \$ 0.08 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$ 137.67 | 15.00% | \$ 20.65 | 6.00% | \$ 8.26 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$ 141.05 | | \$ 21.05 | | \$ 8.82 |

| | | | | | |
|---|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * .00 * 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:....Luz = 2.7 * 0.383 = \$ 103 | \$ 103 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$0/Lt. = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| d).- LLANTAS:....N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$ 1.03 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|--|----------------|--|----------------|
| OTROS CONSUMOS | | | | | |
| SUMA DE OTROS CONSUMOS | \$ 0.00 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |

| | | | | | |
|---|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|-----------------|
| OPERACION | | | | | |
| CUADRILLA 037(1AYTE.SOLDADOR CALIF) JOR | Po = Sr / (Ht) = \$207.86/6.4 | | \$ 32.48 | | |
| OPERACION | | \$ 32.48 | 100.00% | \$ 32.48 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$ 32.48 | | \$ 32.48 | \$ 8.12 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$ 174.56 | | \$ 53.53 | \$ 16.94 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQNO0221 | | |
| MAQUINA: | Gato hidráulico de 50 toneladas. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$ 5,907.75 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 2,000 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 10,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL O HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$ 5,907.75 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 5% \$795.39 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.6 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.14 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$29.79 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$ 90.65 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-----------------|---------|----------------------------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 5,907.75 - 795.39 / 10,000.00 =$ | \$ 151 | 10.00% | \$ 0.15 | 5.00% | \$ 0.08 |
| b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (5,907.75 + 795.39) * 0.07 / 2 * 2,000.00 =$ | \$ 0.30 | 8.00% | \$ 0.02 | 100.00% | \$ 0.30 |
| c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (5,907.75 + 795.39) * 0.03 / 2 * 2,000.00 =$ | \$ 0.13 | 10.00% | \$ 0.01 | 10.00% | \$ 0.01 |
| d).- MANTENIMIENTO... $M = Ko * D = 0.60 * 151 =$ | \$ 0.91 | 15.00% | \$ 0.14 | 6.00% | \$ 0.05 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$ 2.85 | | \$ 0.32 | | \$ 0.44 |
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.14 * .00 * 0 =$ | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0 | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * $0 / Lt. =$ | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = 0.00 / 0.00 =$ | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES..... $Ae = Pe / Va = 0.00 / 0 =$ | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 | 0.00% | \$ 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$ 0.00 | | \$ 0.00 | | \$ 0.00 |
| OPERACION | | | | | |
| AYUD. CLASE B Jor. | | | $Po = Sr / (Ht) = 29.79 / 6.4 =$ | | \$ 29.79 |
| OPERACION | \$ 29.79 | 100.00% | \$ 29.79 | 25.00% | \$ 7.45 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | \$ 29.79 | | \$ 29.79 | | \$ 7.45 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | \$ 32.64 | | \$ 30.11 | | \$ 7.89 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Fecha:

30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEVE TEMPORAL

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DISTRITO FEDERAL



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------|
| CODIGO: | EQNO023 | | |
| MAQUINA: | Martillo perforador electro neumático. | | |
| MODELO: | | | |
| CAPACIDAD: | | | |
| PRECIO DE ADQUISICION: | \$23,547.22 | VIDA ECONOMICA EN AÑOS: | 5.00 |
| PRECIO JUEGO LLANTAS: | \$00.00 | HORAS POR AÑO (Hea): | 1,400 HRS. |
| EQUIPO ADICIONAL: | | VIDA ECONOMICA (Ve): | 7,000 HRS. |
| VIDA ECONOMICA DE LLANTAS: | HRS. | POTENCIA NOMINAL O HP | |
| PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe): | \$00.00 | COSTO COMBUSTIBLE(Pc): | \$.00/ LTS. |
| VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va): | HRS. | COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE | \$00.00/ LTS. |
| VALOR DE LA MAQUINA (Vm): | \$23,547.22 | FACTOR DE OPERACION (Fo): | 80.00% |
| VALOR DE RESCATE (Vr): | 10% \$2,354.72 | POTENCIA DE OPERACION (Po): | .00 |
| TASA DE INTERES (i): | 7.19% | FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko): | 0.9 |
| PRIMA DE SEGUROS (s): | 3% | COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc): | 0.1514 |
| SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr): | \$33.42 | COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa): | 0.0035 |
| SALARIO POR OPERACION(So): | \$213.86 | CAPACIDAD DEL CARTER (CC): | 0 |
| HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht): | 6.4 | FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr): | 10 |
| TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca): | | | |

| | ACTIVA | % | ESPERA | % | RESERVA |
|---|-----------------|--------|----------------|---------|----------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 23,547.22 - 2,354.72 / 7,000.00 = | \$3.03 | 10.00% | \$0.30 | 5.00% | \$0.15 |
| b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (23,547.22 + 2,354.72) * 0.07 / 2 * 1,400.00 = | \$0.67 | 8.00% | \$0.05 | 100.00% | \$0.67 |
| c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (23,547.22 + 2,354.72) * 0.03 / 2 * 1,400.00 = | \$0.28 | 10.00% | \$0.03 | 10.00% | \$0.03 |
| d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.90 * 3.03 = | \$2.73 | 15.00% | \$0.41 | 6.00% | \$0.16 |
| Más: Importe del % de mantenimie | \$264.75 | 15.00% | \$39.71 | 6.00% | \$15.89 |
| SUMA CARGOS FIJOS | \$271.46 | | \$40.50 | | \$16.90 |

| | | | | | |
|---|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| a).- COMBUSTIBLE.....Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * .00 * 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA.....: = 0 * 0 = \$0 | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| c).- LUBRICANTE.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * .00) + 0 /] * \$0/Lt. = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| d).- LLANTAS.....N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| e).- PIEZAS ESPECIALES.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 = | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 | 0.00% | \$0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS: | \$0.00 | | \$0.00 | | \$0.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------|----------------|----------------|
| OPERACION | | | | | |
| OP. PISTOLA AIRE Jor. | Po = Sr / (Ht) = \$213.86/6.4 | \$33.42 | | | |
| OPERACION | | \$33.42 | 100.00% | \$33.42 | 25.00% |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | \$33.42 | | \$33.42 | \$8.36 |
| COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA | | \$304.88 | | \$73.92 | \$25.26 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Fecha: 30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA

Ciudad: MEXICO, DISTRITO FEDERAL

TABULADOR DE SALARIO BASE DE MANO DE OBRA E INTREGRACION DE SALARIOS

| Código | Concepto | Unidad | Salario Base por Jornal | Factor Salario Real | Salario Real |
|---------------------|------------------------------------|--------|-------------------------|---------------------|--------------|
| MANO DE OBRA | | | | | |
| MOCA01 | Peón. | Jor | 89.48 | 1.761824 | 157.65 |
| MOCB05 | Ayudante Clase "B" | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB06 | Ayudante de Albañilería | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB07 | Ayudante de carpintero obra negra. | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB08 | Ayudante de fierro | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB12 | Ayudante de Herrero. | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB13 | Ayudante de Soldador. | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB14 | Ayudante de Operador. | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB22 | Ayudante de maniobrista. | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB23 | Compresorista | Jor. | 109.65 | 1.738683 | 190.65 |
| MOCB24 | Ayudante de lanzador | Jor. | 187.76 | 1.702431 | 319.65 |
| MOCC01 | Cabo de Oficios. | Jor. | 128.91 | 1.723344 | 222.16 |
| MOCD01 | Oficial Albañil. | Jor. | 126.08 | 1.725304 | 217.53 |
| MOCE03 | Fierro. | Jor. | 123.84 | 1.726919 | 213.86 |
| MOCE04 | Herrero en taller. | Jor. | 123.84 | 1.726919 | 213.86 |
| MOCE08 | Operador Pistola Aire. | Jor. | 123.84 | 1.726919 | 213.86 |
| MOCE12 | Lanzador | Jor. | 123.84 | 1.726919 | 213.86 |
| MOCF01 | Carpintero obra negra. | Jor. | 118.21 | 1.731249 | 204.65 |
| MOCF02 | Operador de lanzadora. | Jor. | 118.21 | 1.731249 | 204.65 |
| MOCH03 | Operador de maquinaria pesada. | Jor. | 133.67 | 1.720832 | 230.02 |
| MOCH06 | Soldador Calificado. | Jor. | 133.67 | 1.720832 | 230.02 |
| MOCI03 | Maniobrista | Jor. | 112.77 | 1.735842 | 195.75 |
| MOCJ01 | Operador de Vehículo pesado. | Jor. | 128.91 | 1.723344 | 222.16 |
| MOCM01 | Maestro de obra. | Jor. | 135.72 | 1.719867 | 233.42 |
| MOMV58 | Rolador | Jor | 116.75 | 1.732439 | 202.26 |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



LICITACION No: 6507516-8

Fecha: 30-Oct-07

OBRA: TESIS PROFESIONAL
CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL
CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMA DO
LUGAR: CIUDA D UNIVERSITARIA , MEXICO , DISTRITO FEDERAL

Nombre del Licitante **Sergio Armando Calles Peñaloza**
Pasante

DATOS BASICOS PARA EL ANALISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL

Inicio: 01-Ago-07 Terminacion: 31-Dic-07 Duracion : 153 dias

| | | |
|----------------------|---|---------------|
| DICAL | DIAS CALENDARIO | 365.25 |
| DIAGI | DIAS DE AGUINALDO | 15.00 |
| PIVAC | DIAS POR PRIMA VACACIONAL | 1.50 |
| | Prima dominical | |
| | Horas extras | |
| Tp | TOTAL DE DIAS REALMENTE PAGADOS AL AÑO | 381.75 |
| DIDOM | DIAS DOMINGO | 52.18 |
| DIVAC | DIAS DE VACACIONES | 6.00 |
| DIFEO | DIAS FESTIVOS POR LEY | 7.17 |
| DIPEC | DIAS PERDIDOS POR CONDICIONES DE CLIMA (LLUVIA Y OTROS) | 4.00 |
| DIPCO | DIAS POR COSTUMBRE | 3.00 |
| DIPEN | DIAS POR PERMISOS Y ENFERMEDAD NO PROFESIONAL | 3.00 |
| DISIN | DIAS POR SINDICATO (CONTRATO COLECTIVO) | |
| | Cambio de guardia | |
| DINLA | DIAS NO LABORADOS AL AÑO | 75.35 |
| TI | TOTAL DE DIAS REALMENTE LABORADOS AL AÑO (DICAL)-(DINLA) | 289.90 |
| Tp / TI | DIAS PAGADOS / DIAS LABORADOS | 1.316833 |
| (Tp -Te) / TI | DIAS PAGADOS - TIEMPO EXTRA / DIAS LABORADOS | 1.316833 |
| FSBC | FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACION (Tp / DICAL) para cálculo de IMSS | 1.045175 |

TABLA DE SALARIOS REALES

VECES SALARIO MINIMO D.F : 1
Porcentaje de pagos (Otros cargos) 2.00%

| CLAVE | CATEGORIAS | Salario Nominal veces DF | Tp / TI | Obligacion Obrero Patronal Ps= IMSS e INFONAVIT | Ps x (Tp-Te)/TI | Otros Cargos | Fsr= Ps (Tp/TI)+ (Tp/TI) |
|--------|-----------------------|--------------------------|----------|---|-----------------|--------------|--------------------------|
| A | B | C | D | E | Ex D | D x 2 % | (Ex D) + D +G |
| MOCA01 | PEON | 1.977896 | 1.316833 | 0.317925 | 0.418654 | 0.026337 | 1.761824 |
| MOCB05 | AYUD. CLASE B | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB06 | AYUD. ALBANILERIA | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB07 | AYUD. CARPINTERO O.N. | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB08 | AYUD. DE FERRERO | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB12 | AYUD. DE HERRERO | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB13 | AYUD. DE SOLDADOR | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB14 | AYUD. DE OPERADOR | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB15 | AYUD. DE ELECT. | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB22 | AYUD. DE MANIOBRISTA | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB23 | COMPRESORISTA | 2.42374 | 1.316833 | 0.300352 | 0.395513 | 0.026337 | 1.738683 |
| MOCB24 | AYTE. LANZADOR | 4.150309 | 1.316833 | 0.272822 | 0.359261 | 0.026337 | 1.702431 |
| MOCC01 | CABO DE OFICIOS | 2.849469 | 1.316833 | 0.288703 | 0.380174 | 0.026337 | 1.723344 |
| MOCC02 | CADENERO | 2.849469 | 1.316833 | 0.288703 | 0.380174 | 0.026337 | 1.723344 |
| MOCD01 | OFICIAL ALBANIL | 2.786914 | 1.316833 | 0.290192 | 0.382134 | 0.026337 | 1.725304 |
| MOCD06 | OP. REVOLV. 1 SACO | 2.786914 | 1.316833 | 0.290192 | 0.382134 | 0.026337 | 1.725304 |
| MOCE03 | FERRERO OBRA NEGRA | 2.737401 | 1.316833 | 0.291418 | 0.383749 | 0.026337 | 1.726919 |
| MOCE04 | HERRERO EN TALLER | 2.737401 | 1.316833 | 0.291418 | 0.383749 | 0.026337 | 1.726919 |
| MOCE08 | OP. PISTOLA AIRE | 2.737401 | 1.316833 | 0.291418 | 0.383749 | 0.026337 | 1.726919 |
| MOCE10 | SOLDADOR | 2.737401 | 1.316833 | 0.291418 | 0.383749 | 0.026337 | 1.726919 |
| MOCE12 | LANZADOR | 2.737401 | 1.316833 | 0.291418 | 0.383749 | 0.026337 | 1.726919 |
| MOCF01 | CARP. OBRA NEGRA | 2.612953 | 1.316833 | 0.294706 | 0.388079 | 0.026337 | 1.731249 |
| MOCF02 | OP. LANZADORA | 2.612953 | 1.316833 | 0.294706 | 0.388079 | 0.026337 | 1.731249 |
| MOCH03 | OP. MAQ. PESADA | 2.954686 | 1.316833 | 0.286796 | 0.377662 | 0.026337 | 1.720832 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA

Ciudad: MEXICO, DISTRITO FEDERAL



RELACION Y ANALISIS DE COSTOS BASICOS DE LOS MATERIALES

| Código | Descripción del Material y/o Equipo de Instalación Permanente que se Utilizará | Unidad | Costo Unitario Puesto en Obra |
|-------------------|--|--------|-------------------------------|
| MATERIALES | | | |
| %MACE01 | Herrajes, tornillos y tuercas. | %MAC | 2.70 |
| ACE0050 | Vigeta "I" der 4" WF. | Tn. | 11,000.00 |
| ACE1255 | Tensor de Varilla roscada de 1" X 1.10 m. | Kg | 107.17 |
| ACE1260 | Placa de acero de 3/4" | KG | 10.12 |
| ACE1265 | PLACA DE ACERO 3/16" | Kg | 10.12 |
| ACE1270 | Tornillo de acero de 1" X 2 " con tuerca. | Pza | 42.00 |
| LLDI0001B | Compresor 375 Pcm Atlas Copco xa 175 | JGO | 18,342.24 |
| LLDI004A | Camión grua HIAB, modelo 650 DE 6.0 Tn. de capacidad. S/Camión marca FAMSA F-1314/52 | JGO | 13,756.68 |
| LLDI009 | Camion redilas marca FAMSA modelo F-1314/52. | JGO | 13,756.68 |
| LLDI048 | Grua marca Grove modelo RT-630B de 15 toneladas. | JGO | 41,270.04 |
| LLGA003 | Revolvedora marca MIPSA_KOHLER de 1 saco. | JGO | 515.88 |
| LLNE0001 | Lanzadora rotativa Airplaco modelo C-7A. con motor neumático de 5 H.P. | JGO | 9,171.12 |
| LLNE0002 | Bomba de concreto Pow ercreter 10M con motor diesel 26 H.P. | JGO | 18,342.24 |
| MACE0420 | Acero estructural A 36 (Angulo y Solera) | Ton. | 10,560.00 |
| MACE0487 | Barrena de 1" de diámetro. | Pza | 6,705.00 |
| MACE0488 | Tubo de acero de 2" de diametro cedula 40. | m | 175.00 |
| MAGU0010 | Agua | m³ | 58.00 |
| MALA0180 | Alambre recocido No 18 | Kg | 13.48 |
| MALA0191 | Alambon liso de 1/4" (No 2) | Kg | 11.29 |
| MALM0001 | Tanque de 10,000 lts para almacenar lodo bentonítico. | Pza. | 35,005.01 |
| MALM0002 | Tanque de 15,000 lts para almacenar agua. | Pza. | 48,619.18 |
| MBOQ0001 | Boquilla de 1 1/2" de diametro. | Pza | 4,049.62 |
| MCEM0060 | Cemento gris en saco. | Ton | 1,565.00 |
| MCEM0175A | Concreto premezclado RR f'c= 350 agregado de 3/4" | m³ | 1,577.68 |
| MCEM0190 | Membrana Curafest Roja para curado de concreto. | Cub | 393.50 |
| MCEM0191 | Bentonita en saco. | Ton | 1,187.20 |
| MCLA0021 | Clavo de 2 " a 4" . | Kg | 13.99 |
| MCOM0010 | Diesel. | lt. | 5.87 |
| mcom0020 | Gasolina | Lto | 7.59 |
| mcom0030 | Aceite. | Lto. | 35.00 |
| MCOM0040 | Luz | KWH | 2.70 |
| MDIS0061 | Cojin de hule de desgaste. | Pza | 3,464.29 |
| MDIS0062 | COJIN DE HULE DE DESGASTE SUPERIOR | Pza | 3,464.29 |
| MDIS0063 | TAMBOR ROTATORIO | Pza | 11,943.04 |
| MFES0030 | Aditivo para concreto, Festermix acelerante de fraguado. | Cub. | 294.30 |
| MGAS0020 | Gas Acetileno. | Kg | 153.70 |
| MGAS0060 | Gas Oxigeno. | m³ | 46.58 |
| MLAM0075 | Lamina negra de acero calibre 16. | Kg | 16.10 |

30-Oct-07

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPTULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMAO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA

Ciudad: MEXICO, DISTRITO FEDERAL

RELACION Y ANALISIS DE COSTOS BASICOS DE LOS MATERIALES

| Código | Descripción del Material y/o Equipo de Instalación Permanente que se Utilizara | Unidad | Costo Unitario Puesto en Obra |
|----------|--|----------------|-------------------------------|
| | MATERIALES | | |
| MMAD0041 | Madera de pino de 3 en polin 4" X 4" X 8.25'. | Pt | 6.70 |
| MMAD0044 | Madera de pino de 3 en tablon de 1 1/2" x 12" x 8.25'. | Pt | 6.70 |
| MMAL0080 | Malla electrosoldada Tecnomalla 6 X 6 - 6/6. | m ² | 21.97 |
| MMAN0013 | Manguera de 1 1/2" de diametro por 50' (15.24 m) | Pza | 10,313.82 |
| MMAN0014 | Manguera de agua de 3/8" de diametro por 50' (15.24 m) de longitud. | Pza | 658.16 |
| MMAN0015 | Manguera de aire de 1 1/2" de diametro por 25' (7.62 m) de longitud. | Pza | 4,954.83 |
| MPET0040 | Arena para concretos. | m ³ | 140.00 |
| MPET0045 | Gravilla de 4 a 6 mm | m ³ | 160.00 |
| MPET0170 | Grava para concreto 3/4". | m ³ | 140.00 |
| MSOL0070 | Soldadura E-7018 de 1/8" a 1/4" (3 a 6 mm). | Kg | 26.40 |
| MVAR0009 | Varilla No 3 (3/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton | 8,200.00 |
| MVAR0013 | Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | 8,200.00 |
| MVAR0014 | Varilla No 6 (3/4") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | 8,100.00 |
| MVAR0021 | Cuña de ancla con Varilla No 5 (5/8") fy= 4200 kg/cm . | Ton. | 9,020.00 |
| TOR5162 | TORNILLO CAB. DE MAQ. DE 3X3/8" | Pza | 16.00 |

Dependencia: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



Concurso No. 6507516-8

Fecha: 30-Oct-07

Obra: TESIS PROFESIONAL

CONCRETO LANZADO EN TUNELES COMO ADEME TEMPORAL

CAPITULO No 8 COMPARACION CON OTROS METODOS DE ADEMADO

Lugar: CIUDAD UNIVERSITARIA

MEXICO , DISTRITO FEDERAL .

RESUMEN

| CONCEPTO | Importe |
|--|-------------|
| Concreto lanzado (* VEINTICINCO MIL QUINIENTOS VEINTINUEVE PESOS 77/100 m.n. *) | \$25,529.77 |
| Marcos metalicos (* CINCUENTA MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 21/100 m.n. *) | \$50,982.21 |
| Dovelas de concreto (* TREINTA MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 96/100 m.n. *) | \$30,959.96 |

CONCLUSIONES

Como se ha visto en el presente trabajo, el concreto lanzado es muy versátil y de aplicación rápida, no solamente en el ademado temporal de túneles, o como revestimiento definitivo de los mismos, esto es dependiendo del uso al cual se destina, ya que, por lo general la superficie del concreto lanzado por efecto del rebote y del agregado grueso, queda muy rugosa por lo que no es recomendable dejarlo como revestimiento definitivo, cuando el túnel se destine a la conducción de agua o que por motivos del proyecto su superficie debe ser lisa o pulida; en algunos túneles del metro línea siete (Barranca del Muerto – El Rosario) se dejó como revestimiento definitivo, principalmente en los túneles de acceso a los andenes; en el sistema de drenaje profundo de la ciudad de México, se utilizó como ademe temporal, para que posteriormente se diera el ademe definitivo el cual se dio con concreto convencional colado en el sitio con cimbra deslizante.

A lo largo del trabajo, vimos los equipos para la aplicación del método al cual se refiere, dichos equipos día a día se mejoran, dado la aceptación que a nivel mundial, ha empezado a tener el concreto lanzado, principalmente en Europa, específicamente en Austria y Suecia; para el ademado de túneles, así como las otras aplicaciones mencionadas en los capítulos iniciales.

En el capítulo de comparación con otros métodos, se vio que el concreto lanzado como ademe temporal es más económico, esto por la rapidez de colocación, el equipo para su colocación es económico y no necesita de instalaciones especiales costosas y por sus dimensiones es capaz de ademar túneles de poco diámetro, por lo que al compararlo con el de los marcos metálicos o con el de las dovelas de concreto, resulta ser más económico. Dicha comparación se analizó para el metro lineal de túnel ademado, para una sección circular de 5 metros de diámetro terminado; sin embargo debemos ser justos y aclarar que esta comparación no es muy equitativa que digamos ya que el concreto lanzado como ademe temporal no es aplicable en todos los túneles por construirse, ya que su aplicación o uso depende del tipo de suelo o roca por el que se construye; como vimos en la ciudad de México donde se utilizó el presente método fue en la zona denominada de

lomas. Los métodos mas usuales utilizados últimamente en la ciudad para el ademado de túneles son el del concreto lanzado y el del las dovelas de concreto que es más caro pero muy útil cuando el suelo o roca no es muy sustentable tal es el caso de las arcillas del lago de la Ciudad de México, como se vio en el capítulo de procedimiento, dada la división del subsuelo por parte del Departamento del Distrito Federal, en el reglamento de construcciones, o en suelos arenosos.

El concreto lanzado es ideal cuando el suelo es auto-soportante por determinado tiempo, y tiene una mayor resistencia al cortante esto ocurre para la Ciudad de México, en la denominada zona de lomas o transición.

Dada la orografía de la República Mexicana y los problemas de conducción, tanto de transporte, como de aguas residuales y agua potable esté último en especifico de la Ciudad de México, una solución que se ha encontrado es la construcción de túneles; por lo que se ha visto en el presente trabajo el método del concreto lanzado como ademe temporal es el que da mayor rendimiento y por consiguiente menor costo; otro es el de la excavación con escudo y ademado con dovelas de concreto, el de ademado con marcos metálicos va quedando descartado por su alto costo, únicamente se utiliza en combinación, con el de concreto lanzado cuando el empuje del suelo o roca no es posible soportarlo únicamente con el concreto lanzado reforzado con malla.

Por lo que hemos visto durante el presente trabajo concluimos que el concreto lanzado es un método al que se le debe dar mayor difusión y uso ya sea como ademe temporal o revestimiento definitivo para túneles. Dada su versatilidad y a que se adapta o toma la forma de la superficie sobre la que se coloca, a que el equipo con el cual se aplica es muy maniobrable y no necesita de instalaciones sofisticadas lo que permite su traslado e instalación en cualquier lugar y su utilización en túneles con un diámetro mínimo de hasta 3.00 m.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Memoria Técnica de las Obras del Drenaje Profundo del Distrito Federal México Túnel, S. A. de C. V. Tomos I y II.
- 2.- Curso Víctor Hardy 92 Túneles y Excavaciones Subterráneas .
Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles. Tomos I y II
- 3.- Apuntes del Curso de Túneles del Centro de Educación Continua
Facultad de Ingeniería año de 1979.
- 4.- Concreto Lanzado Timothy F. Ryan.
Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A. C. año de 1976
- 5.- Tesis Control de Calidad del Concreto durante la Construcción del Viaducto del Tren Metropolitano de la Ciudad de México en el tramo Chilpancingo Patriotismo de la línea 9 Poniente.
Monasterio León, Jorge Javier.
- 6.- Shotcrete for Ground Support
Proceeding of the Engineering Foundation Conference.
T. de Water Inn. Easton Maryland October 4-8 1976.
Publishing by: American Society of Civil Engineers and American Concrete Institute.
New York 1977.