



6102
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO
TRES DEL TERCER CIRCUITO DE C.U.
EN LA ZONA DE CRUCE CON LA AV.
INSURGENTES SUR

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN

JORGE PABLO GUADARRAMA ROJAS

RUFINO JUAN CARMONA LEON

RAUL PEÑA ARENAS

LUIS IBARRA PALMA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

1990



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.

I N D I C E

- I. INTRODUCCION
- II. EXCAVACION
- III. DRENAJE
- IV. VIALIDADES
- V. PUENTE
- VI. CONCLUSIONES

I. INTRODUCCION

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

El constante crecimiento de la Ciudad Universitaria en su zona sur, hizo necesario el construir accesos a las nuevas instalaciones, circuitos interiores, pases a desnivel, etc.

Se requería un nuevo acceso a la Zona Cultural a todas las personas que circulan por la Av. Insurgentes, dirección norte-sur, ya que anteriormente el retorno más próximo se localizaba a 2 kilómetros (en la intersección Periférico-Insurgentes), debiendo tomar nuevamente Insurgentes y llegar a la Zona Cultural.

Con este proyecto se solo se daría solución a este problema sino que, al mismo tiempo, se conecta de forma directa a la estación C.U. de la línea 3 del Metro con la zona cultural e Insurgentes en ambas direcciones de esta. Y de manera indirecta conecta a la Av. Revolución con la Av. Insurgentes, aliviando el tránsito de esta última.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El paso a desnivel forma parte del 3er. circuito de Ciudad Universitaria y está localizado en la parte sur de esta casa de estudios sobre la Av. Insurgentes, al lado oriente de la Hemeroteca Nacional.

Esta formado por un puente y dos rampas que forman un medio tróvil, por el lado oriente tiene un muro de contención que forma parte de la vialidad hacia el norte de los vehículos que circulan de oriente a poniente y requieren tomar la Av. Insurgentes.

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

El puente está formado por dos muros de mampostería de piedra construidos directamente sobre la roca, pues se llegó a la conclusión de que esta era sana y tenía la resistencia requerida para soportar la estructura.

Sobre cada muro se tiene un ostríbo de concreto armado, colado a todo lo largo de estos.

El claro del puente se resuelve con tabletas prefabricadas de 29 metros y 30 metros de longitud apoyadas libremente.

A estas tabletas las une una losa de concreto armado con el fin de rigidizar y sellar juntas, haciéndolas trabajar en conjunto.

Las rampas están hechas a base de pavimentos rígidos y el acceso por el Jardín Botánico de pavimento flexible.

Toda la obra cuenta con alumbrado y diversas obras de drenaje.

II. EXCAVACION

EXCAVACION

Los explosivos son una de las principales herramientas del hombre; la mas poderosa por mucho y, sin embargo lo suficientemente segura y controlable para utilizarse en el corazon de las ciudades realizando trabajos de precision.

Son esenciales para limpiar de obstaculos a medida que cambiamos el aspecto de la tierra con caminos, puentes, puertas, aeropuertos y ciudades, efectuan una gran cantidad de trabajos especializados de un modo efectivo y economico, factores por demas esenciales para el ingeniero; para que estos factores se cumplan dependera del explosivo en si, y de la habilidad del usuario.

Los explosivos que comunmente se utilizan en operaciones comerciales de voladura son, con algunas excepciones, mezcla de solidos, o de solidos y licuidos, que son capaces de provocar una descomposicion rapida y violenta, dando como resultado una conversion a grandes volumenes de gas.

Los altos explosivos se denominan explosivos "detonantes" en tanto que los bajos explosivos se denominan explosivos "deflagrantes".

Las polveras negras son "bajos explosivos", estan compuestas de mezclas muy intimas de azufre, carbon y un nitrato que puede ser de potasio, o de sodio. Las polveras negras son las mas lentas de todos los explosivos. Tienen una accion de escujo y de corte que produce un material grande y de fragmentos firmes.

Los bordos de una barreracion deben estar bien balanceados ya que tienden a ceder en los puntos debiles.

Las dinamitas son mezclas sensibles a la capsula que contienen un compuesto explosivo, ya sea como sensibilizador o como el medio principal para desarrollar energia, y el que, cuando se inicia adecuadamente, se descompone a velocidad de detonacion. La mayor parte de las dinamitas, se todas, contienen nitroglicerina como sensibilizador.

Al seleccionar alguna dinamita para algun fin especifico, y especialmente para trabajo subterraneo, debes tomarse en consideracion muchos factores. Las consideraciones mas importantes involucran el material que se va a romper, su densidad, dureza, friabilidad, etc.; el grado de fragmentacion deseada; si los barrenos estan humedos o secos; la cantidad de ventilacion en los lugares de trabajo subterraneo, etc.

La excavación y construcción de este circuito se efectuó a ciclo abierto y por etapas, las cuales se atacaron por medio de explosivos, siguiendo los lineamientos que se indican a continuación:

1.- RESTRICCIONES PARA LA EXCAVACION CON EXPLOSIVOS.

a) Vibraciones permisibles del terreno.
Estas no excederán de 30 mm/seg.

b) Explosivos empleados

El explosivo que se empleó en la excavación de la roca fue Gelamex 2 de 1 1/8" con un peso por cartucho de 0.150 kg. en barrenos interiores; para barrenos de pared Gelamex 2 7/8" con un peso por cartucho de 0.095 kg.

c) Diámetro de los barrenos.

El diámetro de los barrenos que se emplearon en todos los trabajos fue de 38 mm. (serie 12, acero integral).

d) Medidas de seguridad.

Uno de los factores más importantes para evitar el lanzamiento de piedras es el tamaño y calidad del retoque.

Para el retoque se usó arena y gravilla clasificada.

En este caso, al no existir construcciones adyacentes a la obra, lo que se hizo fue suspender el tráfico en la Avenida Insurgentes a una distancia suficiente para realizar sin peligro la voladura.

e) Ciclo de trabajo.

Un ciclo de trabajo comprende el conjunto de actividades elementales que se realizan para obtener un determinado avance.

El ciclo de trabajo para la excavación en la roca comprende las siguientes etapas:

- 1.- Barrenación según diagrama
- 2.- Limpieza de barrenación
- 3.- Carga de explosivos
- 4.- Conexiones eléctricas
- 5.- Retiro de equipo y personal
- 6.- Voladura
- 7.- Rozaga
- 8.- Movimiento de equipo y topografía

Descripción de las actividades que componen el ciclo de trabajo.

1.- BARRENACION SEGUN DIAGRAMA: Esta actividad consiste en efectuar las perforaciones necesarias en el frente de trabajo, de acuerdo con un diagrama de perforación previamente elaborado.

El equipo de perforación estuvo constituido por perforadoras neumáticas (track-drill).

2.- LIMPIEZA DE BARRENACION: Consiste en limpiar las perforaciones inmediatamente después de terminar estas.

Esta limpieza se realiza con aire comprimido utilizando un soplador y en los casos de derrumbe de barrenos se utilizaron cucharillas para desalojar estos.

3.- CARGA DE EXPLOSIVOS: Esta actividad es una de las más importantes en el ciclo de trabajo y comprende desde el manejo de explosivos hasta conexiones eléctricas.

En términos generales para cargar un frente se llevaron a cabo las siguientes operaciones.

3.a.- Manejo de los explosivos hasta el frente de trabajo.

Los cartuchos de dinamita y estopines nunca se manejan en forma conjunta.

El carro que transporta los explosivos tiene 2 compartimientos, uno para los cartuchos y otro para los estopines ambos compartimientos ferrados de madera.

3.b.- Perforación y carga de los explosivos en los barrenos.

Previamente se preparan las cargas de acuerdo con el diagrama de barrenación, no se inicia la carga de los barrenos hasta que no son limpiadas todas las perforaciones.

Para insertar el estopín en el cartucho debe perforarse este con un punzón de madera y hacer la lazada firmemente.

La carga y retajo de los barrenos se lleva a cabo de la siguiente manera: se introduce previamente un cartucho de "asbesto" y en seguida otro en el "cabo" (cartucho con el estopín correspondiente); efectuado lo anterior, se debe retajar firmemente con un falnero de madera, posteriormente los cartuchos siguientes se introducen de uno en uno alternando colocación y retajo, hasta alcanzar la carga especificada.

Se debe tener especial cuidado en que las guías de los estopines no sufran daño alguno durante el retajo.

Las guías de los estopinos deben permanecer en "corto circuito" hasta el momento de hacer la conexión eléctrica.

4.- CONEXIONES ELÉCTRICAS: Consiste en conectar las "guías" de los estopinos entre sí. Las conexiones deberán hacerse en paralelo, pues de esta manera resulta más fácil detectar una falsa conexión.

Dependiendo del número de guías que se tengan, podrán dividirse en series para que posteriormente se conecten estas en paralelo. Esto resulta conveniente puesto que, si al emplear el galvanómetro este no registra lectura, se desconectan las series y se procede a cambiar cada una de ellas.

Terminada la operación anterior se conecta la línea de la serie en paralelo a la línea troncal, la cual fue probada previamente.

Otra manera de comprobar las conexiones eléctricas, con las efectuadas en forma correcta por medio del ohmetro, calculando la resistencia total del circuito y comprobándola con este aparato.

Si la lectura registrada varía en más del 5% de la calculada, se tendrá que comprobar físicamente el circuito.

5.- RETIRO DE EQUIPO Y PERSONAL: Consiste en retirar a estas del frente de trabajo hasta una distancia tal que el producto de la voladura no alcance a estas.

6.- VOLADURA: Esta actividad consiste en hacer estallar las cargas de corriente eléctrica a un explosor, el empleo de este sistema es recomendable por razones de seguridad.

7.- REZAGA: Consiste esta actividad en el desalojo del material producto de la voladura, parte de esta roca se utiliza para rellenos del mismo camino.

Para los muros del puente se eligieron las rocas apropiadas (en tamaño y forma) además se realizó un despunte con perforadoras manuales; obteniéndose así material de 7.5 cm. necesario para la subase.

El material sobrante únicamente se sacó fuera del camino para evitar el transporte del mismo. (con cargador frontal)

8.- MOVIMIENTO DE EQUIPO Y TOPOGRAFIA: Para ello se utilizó un Bulldozer de 20 tn.

II.- EXCAVACION Y CONSTRUCCION.

La excavacion se realice por etapas tal como se muestra en las figuras II.1 y II.2.

El manto recoco, se "dinamita" en tres avances de 2.40 m. los cuales son "a", "b" y "c". Siguiendo el orden mostrado en las figuras antes mencionadas.

En teoria una vez "dinamitados" las etapas perimetrales se lanza una capa de concreto de 5.0 cm. de espesor, con el fin de cubrir las paredes resultantes. En este caso no se realice tal operacion dejando las paredes tal como resultaron.

Las caracteristicas de la voladura en cada una de las etapas son las siguientes:

PROFUNDIDAD DE LA BARRENACION	2.55 M.
POSICION DE LOS BARRENOS	VERTICALES
DIAMETRO DE BARRENACION	38 mm
EXPLOSIVOS	GELAMEX
ESTOPINES	NO.

III.- DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION.

Los diagramas de barrenacion y la secuencia de igniciones tanto de las etapas limitadas por tres bordes (centrales), así como de las limitadas por dos bordes (laterales), se muestran en las figuras No. II.3 y No. II.4 respectivamente, y en las tablas No. II.1 y No. II.2 se muestran las cargas para estas etapas.

CIMENTACION DEL PASO A DESNIVEL

Todas las obras de ingenieria civil como edificios, puentes, presas, caminos, etc., se desplazan sobre o bajo la superficie del terreno y requieren de una cimentacion apropiada que proporcione seguridad y buen comportamiento a estos razonables. Definimos a la cimentacion como la o las partes de una estructura que le proporcionan apoyo a la misma y a sus cargas e incluye el suelo o roca y a las partes de la estructura que sirven para transmitir las cargas.

Así en una cortina de tierra el elemento de cimentacion es el propio terreno que la subyace.

Como todas las partes de una estructura, la cimentacion debe cumplir con los requisitos de estabilidad y economia.

En cuanto a la estabilidad la cimentacion debiera proporcionar un buen comportamiento, tanto para la propia estructura como para el destino que vaya a darsele, a este respecto deben verificarse los siguientes requisitos esenciales:

PLANTA DE ETAPAS

PROYECCION DE TALUD 0,10:1

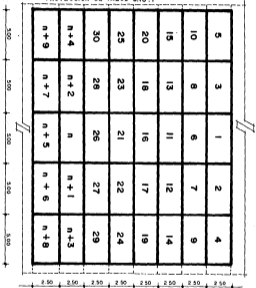


FIG. II.1

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

CAPA DE CONCRETO LIGADO
DE 5 CM. DE ESPESOR

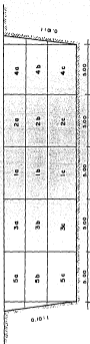


FIG. II-2

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

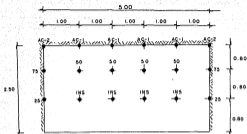


FIG. II.3
 DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION
 DE LAS ETAPAS CENTRALES

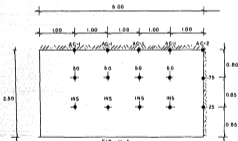


FIG. II.4
 DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION
 DE LAS ETAPAS LATERALES

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: EXCAVACIONES

T.A.B.L.A. No. II.1

STAMPAS CENTRALES.

MARSHALLS = 2.55 á 3 38 mm; AVANCE ESTIMADO POR VOLADURA = 2.40 m
VOLUMEN POR VOLADURA = 12.50 m² x 2.40 m = 30.0 m³

CARGA POR BARRIDO.

TIPO DE BARRIDO.	ESPESES No.	NUM. DE BARRIDOS.	CON SIN		CARGA TOTAL	FACTORES DE REDUCCION
			BETAQUE CAST.	BETAQUE CAST.		
INTERIOR	35	4	4	4	2.4	1/4
INTERIOR	35	4	-	4	2.4	1/4
INTERIOR	35	4	4	4	2.4	1/4
INTERIOR		4	-	4	2.4	1/4

CELAROS 2, 1 1/8" x 8".

CELAROS 2, 1 7/8" x 8".

TIPO DE TIPO	No. 1	No. 2	CELAROS 2, 1 1/8" x 8".		CARGA TOTAL	FACTORES DE REDUCCION
			1	2		
AC 1	4	1	3	4	1.52	
AC 2	2	1	4	3	0.95	
S U M A						8.23 kg
COMPACTANTE DE CARGA						0.23
30.00						0.23 kg/c2

T. A. B. L. A. No. 11.7

TIPOYS LATERALES.

BARROMACION = 2.55 m β = 30 mm AVANCE ESTIMADO POR SOLDADURA = 2.45 m
 VOLUMEN POR VOLADURA = 12.50 m² x 2.45 m = 30.00 m³.

CARGA POR DARRENO.

GELANER 2, 1/8" x 8"

TIPO DE BARRENO.	NO. DE ESTRUC.	NO. DE BARREROS.	NO. DE CORN.	NO. DE MAYOR CART.	NO. DE MENOR CART.	TC.	CARGA TOTAL	FACTOR DE REDUCCION
INTERIOR	4	4	-	-	4	0.6	2.4	1/6
EXTERIOR	4	4	-	-	4	0.6	0.6	1/6
EXTERIOR	4	4	-	-	4	0.6	2.4	1/6
INTERIOR	4	4	-	-	4	0.6	0.6	1/6

GELANER 2, 1/8" x 8".

TRAFIC	4	1	3	4	0.38	1.52	1/12	
TRAFIC	4	1	4	3	0.48	0.48	1/12	
S U M A							8.00	

COEFICIENTE 8.00 = 0.267 kg/m³
 30.00

a) La cimentación deberá localizarse apropiadamente para evitar cualquier influencia futura que pudiera afectar su comportamiento.

b) La cimentación deberá de ser segura contra fallas por resistencia al corte del suelo.

c) La cimentación no debe asentarse o deformarse más allá de los valores tolerables para evitar daños y reparaciones de la estructura.

Estos tres requisitos son independientes uno del otro, pero cada uno de ellos debe satisfacerse.

Generalmente en el estudio de la cimentación de una estructura, se presentan varias alternativas, entre las cuales la elección apropiada implica un buen conocimiento de los aspectos técnicos, procedimientos constructivos y de costos.

Para nuestro caso, el estudio de la cimentación del paso a desnivel del tercer circuito de Ciudad Universitaria, nos encontramos que geológicamente la zona está constituida por suelos duros.

Estos terrenos no presentan problemas de resistencia al corte o compresibilidad, por lo que esto nos facilita el proyecto y solo se requiere un estudio previo, ya que en algunas formaciones rocosas aparentemente muy resistentes, como las derrames basálticos que se encuentran en el lugar son caracterizados por discontinuidades (cavidades y fuertes agrietamientos), presentándose problemas de cimentación muy serios y costosos que implican estudios y soluciones especiales (tratamiento de la roca).

Como el ataque fue a cielo abierto se pudo observar un gran fracturamiento y estratificación de la roca, así como la presencia de rellenos de tepalcates, obligando con esto al cambio de la cimentación o apoyos, lo cual se había determinado a base de lodos y muros de carga de concreto armado por el de muros de mampostería de piedra brava con tablas prefabricadas.

Por lo que una vez que se haya alcanzado la profundidad de proyecto y se hayan confinado los taludes se procederá a excavar (50 cm. como mínimo) en las zonas donde quedarán desplazados los apoyos (hasta encontrar la roca sana).

En lo que respecta a las condiciones del subsuelo se pudo observar que no se hizo un estudio preliminar ni definitivo para conocer la estratigrafía del terreno, ya que solo se hizo una extrapolación de datos en estudios obtenidos de la estación C.U. de la Línea 3 del Metro, que consistieron en efectuar sondeos a base de barriles muestreadores, dadas las características del terreno.

Los barriles muestreadores se identifican según su diámetro, 2x, 3x, 4x, 5x y las muestras que se recuperan varían de 20 cm. a 54 cm. de diámetro.

Para los sondeos se utilizaron muestras nx de 54 cm. de diámetro, ya que a mayor diámetro se incrementa la calidad del muestreo, particularmente en rocas como lo es nuestro caso. La calidad del muestreo se juzga a través del porcentaje de recuperación (rec) calculado con:

$$\text{Rec } \% = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Longitud de muestreo}} \quad (100)$$

Si la recuperación es mayor del 85% el muestreo es bueno y si es mayor de 95% es excelente.

Así mismo incluye el índice de calidad de la roca R.Q.D. que se calcula con:

$$\text{R.Q.D.} = \frac{\text{Suma de las longitudes de los tramos de muestra mayores de 10 cm. de longitud}}{\text{Longitud de la muestra}} \quad (100)$$

Dicho estudio consideraba la existencia de roca medianamente sana en el cruce del tercer circuito de C.U. con Av. de los Insurgentes.

Por lo que se recomendaba hacer el despalme entre los extremos del puente hasta encontrar roca sana y sobre de esta apoyarse para levantar los muros de carga donde se apoyarían las tabletas preesforzadas, previo colado de los estribos.

APOYOS DE MAPOSTERIA

Llamamos mamposterías a los elementos constructivos constituidos por piezas de piedra, barro y productos diversos de concreto, con o sin compuestos aglutinantes que ligan las diferentes piezas.

En términos generales se clasifican a las mamposterías en artificiales y naturales, dependiendo de la naturaleza de los elementos de que estén constituidas.

MAPOSTERIAS ARTIFICIALES

Son las que están constituidas por piezas elaboradas mediante diversos procesos productivos y los que comúnmente llamamos: tabiques o blocks, cuyo peso y dimensiones son adecuadas para un fácil manejo y colocación.

MAMPOSTERÍAS NATURALES

Se refiere a aquellas piedras naturales destinadas a usarse en la construcción de cualquier tipo de mampostería, llámese de 1a., 2a. o 3a. clase, así como mamposterías secas y de acabado especial. La piedra deberá de ser homogénea de grano razonablemente fino, con una consistencia que permita labrarla, saca y no intemperizada; se desecharan aquellas piedras que presenten grietas u otros defectos naturales, así como piedras que tengan la forma de laja, formas redondeadas y de cantos redados.

Las piedras que se emplean en elementos estructurales deberán satisfacer los requisitos que se enumeran en la siguiente tabla además de los ya descritos:

REQUISITOS	SECO	HUMEDO
Resistencia mínima a la compresión normal a los planos de formación en Kg. x cm ² .	150	150
Resistencia mínima a la compresión paralela a los planos de formación en Kg. x cm ² .	100	100
Absorción % máxima	4	
Densidad mínima	2.3	
Resistencia al intemperismo % pérdida de peso después de 5 ciclos en solución de sulfato de sodio máxima	10	

MORTEROS

Uno de los sistemas constructivos más antiguos utilizados por el hombre es la mampostería, los bloques de piedra, ladrillos de concreto, ladrillos de arcilla y estas tienen algo en común, que son pegados con mortero. Mientras que el mortero solo representa una pequeña proporción del área total del muro, su influencia en el desempeño estructural del mismo es bastante significativa.

Los morteros son una mezcla de aglomerantes con arena y grava, esta revuelta tendrá como fin en las mamposterías las de pegar todas las piezas que constituyen un muro o cimentación y así formar una estructura hasta cierto punto monolítica; la arena tiene como fin el disminuir un poco puramente mecánicamente las contracciones que producen los

aglomerantes durante el fraguado, además de lograr un menor costo por aumentar el volumen del mortero.

El agua en los morteros efectúa un papel primordial, ya que fija la resistencia de la masa ya endurecida, la dosificación de este elemento depende del aglomerante, de la plasticidad que se requiere, del clima y de las aplicaciones que se le den al mortero.

La selección del mortero debe de estar basado en un conocimiento de sus características y condiciones superficiales, ya que el tipo y composición del mismo afectarán el funcionamiento del mismo.

Los morteros nos sirven para varias funciones importantes, a saber:

- 1.- Pega las unidades unas con otras para formar una estructura integral de resistencia predecible.
- 2.- Sella las juntas contra la penetración de humedad y aire por el muro.
- 3.- Asegura el refuerzo de las juntas para ayudar a resistir las contracciones y control del agrietamiento.
- 4.- Se pega el refuerzo de acero, alambres y pernos y anclaje de tal forma que todos los elementos trabajen como una unidad.

TIPOS DE MAESTRÍA

Maestría de 2a. Clase:

Esta maestría se construye con piedra toscamente elaborada con cincel, para obtener a forma geométrica regularizada y es justada con mortero de cemento.

Las piedras que se utilizan deberán de estar limpias de cualquier material extraño y se desecharán aquellas que contengan materia no removible con agua y que pudieran afectar la liga entre las demás piezas. Ciertas especificaciones recomiendan que las dimensiones de las piedras deberían de ser como mínimo de 20 x 30 x 45 cm.

Maestría de 3a. Clase:

Esta maestría se construye con piezas sin labrar, justada con mortero de cemento o cal.

MAPOSTERIA SECA

La mampostería seca se construye a base de piedra seleccionada para lograr un acomodamiento de tal forma, que se tengan el número de vacíos, ya que no se emplean morteros en su colocación.

MAPOSTERIA DE PIEDRA BAJO LOS ESTRIBOS.

La mampostería es del tipo conocido como de primera clase cuyas características son la roca aparente con cortes definidos y un cierto grado de labrado, generalmente el tamaño y la forma de las piedras presentan cierta uniformidad para darle una mejor apariencia al muro terminado.

El desplante se hizo sobre roca sana, con un escarpie de 0.1 : 1, con un ancho variable de 3.60 mts. como mínimo a 4.70 mts. como máximo, en las primeras hiladas se colocaron las piedras de mayores dimensiones (todas estas producto de la excavación en el sitio), humedecidas previamente para que se tenga una perfecta adherencia con el mortero y demás piezas, las de mejores caras se aprovecharon para los paramentos y algunas se labraron para obtener la forma requerida. Se acomodaron de tal forma de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras, los vacíos se llenaron completamente con piedras de gran volumen y mortero premezclado.

Las piedras se juntaban con mortero de cemento premezclado con una resistencia a la compresión mínima de 100 Kg/cm², tipo I, el cual deberá de llenar completamente las juntas, estas no deberán de ser más de 4 ni menos de 2 cm. de espesor, al colocar las piedras se deberá de tener cuidado de no aflojar las ya colocadas y en caso de que una se afloje o quede mal asentada dicha piedra se retirará y después de quitar el mortero del lecho de las juntas, se volverá a asentar con mortero nuevo humedeciendo perfectamente el sitio de asiento.

No se aceptaran el uso de cábricas en ninguna parte de la mampostería, las juntas verticales deberán cuatracarse.

El coronamiento o enlace de la mampostería que quede expuesta a la intemperie deberá cubrirse con un chapcado de la misma piedra, se recomienda que dicha mampostería sea curada dentro de los tres días después de haberla terminado.

Dichos muros también se utilizan como de contención, por lo que se pondrán filtros para evitar empujes, así como drenes o lleraderos, según lo requiera la estructura.

El material permeable con el que se formara el filtro se colocara en capas en forma que permitan las especificaciones de construcción, de tal manera que los materiales más finos queden en contacto con el terreno natural y las de mayor diámetro en contacto con la estructura, siguiendo un grado de variación uniforme, los lleraderos son los entubamientos

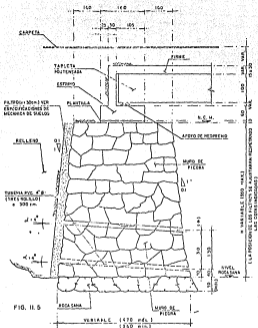
hechos a través de la estructura para permitir el libre escurrimiento al exterior de las filtraciones del terreno natural, ya sea que estas hayan sido o no encauzadas previamente por medio de drenes.

Los drenes se construirán con tubos de P.V.C. de 4" de diámetro, anclados en forma adecuada.

ESTRIBOS

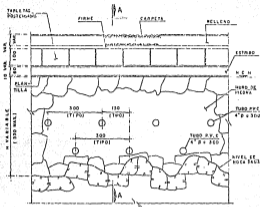
Los estribos se construyeron directamente sobre la corona de cada uno de los muros de mampostería, a base de concreto armado, cuyas dimensiones se muestran en la figura II.5.

La función principal de estos es servir de apoyo a las tabletas prefabricadas (colocando unas placas de neopreno entre estos elementos), dando así una mejor distribución de las cargas sobre los muros, ver figura II.6.



U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES



A L Z A D O

NOTAS

- 1.- MORTERO CON RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA DE 100 kg/cm² TIPO - 1
- 2.- EL NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA DE TOMAR CON 50 cm. (10 CMs MÍNIMO) BAJO EL NIVEL DE RELLEO ENCONTRADO, VER ESPECIFICACION DE MECANICA DE SUELOS.
- 3.- ADAPTACIONES EN CM.
- 4.- ESTE SOLICITA DE CUMPLIMIENTO CON EL PLANO No. 84-C-80228-02-1-8809-P. M.C.H. + NIVEL DE CORONA DEL MURO.

FIG. 11.6

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

III. D R E N A J E

D R E N A J E

Uno de los elementos que mayores problemas causa a los caminos, es el agua, ya que en general, provoca la disminucion de la resistencia de los suelos, por lo que se presentan fallas en terrapienes, cortes y superficies de rodamiento, lo anterior conduce a recoger el drenaje de tal forma, que el agua se aleje lo mas pronto posible de la obra. En consecuencia podria decirse que un buen drenaje es el alma del camino.

Las formas en que el agua puede llegar al camino son:

- 1.- Precipitacion directa.
- 2.- Escurrimiento del agua del terreno adyacente
- 3.- Crecientes de rios y arroyos.
- 4.- Infiltracion directa o por ascension capilar a traves del suelo. Fig. III.1

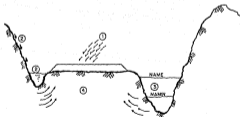


FIG. III. 1

El drenaje deberá preverse desde el reconocimiento de la línea tratando que casi siempre sea natural para evitar obras costosas en su construcción y mantenimiento. En la localización deberán escogerse suelos permeables, naturalmente drenados, fijando los cruces de corriente de agua desde el punto de vista funcional y económico. El trazo ideal sería aquel que siguiera a lo largo de los parteaguas de grandes zonas de drenaje, con lo cual las corrientes fluirían alejándose del camino y el problema del drenaje se reduciría a recoger el agua que cae directamente sobre la vía y algunas pequeñas zonas adyacentes.

El buen drenaje debe evitar que el agua circule sobre el camino en cantidades excesivas, provocando la formación de charcos, baches y la destrucción del pavimento; evitar que el agua de las cunetas resque y reblandezca la terracería, disminuyendo la resistencia al esfuerzo cortante y originando asentamientos, que puedan hacer que falle el camino; evitar que los cortes en los suelos no muy buenos se saturen, con peligro de derrumbes, deslizamientos, fallas, etc.; evitar que el agua de arroyos, taludes u hondonadas sea retenida por terraplenes existiendo peligro de deslaves; evitar que el agua subterránea ascienda hasta la subrasante, originando baches en el pavimento.

CLASIFICACION DEL DRENAJE

El drenaje de caminos se clasifica en superficial y subterráneo según que el escurrimiento se realice o no a través de las capas de la corteza terrestre.

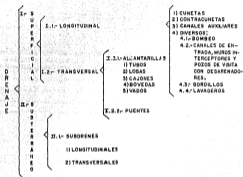
1.- EL DRENAJE SUPERFICIAL:

Tiene por objeto desalojar el agua que cae por precipitación, la que corre por los ríos y arroyos y la que llega por inundación. Lo podemos clasificar, según la posición que las obras guardan con respecto al eje del camino en longitudinal y transversal.

a).- El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, de tal manera que no le causen desperfectos. Quedan comprendidas dentro de este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento y se llaman de drenaje longitudinal porque están situadas más o menos en forma paralela al eje del camino.

b).- El drenaje transversal tiene como función dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien retirar lo más pronto posible al agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, leas, cajones, bovedas, vados, sifones invertidos y puentes.

De acuerdo a la dimension del claro de las obras de drenaje transversal, se ha convenido dividir a este en mayor y menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claro mayor a 6 mts. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las de drenaje menor, alcantarillas.



3.1).- Cunetas.- Son ranjas que se hacen en una o en ambos lados del camino en cortes y tienen como función el recibir el agua que ocurre por la corona, el talud del corte y del terreno natural adyacente (Fig. III.2), y deben localizarse al borde de los paramentos. Cuando la cuneta pasa de corte a terraplen, debe protegerse el terraplen, prolongándola sobre el terreno natural, alojándola del pie del terraplen para evitar que el agua la erosione, a bien si la pendiente es contraria (como en el caso de una curva sobre-elevada), debora pasarse transversalmente mediante una alcantarilla de alivio.

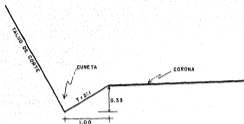


FIG. III. 2

La sección de la cuneta generalmente es triangular (o en v), por facilidad de la construcción, ya que puede hacerse con la hoja de una motoconformadora, por seguridad y economía, la profundidad es de 30 cms., el talud de 3:1 y el talud de corte será el natural del terreno. Cuando la precipitación es muy grande pueden llegar a tener un tirante máximo de 50 cms. para que un vehículo que caiga pueda salir.

En algunas ocasiones la sección puede ser trapezoidal o rectangular, significando áreas hidráulicas mayor, pero fácilmente accesibles.

La longitud de las cunetas para que funcionen eficientemente es del orden de 600 m. en terreno plano y de 300 m. en montana; la longitud se mide a partir del parte-aguas o cresta; hasta su desfogue en el terreno natural o en una alcantarilla. Cuando la longitud es mayor, se deben disponer alcantarillas de alivio y la longitud se medirá entre ellas.

Con el fin de evitar que el agua se saque de las cunetas, cuando el camino es sinuoso o que se produzca azolve en los cambios de pendiente longitudinal, debe procurarse que no haya cambios bruscos de velocidad, lo cual se logra mediante cambios de sección y transiciones adecuadas.

a.2).- CONTRACUNETAS.- Son ranas que se construyen aguas arriba de los cerros de los cortes de una obra vial y tienen como finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia alguna cámara inmediata o parte baja del terreno, evitando que al escurrir por los taludes los erosione y que se acumule el caudal de las cunetas (Fig. III.3).

Si el camino sigue aproximadamente la pendiente máxima del terreno no son necesarias las contracunetas.

Generalmente se recomienda que (dr sea mayor o igual que 3h) para evitar que el agua que pueda filtrarse en el terreno provoque una falla del talud del corte.

Deben partir del parte-aguas, generalmente con sección pocoana, la cual ira aumentando con su longitud procurando que la pendiente sea uniforme, para evitar azolves y erosión.

Generalmente tienen forma trapezoidal con base de 0.50 m. a 0.90 m. con altura promedio de 1.00 m. y con taludes de 1:1.

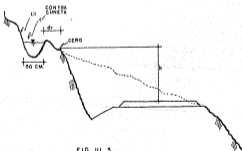


FIG. III. 3

a.3).- CANALES AUXILIARES O DE ENCAUZAMIENTO.- En terrenos considerablemente planos en donde el escurrimiento es del tipo torrencial y no existen cauces definidos, tal como sucede en algunas regiones del país, es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que llegue al camino y la conduzcan a sitios previamente elegidos para construir una obra y efectuar el cruzamiento (Fig. III.4).

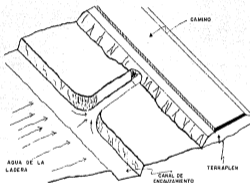


FIG. III 4

a.4).- BOMBEO.- Consiste en proporcionar a la corona del camino y en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal del centro de camino hacia los hombros y su función es la de dar salida expedita al agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías como máximo será de un 4% (Fig. III.5) (A).

En las curvas horizontales se proporciona al camino una sobre-elevación del hebreo exterior con respecto al interior, con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga. Dicha sobre-elevación sirve también para dar salida al agua que cae en estas partes del camino, hacia el hebreo interior. Esta sobre-elevación no deberá rebasar el 10% (Fig. III.5) (B).

El bombeo y la sobre-elevación deberán proporcionarse a las terracerías al afinarlas y posteriormente revestirse.

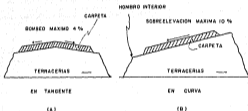


FIG. III. 5

a.5).- CAJONES DE ENTRADA, MUROS INTERCEPTORES Y POZOS DE VISITA. En la transición de las cunetas con las alcantarillas de alivio con frecuencia se hace necesario construir dispositivos auxiliares que encaucen el agua hacia dichas alcantarillas; estos pueden ser simples muros interceptores aguas abajo dentro de la sección de las cunetas de tal manera que produzcan un embalse y obligar al agua a entrar (Fig. III.6).

Cuando existen muchos árboles, ramas de árbol, basuras, etc., pueden taparse fácilmente. Para evitar esto se disponen los cajones de entrada, que los retienen depositándolos en el fondo y en forma semejante funcionan los pozos de visita con desarenadores.

a.6).- BORDILLOS.- Se construyen en los hombros de la corona para evitar que el agua escurra sobre los taludes, erosionandolos si son de material deleznable, encauzandola hacia lavaderos u obras de alivio.

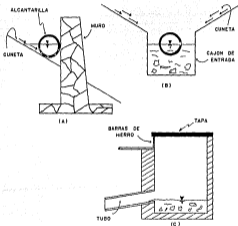


FIG III 6

Los bordes o bordillos solo se colocaran si el camino tiene pendiente longitudinal, pueden ser de concreto, asfáltico, concreto hidraulico, tabique, etc. (Fig. III.7).

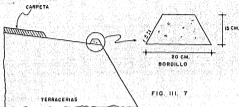


FIG. III, 7

a.7).- LAVADEROS.- Son los canales que se construyen sobre los taludes de los terraplenes para dar salida a una corriente evitando que se erosione dicho terraplen. Pueden ser de lamina, mamposteria, concreto, etc.

Un punto muy importante en la construcción de los lavaderos es darles suficiente estabilidad sobre el talud del terraplen llegando la corona de sus muretes al nivel de la superficie del talud.

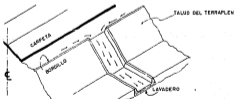


FIG. III, 8

b.1).- TUBOS.- Son alcantarillas de seccion interior circular y requieren siempre de un espesor de terraplen o colchon minimo de 0.60 m. para su mejor funcionamiento estructural.

El material de que estan contruidos pueden ser concreto reforzado, lamina ondulada y en ciertos casos puede convenir economicamente su construccion con mamposteria de 3a. y mortero de cemento aunque este ultimo caso esta en el grupo de las bovedas.

Este tipo de alcantarilla esta constituido por una parte central llamada canos y dos extremos, denominados "Muros de Cabeza". En caso de suprimir estos muros se debere alargar 1.5 veces el diametro fuera del talud del terraplen.

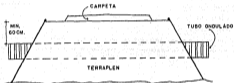


FIG. III 9

b.2).- LOSAS.- Las losas sobre estribos son de estructuras formadas por dos muros de mamposteria de 3a. con mortero de cemento 1.5, sobre los que se apoya una losa de concreto reforzado. Cuando la resistencia del terreno sea baja se usaran estribos mistos, con el muro de mamposteria y el cimiento de concreto.

El desmoldado de las losas se hara a los 21 dias (en caso de ser concreto con R.N.) mientras que la formacion del terraplen, el resaqueo del piso y la construccion de dentellones se hara posterior al colado de la losa, dejando al final la eliminacion del empuje hidrostatico en el resaque de los estribos, que se hara colocando en el resaque de cada estribo una capa de 30 cm. de espesor de material graduado. Esta capa debere dar salida al agua a traves de drenes inclinados, de tubo de barro (u otro material) de 19 cm. de diametro, colocados a cada 3 mts. en el cuerpo del muro en el contacto del

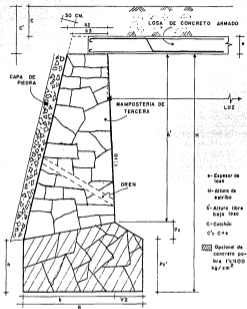


FIG. III. 10

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES

tubo con el material graduado deberá ponerse piedra quebrada para evitar el arrastre de dicho material.

b.3).- CAJONES.- Son estructuras de seccion rectangular de construccion excepcional ya que requiere cuidados especiales, al ser construidas todas sus partes (paredes, techo y pisos) con concreto reforzado, trabajan en conjunto como un marco rígido que absorbe el peso y el empuje del terrapien, la carga viva y la reaccion del terreno.

Tanto las losas como las muros son aberticos y de poco peso y el conjunto tiene una amplia superficie de sustentacion.

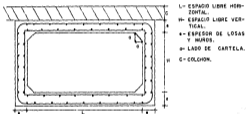


FIG. III. 11

b.4).- BOVEDAS.- Son estructuras cuya seccion transversal interior esta formada por tres partes principales: el piso, dos paredes verticales que son las caras interiores de los estribos y sobre estas un arco circular de medio punto o rebajado de seccion variable con minimo espesor en la clave.

En general las bovedas son construidas con mamposteria de 3a. y mortero cemento arena 1:5 para construir el arco se requiere de un soldo de madera que se aprovecha tambien para colar la clave a todo lo largo de la obra. La clave que cierra el arco es de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con juntas radiales y tiene un ancho minimo de 35 cm., las piedras del arco tendran hasta donde sea posible juntas radiales con cuatraces longitudinal y su mayor dimencion estara del lado de estrados.

El raspo del piso y los dentellones aguas arriba y abajo que protegen el suelo contra la erosión puede omitirse en terrenos rocosos.

El empuje hidrostático en los estribos se eliminara en la misma forma que para las losas.

b.5).- VADOS.- Son estructuras superficiales del camino en el cruce de un escurrimiento de agua efimera o permanente de tirante pequeño. Tienen frecuente aplicación cuando se tienen corrientes de regimen torrencial que permitan el paso de vehiculos la mayor parte del año y donde la interrupcion del transito sea cuando mas de 2 a 4 horas.

su configuracion debe acercarse lo mas posible a la del terreno natural para no alterar, sino en escala minima, el regimen hidraulico y para la proteccion del vado mismo, en consecuencia, la eleccion de este tipo de obra, en general, cuando se tiene cauces amplios y la rasante del camino es baja, se debiera tomar en cuenta en el proyecto que la losa o mamposteria, con la que se construya la superficie de rodamiento, debere apoyarse en una capa de material granular de 30 cm. de espesor y compactado debidamente.

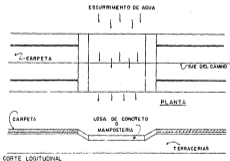


FIG. III. 12

b.6).- Puentes.- Como se menciono anteriormente el puente es considerado como una obra de drenaje transversal mayor y los materiales de que puede construirse son tan variados partiendo de la madera, concreto armado hasta llegar a los mas sofisticados como el acero y otros materiales.

El proyecto del puente se debe iniciar planteando las diversas soluciones que es viable usar en ese cruce, con el fin de obtener el costo de cada solucion en forma aproximada para elegir aquella que presente las mejores alternativas funcionales constructivas y economicas. Estos anteproyectos en general se desarrollan con base en las dimensiones que tengan otros puentes similares ya resueltos o bien ejecutando calculos preliminares aproximados; en ellos se deben cumplir todos los requisitos que influyen en el cruce, como es la operacion entre sus pilas, para permitir el libre paso de los cuerpos flotantes, o bien la circulacion de los vehiculos bajo o sobre la estructura si se trata de un paso a desnivel.

Una vez logrado el tipo de estructura mas conveniente se procede al proyecto estructural de sus elementos, considerando las cargas que actuaran en el puente, su impacto, el posible efecto del empuje del viento sobre la estructura y los esfuerzos que resulten de la aceleracion sismica.

Con base en estos datos se elaboraran los planos constructivos del puente o paso a desnivel.

II.- EL DRENAGE SUBTERRANEO:

Al caer el agua de lluvia una parte se evapora y otra ocurre sobre la corteza terrestre y la restante se infiltra a las capas interiores; sin embargo no toda el agua subteranea proviene de la lluvia sino que tambien hay agua entrampada como residuo de antiguos lagos y oceanos y tambien puede proceder de la condensacion de vapores arrojados por actividad volcanica.

El agua al fluir a traves de los vacios de los suelos o rocas muy impermeabilizadas, puede causar erusiones; este proceso se presenta en ocasiones al construir un camino en corte y si el flujo del agua no se controla, se pueden presentar problemas muy fuertes. Este flujo en taludces ocasionan fallas cochochidlog o tipo cross y en la cama de la obra se pueden tener inestabilidades en la capa de relleno.

Tambien se puede perder la cementacion o la cohesion aparente y ademas puede aumentar el peso de la masa y provocar su flujo.

a).- SUBDREÑES LONGITUDINALES DE ZANJA.- Este tipo de subdrenaje consisten en la apertura de una zanja al pie de los taludes de corte con profundidad mínima de 1.5 m. llegando en ocasiones hasta los 4 m. en el fondo sobre una plantilla de concreto sobre se coloca un tubo de concreto perforado por su parte interior y rellena con material filtrante, este sub-orden tiene como finalidad el bajar el nivel freático de la cara del camino y al menor catalaca disminuir la zona saturada del talud del corte (Fig. III.13).

El material filtrante más adecuado es la grava arena en grana con tamaño máximo de 2" y con 5% máximo de finos pasando la malla 200.

El fondo de la zanja tendrá la pendiente necesaria para que el agua captada sea conducida hacia una obra de drenaje transversal y se aleje del camino.

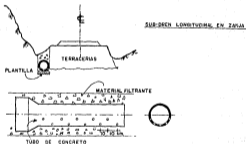


FIG. III 13

b).- SUBDREÑES TRANSVERSALES DE TALUD. Cuando existen fuertes filtraciones a través de los taludes de corte, además de los drenes longitudinales de zanja, conviene utilizar otro tipo de subdrenaje que impida este flujo y que evite daños mayores.

Con tal fin es usual utilizar los drenes transversales que consisten en la introducción de tubos de acero de 5 cm. de diámetro perforados lateralmente, a través de los taludes, con pendiente hacia el camino de 5' a 20' brevemente a la introducción, se hace una perforación de 10 cm. de

diámetro con equipo especializado. La longitud de estos tubos debe ser tal que cruce las posibles superficies de falla (Fig. III.14)

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO.

Por ser una zona recesa el lugar donde se ubica la Ciudad Universitaria se presenta difícil la aplicación de los sistemas de drenaje comunes como lo son los mencionados con anterioridad, esto trae como consecuencia, la aplicación de un drenaje especial en los caminos como lo es el pozo de absorción con boca de tormenta (Fig. III.15).

El proceso de construcción de este tipo de drenaje es el siguiente.

- 1.- Se perfora la roca hasta encontrar un punto permisible que en algunos casos llega hasta los 20 mts.
- 2.- Se introduce un adoso de tubo de acero de 12" de diámetro ranurado en su perímetro para dar paso al agua.
- 3.- Se rellena el contorno del tubo con grava de 1/2 a 3/4" a manera de filtro.
- 4.- Se coloca una rejilla metálica en la boca del tubo para impedir el paso de material extraño, esta rejilla tiene aberturas de 1 x 1".
- 5.- Se construye la caja receptora con boca de tormenta. Esta caja propiamente dicho, consiste en un registro de concreto formado por dos secciones con un vertedor divisorio. La primera, un arenera, esta destinada a recibir directamente el agua que proviene de la superficie de rodamiento y que generalmente arrastra basura, piedras pequeñas y materia orgánica, material que por gravedad caera al fondo de esta sección y el agua se irá acumulada una vez que llega al nivel del vertedor y lo rebasa para a la segunda cámara donde se filtrará por las capas de grava de 1/2 a 3/4" y de fragmentos de roca de 4" a 16" respectivamente para llegar a la entrada del adoso.

Este tipo de drenaje se aplica específicamente bajo el puente y en las zonas con pendiente ligera para difícil alejar el agua del camino por otro procedimiento. Bajo el puente la separación entre los pozos de absorción en ambos lados del camino fue de 10 m. y en los demás lugares a cada 30 m.

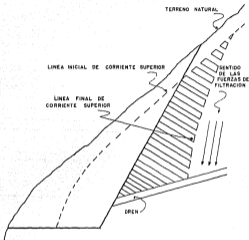
Para llevar a cabo esta perforación se utiliza una perforadora rotatoria "Speed Star, 55-15111" con capacidad de perforación

de 350 m. bomba de lodos G. Denver, 7 1/2 x 8", compresor de aire Lerer 750 PCH, montada sobre camion International.

En las zonas altas y donde el terreno lo permite se instalaron pozos de visita con desarenadores con salida de tubo de concreto de 12" de diametro y ligado a este tubo un lavadero de concreto que desemboca finalmente en el terreno natural (Fig. III.16), estos pozos se ubicaron con una separacion de 30 m. en ambos lados del camino.

Para restar la presion hidraulica que los rellenos ejercen sobre los estribos, se colocaron drenes transversales formados por tubo de acero de 12" de diametro con ranuras en la parte inferior y este dren desfoga 1 m. mas alla del ancho del puente.

Por necesidades propias del camino fue necesario rellenar determinadas secciones y para contener estos rellenos se construyeron muros de contencion a base de mamposteria de piedra brasa, los cuales estarian sujetos a una fuerte presion hidraulica de no ser porque se colocaron subdrenes transversales de talud, consistentes en tubos de concreto de 4" de diametro colocados en forma transversal en los muros y espaciados aproximadamente a cada 3 m. en sentido horizontal y a cada 1.5 m. verticalmente.

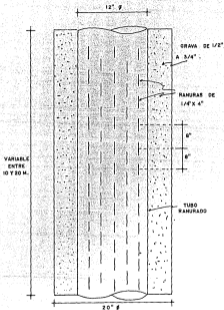


CONDICION DE FLUJO DE LA LADERA DES-
PUES DE EFECTUADO EL CORTE Y CO-
LOCADO EL SUBDREN TRANSVERSAL DE PE-
NETRACION.

FIG. III. 14.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES



DISEÑO DE ADENE PARA POZO DE ABSORCIÓN

FIG. III 15

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES

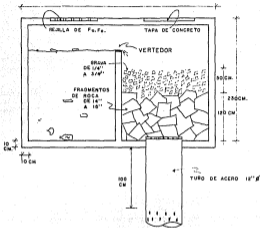
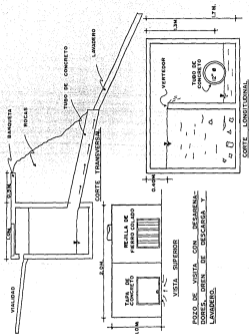


FIG. III. 15

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES



POZO DE VISITA CON DESBARRA-
DORES, DREN DE DESCARGA Y
LAVADERO.

FIG. III. 16

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES

IV. VIALIDADES

VIALIDADES

Se le conoce como vialidad al conjunto de caminos, brechas, calles, andadores, los cuales ofrecen servicios a la comunidad. Los primeros pavimentos que fueron conocidos son los del Imperio Romano en Europa y los Imperios Maya e Inca en America, los cuales utilizaron grandes bloques rectos, los Romanos con buen acomodo, directamente apoyados en el terreno natural. Los Incas y Mayas construyeron sus caminos apilando bloques de piedra con morteros naturales y afinando la superficie de rodaje.

Con el paso del tiempo y con el uso del vehiculo se han utilizado variaciones de estos primeros pavimentos teniendo como ejemplo: cespadrados, adoquinados, de tratamiento superficial (asfalto y grava), concreto hidraulico y concreto asfaltico.

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de materiales apropiados, comprendida (s) entre el nivel superior de las terracerias y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las proporcionadas para la superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la accion del tramite.

Los pavimentos se dividen en rigidos y flexibles. Sin embargo la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es facil de definir tan adecuadamente como para permitir una diferencia precisa entre uno y otro tipo de pavimento.

Los pavimentos se diferencian y definen en terminos de los materiales de que estan constituidos y como se estructuran esos materiales y no por la forma en como distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidas por los vehiculos en las capas inferiores.

Un pavimento rigido es aquel cuyo elemento fundamental resistente es una losa de concreto hidraulico; en cualquier otro caso, el pavimento se considera flexible.

La capa que recubre las terracerias, debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Ser estable ante los agentes del intemperismo
- 2.- Ser resistente a la accion de las cargas impuestas por el tramite.
- 3.- Tener textura adecuada al rodamiento.

4.- Ser durabla.

5.- Tener condiciones adecuadas en lo referente a permeabilidad.

6.- Ser económica.

Ver figura IV.1

En este capítulo hablaremos del cuerpo del pavimento que está constituido de la siguiente manera:

- a) Pedraplen
- b) Capa de transición
- c) Subrasante
- d) Base hidráulica
- e) Pavimentos flexibles
- f) Pavimentos rígidos

Ver figura IV.2

a) PEDRAPLEN

Debido a las condiciones topográficas de la zona en construcción, fue necesario considerar los casos y soluciones que a continuación se mencionan:

1.- Cuando el desplante de la estructura del pavimento se localizo en zonas de depresiones fue necesario construir un pedraplen y una capa de transición para apoyar dicha estructura, en caso de que la zona por llenar fuera menor o igual a 50 cm. se colocó únicamente la capa de transición del espesor necesario.

2.- Para el caso en que la superficie de la roca se encontrara por arriba del desplante de la estructura del pavimento se procedió a demoler la masa de la roca hasta alcanzar el nivel inferior de la capa sub-rasante y apoyarla directamente sobre la nueva superficie recesa (Fig. IV.3).

El material que se empleó para el pedraplen fue producto de la explotación de la roca basáltica existente en la zona, se utilizó debido al abastecimiento de costos y por sus características geológicas y mayor resistencia a la compresión.

CONSTRUCCION DE PEDRAPLEN

Después de haber realizado una quema de todo el material vegetal que se encuentre en el área de visibilidad, más una franja adicional de 5 mts. de ancho a cada lado, se retiraron los residuos producto de la quema y de acuerdo con el plano de

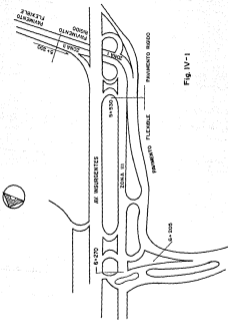
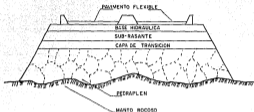


Fig. IV-1

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: VIALIDADES

Fig. IV-2



U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

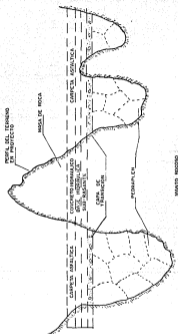


Fig. IV-3

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

perfiles de las vialidades, se procedió a demoler y rellenas cuerdadas, cavernas y figuras existentes en el manto rocoso.

Una vez realizada la quema de la zona y retiro de los residuos se procedió a la construcción del pedraplen. De acuerdo a los perfiles y secciones de las vialidades se realizó el trazo con un tránsito topográfico para la vialidad.

Donde se tenía espesor tal que permitiera alcanzar en los puntos mas deprimidos 40 cms. abajo de la rasante de proyecto. Se procedía a colocarse a volteo en capas horizontales fragmentos de piedra cuyo tamaño máximo era de 50 cms., e la mitad del espesor del pedraplen según la configuración del terreno. De acuerdo a la topografía del terreno se tuvo estas depresiones en la zona III, tanto en el trazo de elevación del Km. 6 + 205 al 5 + 530 del lado poniente. En el carril de lado oriente de esta misma zona se utilizó la roca demolida en el carril del lado poniente y se fueron formando pedraplenes hasta tener el nivel necesario del Km. 6 + 270 al 5 + 530 del Km. 5 + 530 al 5 + 500, se tenían depresiones y se fue construyendo el pedraplen caso fuera necesario.

El procedimiento de construcción fue el siguiente. En el carril del lado poniente se procedió a la demolición de la roca, se fue atacando de acuerdo a como se presentara la configuración del terreno, formando pedraplenes en las zonas de depresiones.

Esto lo realizaba un tractor de oruga o bulldozer, de 20 tons., el material sobrante de esta demolición era transportado por pal-haulera los cuales cargaban tractores con cargadores frontales, para el carril de lado oriente y se colocaban a volteos en dicho carril.

Después de haber sido colocada la roca a volteos y colocada dicha roca en la zona de depresiones en ambos carriles se procedía a compactar dicho material con el tractor de orugas de 20 tons., y se le dio la compactación haciéndolo pasar las veces necesarias para que los niveles de referencia fueran los adecuados.

En los casos en que la altura del pedraplen fuera menor e igual a 1 m. Los taludes del mismo se realizaron con una inclinación máxima de 1:1 y si la altura era mayor de 1 m. la inclinación del talud fue de 1:5:1 (horizontal-vertical Fig. IV.4).

El material sobrante se retiraba hacia los costados de la vialidad en la zona donde no se requería, en este caso el carril del lado poniente; el mismo tractor realizaba el movimiento.

b) CAPA DE TRANSICION

Es una capa de material para darle forma al pedraplen en su cara superior, con este material se procedió a afinar la

DESPLANTE DE LA ESTRUCTURA POR
ENCIMA DEL TERRENO NATURAL

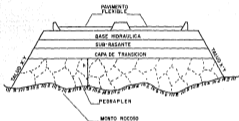


Fig. IV-4

h = altura promedio
del pedregajo

Si h = 100m K_T=11
Si h = 150m K_T=15:1

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

vialidad para poder recibir las siguientes capas del pavimento.

Para esto se utilizo la rezaga del cercamiento el cual se encontraba en la zona de demolición. Este material debería de tener como tamaño maximo de agregado 7.5 cms. para rellenar las cavidades propias del pedraplen.

Se procedio al acarreo de este material de la zona III carril pendiente al carril oriente por medio de camiones de volteo y se procedio a tenderlo y nivelarlo con una motoconformadora, en capas de espesor variable entre 0.00 y 15.00 cms.

Fue tambien necesario darle un mejoramiento con tepetate cuando la rezaga presentaba mucho material rocoso y el material fino era polvo. Se procedia a vaciar el tepetate, luego la motoconformadora los mezclaba para poder tenderlo.

Despues de tendido se procedia a compactarlo con un rodillo liso-vibratorio hasta alcanzar su grado de compactacion necesario.

Esto se realizo en la zona III del cadensamiento 6 + 270 al 6 + 500 del carril oriente. Del carril pendiente se hizo la misma operacion donde existieran depresiones.

c) SUB-RASANTE

Es una capa de material que se encuentra entre el material de base y la capa de transicion o en su defecto la roca misma.

De acuerdo al proyecto del pavimento se llego a la conclusion que el material a utilizar seria un tepetate (arena limosa), al cual se le realizaron pruebas de laboratorio. Se tomaron pruebas de compactacion en el campo dando los siguientes resultados:

- Peso volumetrico maximo	1,360.00 Kg/m ³
- Porcentaje de humedad optima	32.0 %
- Grado de compactacion de P.V.&M.	95.0 %

Esta capa fue de un espesor de 15 cm. y se coloco en una sola EPSB.

La tolerancia en niveles fue de \pm 2 cms, debiendo tener los pendientes transversales de proyecto.

Dichas pendientes se dieron desde esta capa con el proposito de que los espesores de las capas del pavimento fueran homogeneas.

Esta obra fue atacada en dos frentes en la zona II y zona III.

En la zona II como el nivel de la sub-rasante queda en la roca, se procedio a formar viajes de el material de tepetate

acostillados después de calcular el volumen necesario para el espesor requerido.

Se procedió a tenderlo con la motoconformadora hasta alcanzar el nivel necesario, se realizó el tendido teniendo el material una humedad lo más cercana a su humedad óptima.

Se colocaron unas masetas las cuales significaban el nivel de terminación de dicho material.

Se procedió a compactar el terreno por medio de un duo-factor y un rodillo liso dándole tantas pasadas sobre el terreno como fuera necesario para que este adquiriera la compactación de proyecto.

En zona III, después de tener la capa de transición se procedió a tender la sub-rasante con la motoconformadora en los tramos por realizar, se dieron los niveles necesarios y se siguió con el mismo procedimiento anteriormente descrito.

En ambas zonas se tendió el material y cuando este se lograba su humedad óptima se regaba por medio de una pipa, como ya existía la capa de transición se inició la construcción de las guarniciones tanto de los dos sentidos de vialidad así como los del camellón. En la zona I se realizó después de haber construido el nivel del cruce con Av. Insurgentes.

d) BASE HIDRAULICA

Es una capa de material que transmite a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el tránsito.

Debe en muchos casos drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por los acostillados del pavimento así como impedir la ascención capilar.

Es la capa de materiales seleccionados (grava cementada controlada) que se construye sobre la sub-base (o sub-rasante cuando la calidad de esta es igual a la de la sub-base) y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las capas inferiores del pavimento distribuyendolas de tal forma que no produzca deformaciones perjudiciales a estos.

Después de haber concluido la sub-rasante a completa satisfacción de la supervisión se procedió al tendido de la capa de la base de 15 cm. de espesor.

El procedimiento de construcción para el tendido de la base hidráulica, se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones.

d.1) La compactación se considerara satisfactoria cuando el material alcance un grado mínimo de 98% de su espesor volumétrico seco máximo, verificando mediante pruebas de

laboratorio, las cuales se efectuaran hasta que no se marquen las huellas de las ruedas.

d.2) La superficie debiera quedar perfectamente afinada, con textura uniforme sin ondulaciones y estara de acuerdo con las pendientes longitudinales y transversales que fija el proyecto, tampoco deberan existir bochas.

d.3) Se recomienda que al terminar la compactacion en la base y cuando esta se encuentre seca superficialmente, se aplique el riego de impregnacion con objeto de evitar desintegracion a causa del transito o de las lluvias, no se debiera de conservar esta superficie a base de riegos de agua o compactacion, ya que se originan encarpetamientos y texturas cerradas que impedian la correcta penetracion del riego de impregnacion.

De acuerdo a las pruebas de laboratorio que realice a las muestras del material procedente del banco de suministro se tomaron para pruebas de compactacion en el campo los siguientes resultados:

- Peso volumetrico seco maximo	1.617,00 Kg/m ³
- Porcentaje de humedad optima	12,0 %
- Grado de compactacion del P.V.S.M.	100,0 % ± 2

Este material se procedio a tenderlo en una capa de 15 cms. de espesor, se atomillono y cuando se tuvo el total del material necesario, se procedio a mezclarlo perfectamente con la motoconformadora hasta uniformizar la humedad que debiera ser la mas proxima a optima. Muchas veces cuando el material estaba atomillonado y se tenia el dia muy soleado se procedia a darle un riego de agua con la manguera de la pipa.

Una vez alcanzada dicha humedad se procedio al tendido de la base y al compactado de la capa por medio de planchas de rodillos lisos de 10 a 12 tons. o duo-factor, se efectuaba de la orilla hacia el centro; como se tenia la guarnicion y las camellones, se tomé en este caso la orilla de la guarnicion derecha y se compacto hacia el centro en fajas longitudinales.

Se tuvieron tranchas de 10 cms., en algunos tramos no se tuvo la compactacion y la humedad necesaria por lo tanto se procedio a darle mas compactacion y mas humedad por medio de una pipa de agua.

El tendido de este material se realizo primero en las zonas II y III hasta llegar a la zona I.

Como la viajidad comprendia dos circulaciones, se procedio primero a atacar una circulacion para permitir que por la otra

estuvieran circulando los vehiculos de carga así como la maquinaria y equipo.

En la zona III se tendió primero en la circulación del lado oriente dejando libre el otro sentido.

En la zona II se tendió primero el lado Sur.

En la zona I fue la del lado oriente.

e) PAVIMENTOS FLEXIBLES

El asfalto es el ingrediente esencial de casi todos los pavimentos flexibles. Es un solido amorfo negro que es duro y hasta fragil en la ocasion en que esta frio. Cuando se calienta, se ablanda gradualmente y luego se licua y no tiene punto de fusion definido.

RIEGO DE IMPREGNACION Y LIGA:

Inmediatamente despues de haber construido la base, se procedio a aplicar el riego de impregnacion.

El riego de impregnacion es un asfalto disuelto de fraguado medio (F.M.) cuyo solvente es el hexano, en este caso se utilizo el riego de impregnacion F.M. 0 y se coloco a una temperatura aproximada a los 60 C. usando esparcideros mecanicos acoplados a la petrolizadora.

Este riego sirve para fijar e impermeabilizar la base, adicionalmente sirve como elemento de transicion, el material asfaltado se penetra hasta un centimetro en el material debajo.

Su proporcion fue de 1.00 Lts./m², se cubrio con una capa protectora de arena fina (Poreo) a razon de 4.00 lts/m² en un tiempo de 3 hrs. minimo antes de abrir el transito.

RIEGO DE LIGA:

Este riego se aplica antes de colocar el concreto asfaltico, previo al barrido de la arena, al igual que el riego de impregnacion, el riego de liga tambien es un asfalto rebajado de fraguado rapido cuyo solvente es gasolina (NAFTA) y su proporcion fue de 0.5 Lts./m².

Este riego sirve para evitar movimientos y fijar la carreta a la base durante el proceso de compactacion del concreto asfaltico. Este riego se da con anticipacion al tendido de la mezcla con el fin de que esta adquiera la viscosidad adecuada al perder durante su transportacion parte del solvente.

El riego de impregnacion utilizado fue generalmente el F.M.3 y su colocacion fue por medio de una petrolizadora mecanica.

CARPETA ASFALTICA:

La carpeta asfaltica es la parte superior de la estructura del pavimento.

Esta constituido por un material petreo bien graduado y cemento asfaltico como ligante.

Para este caso, la mezcla se elaboro en plantas; para esto, el material petreo se calento a la temperatura aproximada de 145 C y el asfalto entre 110 C y 130 C, se dosifico y mezcla.

Las mezclas terminadas se transportaron en camiones; se tendio a una temperatura superior a 90 C. No debe iniciarse la compactacion a temperaturas inferiores a 80 C; si se quiere que la compactacion sea efectiva.

PROCESO CONSTRUCTIVO:

La pavimentacion a base de concreto asfaltico primeramente se realizo la parte pendiente en el tramo comprendido entre los Kms. 5 + 530 y 6 + 205, Figura IV.1.

La capa de rodamiento tiene un espesor de 10 cms. y se realizo por medio de una maquina pavimentadora, esta maquina basicamente consta de un tractor de orugas o ruedas que llevan un tolva receptora y una unidad conformadora que da forma, alisa y en parte compacta la mezcla para la pavimentacion; el tractor tiene brazos empujadores con rodillos en los extremos con los que puede empujar un camion por sus neumaticos, cuando se arrima en reversa contra la tolva para descargar en ella.

La pavimentadora va dejando una faja de concreto asfaltico, la cual debere tener una superficie pareja y compacta con bordos uniformes.

El concreto asfaltico, inmediatamente detras de la maquina pavimentadora, se encuentra demasiado caliente para compactarse.

Generalmente para estimar que este listo para su compactacion esta en funcion de la distancia que debe ir detras de la pavimentadora y no en minutos. La compactacion se hizo en dos etapas, en la inicial se utilizaron aplanadoras de tres ruedas, cuidando de que los rodillos de traccion quedaran de frente hacia la pavimentadora. Esto se hizo debido a que el rodillo direccional solo da vueltas por el rozamiento con el concreto asfaltico, tiende a empujarlo hacia adelante mas que los rodillos propulsores que tienden a trepar sobre el cuando se trabajaba en contrapendiente que es el sentido norte sur los rodillos propulsores quedaron del lado de la bajada.

A la vez que se realizaba esta etapa de compactacion, en el lado oriente en el tramo comprendido entre los Km. 5 + 530 y 6 + 270, se procedio a realizar el riego de impregnacion a la vez que en el tramo 5 + 300 al 5 + 530 Kms., se construyo la

carpeta de concreto hidráulico y se construya la carpeta asfáltica en la zona III y zona I. Debido a que la anchura de la pavimentadora no tiene la capacidad de cubrir el ancho del camino, en la línea de uniones habrá una junta longitudinal central, la primera pasada de la aplanadora se da en esta junta.

El borde de la aplanadora se apoya en una tira angosta del pavimento terminado y se traslapa con el material fresco; si se nota que se escurre a cualquiera de los lados o hacia adelante de los rodillos se debe dejar enfriar; esto mismo se debe de hacer si se forman grietas en los bordes de la aplanadora o que detrás aparezcan ampollas.

Si se deja enfriar mucho la mezcla se endurece y es difícil de conformar y no se obtiene una completa compactación.

La aplanadora no debe dejarse nunca parada en la carpeta que aun este completamente compactada y fría porque se hundiría y crearía un hueco.

El número de pasadas de la compactación inicial varía pero puede bastar con dos de estas en toda la superficie de la carpeta.

El acabado se realiza con una aplanadora tandem, se hace pasar hasta que se eliminen todas las marcas.

La tolerancia para la irregularidades de la carpeta es de 1/8" en 30.00 m.

f) PAVIMENTO RIGIDO

Los pavimentos rígidos son aquellos cuya capa de rodamiento esta constituida por losas de concreto hidráulico, apoyadas sobre una base de tipo granular.

El elemento fundamental del pavimento lo constituyen las losas de concreto hidráulico, las cuales tienen como finalidad proporcionar al tránsito una capa rígida estable, resistente al desgaste e intemperismo. Prácticamente impermeable de superficie uniforme y de textura adecuada al rodamiento.

Existen dos tipos de pavimentos de concreto hidráulico.

Reforzado y sin refuerzo, en nuestro caso únicamente se hará referencia al último.

A) CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO Y MATERIALES QUE INTERVIENEN EN SU ELABORACION.

1.- Concreto Hidráulico

Uno de los aspectos básicos de la construcción de los pavimentos rígidos es la elaboración del concreto, la cual se hará de preferencia en planta procesadora.

El concreto por emplearse deberá sujetarse a las especificaciones verificadas por el laboratorio.

Resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días:
300 Kg/cm².

Resistencia mínima a la flexión a la edad de 28 días:
30 Kg/cm².

Revenimiento para del 10 a 15 cms.

2.- Agua

El agua que se emplee para el mezclado no deberá contener cantidades perjudiciales de gas carbonico libre, limo, material organico, alcalis, aceites y sales. Generalmente bastara con que el agua sea potable para poder emplearse.

3.- Cemento

Se empleara cemento tipo I de resistencia normal, para condiciones generales y tipo III de resistencia rapida cuando se desee adquirir la resistencia a cortas edades.

4.- Arena

La arena que se use en la elaboracion del concreto deberá rendir los objetivos que fije el laboratorio de control de calidad.

5.- Grava

El agregado grueso deberá consistir de grava natural o piedra triturada y cumplira los requisitos que fije el laboratorio de control de calidad.

6.- Adicionantes

Los adicionantes son sustancias que se le añaden al concreto en cantidades adecuadas para mejorar ciertas propiedades y obtener un concreto de mejor calidad. Esto no quiere decir que los adicionantes suplan las deficiencias de los mezclas, ya que generalmente en pavimentos de concreto cuando se emplean materiales de buena calidad y máse de obra adecuadas, muy de buena calidad se obtiene y pocas veces es necesario usarlos.

De acuerdo con las condiciones especiales de cada obra y cuando el laboratorio de control de calidad lo juzguen conveniente se autorizara por escrito el uso de algun adicionante recomendado, los cuales pueden ser:

6.a) Acelerantes

Se emplean con el objeto de que se produzca con mayor rapidez el fraguado del cemento y el concreto alcance un porcentaje considerable de su resistencia a cortas edades.

6.b) Retardantes

Estos aditivos se emplean cuando se requiere un tiempo mayor para la colocación del concreto con objeto de retardar el tiempo de fraguado del concreto, no es muy recomendable el uso de estos aditivos debido a que afectan la resistencia del concreto.

6.c) Inclusiones de aire

Para mejorar la trabajabilidad del concreto sin que se vea afectada su resistencia, se emplea un agente incluser de aire, cuyas cualidades y eficiencias hayan sido investigadas por el laboratorio de control de calidad, el volumen de aire que se incluya deberá estar comprendido entre 2.5 y 4.5%.

B) PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Donde se utilizo pavimento rígido fue del Km. 5 + 500 al 5 + 197 y en zonas de retorno del lado poniente (Ver Fig. IV.1), una vez que haya penetrado totalmente el riego de impregnación se colocara dicha losa de concreto.

Las dimensiones de la losa seran variables de acuerdo a las secciones del camino y las zonas de transición de este.

Dichas losas deberan de construirse en tableros continuos longitudinales.

Para nuestro caso en estudio tomaremos unas dimensiones promedio de 2.74 m. de ancho por 5.0 m. de longitud y con un espesor de 20 cms.

b.1) Cimbra

El concreto se vaciara entre moldes metalicos o indeformables que no sufran variaciones en sus alineamientos y niveles fijados firmemente a la base.

Antes del vaciado se engrasan las superficies que entran en contacto con el concreto, los moldes no se aflojaran ni se removeran antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente para soportar sin deterioro la maniobra respectiva, siendo este lapso de 24 horas minimo.

b.2) Juntas

Las juntas constituyen puntos debiles para producir fallas en los pavimentos. Deben de ser impermeables ya que en caso contrario puede penetrar el agua a la base y sub-base originando socavaciones y reduccion del soporte. Debido a lo anterior la construccion de las juntas debe hacerse con desahogada precaucion.

Segun la posicion que tengan las juntas con respecto al eje de la via puede ser: longitudinales y transversales. Las juntas que se utilizaran son del siguiente tipo:

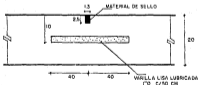
1.- Juntas transversales que seran juntas de construccion y expansion las que iran en forma alternada.

a) Juntas de Construccion

Tienen por objeto controlar los esfuerzos originados por la contraccion de las losas. tambien permiten cierto movimiento angular, con lo cual ayuda a disminuir los efectos originados por el dilatacion. Estas juntas consistiran de varillas lisas de 1" colocadas a cada 50 cms., deberan energizarse en la mitad de su longitud para permitir movimiento, esta junta tendra una ranura de 13 mm. de ancho como minimo por 2.5. cm. de profundidad, las cuales se haran por medio de cortadoras especiales de abrasivo o diamante industrial.

Las ranuras se limpiaran perfectamente y se rellenaran con un material elastico resistente al efecto de los solventes, al calor, a los motores y al intemperismo.

Fig. IV-5



COTSA - CM

Debe ser adherente a las paredes y permitir dilataciones y contracciones sin agrietarse las juntas irán espaciadas de 5.00 a 6.00 mts., y el tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte sera de 48 a 72 hrs., Ver figura IV.5.

b) Junta Transversal de Expansion

Estas juntas permiten que el pavimento pueda moverse al dilatarse las losas, estas juntas pueden eliminarse siempre que se reunan las siguientes condiciones: que los materiales empleados en la construcción no tengan propiedades expansivas, que la construcción del pavimento se realice en épocas del año con temperaturas templadas y que la separación de las misas de contracción sean suficientes para prevenir grietas intermedias.

Las juntas consistiran de varillas pasajuntas lisas para transmitir la carga de una losa a otra, en uno de los extremos se colocara el castillo de expansion. Las dimensiones de las pasajuntas sera de 80 cms. de longitud y de 1" Ø colocada a cada 50 cms. deberan recubrirse con grasa en la mitad correspondiente al castillo de la siguiente losa, para evitar que se adhiera al concreto.

Debera tener un material comprensible de 2.0 cm. de espesor, (asfalto No. 8), para evitar que penetren substancias extrañas y a la vez observar los movimientos de las losas, y debiendose colocar a partir de la capa superior de la base hacia arriba de la losa, hasta 2.5 cms. por abajo del lecho superior de esta; la porcion superior de la ranura de la junta debera rellenarse con sellador y para juntas de expansion horizontal se utilizara material plastico. Ver figura IV.6.

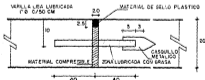


Fig. IV - 6

2) Juntas de Construcción, estas pueden ser de dos tipos:

a) Longitudinales: Dependiendo del número de carriles de circulación, el pavimento se dividirá longitudinalmente en fajas de ancho variable entre 2.50 y 3.50 mts. de acuerdo con el proyecto, entre estas fajas existirán juntas longitudinales de construcción machihembradas.

b) Transversales: Se hará una junta transversal plana o machihembrada al terminar el trabajo diario o por interrupción.

c) Imprevista: Estas juntas irán espaciadas a una distancia múltiple de 6.0 mts. a partir del punto de iniciación del vaciado que deberá ser la junta transversal de construcción anterior.

Las juntas que se utilizaron en nuestro caso fueron del tipo machihembrado del cual se ilustra en la figura IV.7.

Al retirar los moldes y en cuanto a la superficie estaba lo suficientemente seca, se procedió a pintarla con cemento asfáltico No. 2 u 8 hasta lograr un espesor uniforme de 3 mm.

Antes de proceder al vaciado de la losa siguiente.

Las dimensiones de las pasajuntas son de 80 cms. de longitud y de 1" o 0 colocada a cada 75 cms., su nivel corresponde a la mitad del espesor de la losa. Ver figura IV.7.

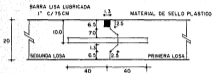
c) COLOCACION Y VIADO DEL CONCRETO

De acuerdo a la figura anterior de ubicación de juntas y losas de concreto, se colaron primero las losas (A), después la losa (C) y por último la losa (B), el procedimiento es para facilitar la maniobra del colado de dichas losas.

Se colaron primero los retornos de acuerdo a la figura IV.11: el primer retorno que se coló fue el lado norte hasta el paramento o entronque con el carril de circulación oriente-poniente, después se procedió al colado del retorno lado sur, hasta el paramento o entronque con el carril de circulación poniente-oriente.

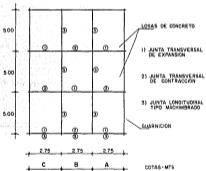
Después se procedió siguiendo el mismo mecanismo de colados de losas, sobre el carril de circulación oriente-poniente del kilómetro 5 + 500 al kilómetro 5 + 347.64 (bajo el puente de la Av. Inca Garcilaso).

Fig. IV-7



COTAS-CMG

CROQUIS DE LOCALIZACION DE JUNTAS



U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

Terminado de colar se procedió al siguiente carril de circulación poniente-oriente, este dio inicio en el mismo kilometraje y terminó igual que el anterior carril.

Después de llegar bajo el puente se procedió a ligar ambos carriles hasta el kilometro 5 + 197 en el cual el pavimento es flexible antes de colocar el concreto, se verificaron las elevaciones de la cimbra metálica, de acuerdo a los niveles requeridos tanto longitudinalmente como transversales, se verificó el engrase de las superficies que entraron en contacto con el concreto.

El concreto que se utilizó para todo el colado de las losas fue premezclado y acarreado directamente por camiones premezcladores de la planta, el concreto lo vaciaron directamente sobre el punto de colocación o inicio de la losa para prevenir su segregación.

Recomendaciones que se requirieron para el colado:

La altura de caída del concreto no debora ser mayor de 50 cm., el concreto en el momento de colocarse tendrá la consistencia especificada por el revoimiento del proyecto.

La revoltura se distribuirá uniformemente sobre la superficie preparada y se compactará mediante vibrado de inserción.

Durante el transcurso del colado de las losas se irán colocando las diferentes juntas tanto de expansión como de contracción, dejando las barras lisas de 1".

Cuando se haya terminado de realizar el colado del tramo cimbrado se dejara una junta de tipo machihembrado transversalmente, para después de que continúe con el siguiente colado de las losas, se achiera una a otra.

d) ACABADO DEL PAVIMENTO.

Una vez conformada la superficie mediante el vibrador superficial, se aplana con llana de madera de mango largo, después se afina con banda de lana y hule aproximadamente de 20 cm. de ancho, colocada perpendicularmente al eje de la vía, con el objeto de eliminar prominencias y depresiones, hasta dejarla uniforme pero con textura ligeramente asperea.

No se permitieron crestas ni depresiones mayores de 4 mm., medidas con una regla paralela al eje de la vía.

El acabado de las losas consistió en un cepillado con cepillo de alambre con el objeto de lograr una superficie antiderrapante sobre toda parte que retorna que son curvas muy cerradas; se trata que con esto el conductor tenga seguridad.

Los bordes de las aristas de las juntas se redondearon por medio de un volteador que se pasa sobre el concreto fresco inmediatamente despues de terminado el afinado de la superficie.

e) CURADO DEL CONCRETO.

El curado tiene por objeto evitar la deshidratacion del mismo para que este frague y endurezca en condiciones satisfactorias y debe darsale especial atencion por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad de este.

El curado que se utilizo en la obra fue un riego de agua constante para conservar eficientemente humeda toda la superficie, esto se realizo en todas las horas durante los 7 dias posteriores al colado.

f) PROTECCION DE LAS LOSAS DE CONCRETO.

El pavimento de concreto hidraulico terminado se protegio con barreras al transito de vehiculos o personas por un tiempo de 14 dias.

RECOMENDACIONES QUE SE LLEVARON A CABO DURANTE LA REALIZACION DE ESTA OBRA DE CONCRETO.

1.- El pavimento acabado se protegio contra los posibles danos debido a las operaciones de construccion y de transito.

2.- Se permitieron operaciones de equipo sobre los carriles e losas ya colados, debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- Las cargas de los vehiculos no deben exceder de la carga de eje disenada.

- En ningun caso se permitira el paso de los camiones seccionadores sobre carriles recién pavimentados, hasta que el pavimento se haya curado al menos durante cuatro dias y siempre que el concreto haya alcanzado una resistencia a la compresion del 70% a lo especificado.

- Las juntas transversales y longitudinales deben sellarse e protegerse de alguna manera antes de permitir el transito de construccion.

- Los pavimentos sobre los cuales transite equipo de construccion deben mantenerse limpios, y debe retirarse todo desperdicio o salpicadura de concreto u otros materiales inmediatamente despues de su ocurrencia.

- El transito sobre el pavimento debe cerrarse mediante la erccion y conservacion de barricadas y senales, hasta que el concreto tenga por lo menos 14 dias de edad, o por mas tiempo si es necesario para que alcance la resistencia adecuada.

V. P U E N T E

P U E N T E

a) ACERO DE REFUERZO

1.- DEFINICION Y ALCANCE

Las especificaciones de calidad que se estipulan estan comprendidas en el reglamento de construcciones para el Distrito Federal, y consideran los metodos de ensaye aprobados por la Direccion General de Normas (D.G.N.), la American Society Testing of Materials (A.S.T.M.) y la American Welding Society (A.W.S.).

Con objeto de llevar a cabo un adecuado control de calidad del acero de refuerzo y preesfuerzo, es necesario que un laboratorio autorizado por la direccion de la obra efectue las pruebas de control correspondientes; el proposito de la inspeccion y ensaye del acero, es verificar que se satisfagan las especificaciones y tolerancias contempladas en el proyecto estructural.

2.- COLOCACION

Las varillas de refuerzo seran inspeccionadas en la obra verificando que se localicen conforme a los planos, midiendo la separacion entre una y otra, su diametro, longitud, traslapes y cantidad de acero colocado. La superficie de las varillas deberan estar libres de polvo, cemento, escamas de oxido, tierra, grasa o cualquier otro material objetable a juicio de la Direccion de la Obra y se deberan mantener estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

No se permitira la iniciacion de un colado sin que la Direccion de la Obra haya dado su visto bueno respecto del acero en su colocacion y limpieza del mismo.

3.- CONTROL DE CALIDAD

El acero de refuerzo que se empleara en la construccion de las trabes postensadas asi como en los estribos, debera cumplir tanto con las especificaciones de diseno, como con las especificaciones de fabricacion y normas de calidad citadas.

Para determinar las propiedades y caracteristicas del acero de refuerzo se empleo la Norma Oficial Mexicana NOM 8-8-1980 (Pruebas en varilla de acero para refuerzo) para varillas de

acero corrugadas y lisas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.

b) ACERO DE PREESFUERZO

1.- ALAMBRE PARA CONCRETO PREESFORZADO

El alambre debe cumplir con los requisitos indicados en las tablas siguientes:

REQUISITOS DE TENSION

DIAMETRO EN MM.	LIMITE DE FLUENCIA MINIMA EN KG/CM ²	RESISTENCIA A LA TENSION MIN. KG/MM ²
2.00	176	220
5.00	140	175
7.00	132	145

REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

DIAMETRO EN MM.	ALARGAMIENTO MIN. DESPUES DE LA RUPTURA EN %	LONGITUD CALIBRADA DEL ESPECIMEN PARA ESTA PRUEBA EN MM.
2.00	4.00	20
5.00	3.50	100
7.00	3.50	250

REQUISITOS DE DOBLADO

El alambre debe resistir sin agrietarse ni romperse, dos pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre sí, cada prueba consiste de 5 dobleces alternados a 90°.

2.- TORON PARA CONCRETO PREESFORZADO

Existen dos tipos basicos de toron para preesfuerzo con 7 o 19 alambres, su eleccion depende principalmente del grado de flexibilidad y resistencia requeridos, el mas popular es el de 7 alambres el cual es el mas facil de fabricar.

CARGA DE RUPTURA

Los torones terminados relevados de esfuerzo, deben cumplir con los requisitos de resistencia a la ruptura indicados en la siguiente tabla:

REQUISITOS DE RESISTENCIA

TAMANO NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL DEL TORON EN MM.	RESISTENCIA A LA RUPTURA DEL TORON MIN. EN KG. GRADO 270	AREA NOMINAL DE ACERO DEL TORON EN MM.	PESO APROX. DEL TORON KG/M.
3/8	9.5	10,430	54.84	0.432
7/16	11.1	14,060	74.19	0.580
1/2	12.7	18,731	98.71	0.774

RESISTENCIA DE FLUENCIA

La carga minima en el limite de fluencia para todos los torones determinada por el metodo de deformacion especificada bajo carga y considerando una deformacion del 1.0%, no debe ser menor del 85% de la resistencia de ruptura minima especificada en la tabla anterior.

La deformacion unitaria bajo carga debe determinarse con un extensometro calibrado cuya sensibilidad no sea menor de 0.0001. La carga inicial indicada en la tabla anterior se debe aplicar al especimen y en ese momento se fija el extensometro ajustandolo a una lectura de 0.501 cm., por cada cm. de longitud calibrada. Despues la carga se incrementa hasta que el extensometro indique una deformacion unitaria de 0.01, la carga para esta deformacion se registra y debe cumplir con los requisitos estipulados en la tabla siguiente:

REQUISITOS DE RESISTENCIA DE FLUENCIA

TAMANO NOMINAL (PULO.)	DIAMETRO NOMINAL DEL CABLE EN MM.	CARGA INICIAL EN KG.	CARGA MINIMA PARA ALARGAMIENTO DEL 1% EN KG.
3/8	9.5	1043	866.7
7/16	11.1	1406	1195.2
1/2	12.7	1977	1692.2

REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

El alargamiento total del toron bajo carga debe ser como maximo del 3.6% y se debe medir en una longitud calibrada minima de 610 mm. El alargamiento se determina por medio de un extensometro que se coloca sobre el especimen despues de haberse aplicado una carga inicial.

La carga inicial debe ser igual al 10% de la resistencia de ruptura minima requerida como se indica en la tabla anterior.

Cuando se alcance un alargamiento del 1% puede removerse el extensometro y continuar cargado hasta la falla. El valor del alargamiento se determina entonces por el incremento de la longitud entre las marcas, al cual debe aadirse el valor del 1% determinado con el extensometro.

e) CONCRETO HIDRAULICO

El concreto a utilizar para la construccion de las tablas postensadas, elaborado en la obra, debiera de cumplir con las normas de calidad de los materiales correspondientes, respecto a su elaboracion, transporte, colocacion, acabado y curado, los cuales se describen a continuacion, ademas de cumplir las tolerancias que marque el proyecto estructural.

1.- CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS:

Los agregados que se empleen en la elaboracion de concretos para los elementos postensados deberan consistir de particulas resistentes a la abrasion, limpias y libres de materia organica, con buena granulometria y cuyo origen haya sido una roca dura.

Debera certificarse que los agregados que se utilicen para elaborar el concreto, no contengan substancias que reaccionen desfavorablemente con los Alcalis del concreto produciendo expansiones excesivas.

La supervision tecnica de la obra, podra efectuar analisis para verificar la calidad de los agregados, mismos que deberan de cumplir con los requisitos siguientes:

ARENA.- Debera de cumplir con lo estipulado en la siguiente tabla:

REQUISITOS PARA LA GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

MALLA		AGREGADO FINO QUE PASA EN PORCENTAJE
9.53 mm.	3/8 pulg.	100
4.76 mm.	No. 4	95 a 100
2.38 mm.	No. 6	80 a 100
1.19 mm.	No. 16	50 a 85
595	No. 30	25 a 60
297	No. 50	10 a 30
149	No. 100	2 a 10

Los porcentajes señalados se deberan obtener en la clasificadora, dado que la graduacion en el banco puede ser distinta. Se agregaran las particulas necesarias para obtener los porcentajes especificados. El modulo de finura de la arena estara comprendido entre 2.3 y 3.1, la arena no tendra mas de 45% retenido entre dos mallas consecutivas de las indicadas en la tabla anterior.

El peso especifico de la arena, la absorcion y el contenido de humedad, deberan de ser determinados para fundamentar la dosificacion de las mezclas de concreto.

GRAVA

Deberá de cumplir con los siguientes requisitos:

TAMANO NOMINAL	MATERIAL QUE PASA (PESO EN PORCENTAJE)					
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
20 a 5 mm.	100	90	80	20	0	0
		a	a	a	a	a
(3/4" a No. 4)		100	90	55	10	5

Podrán admitirse desviaciones del 5% en los límites inferiores de los porcentajes que pasan cada malla, excepto en la de 1".

La cantidad de sustancias perjudiciales en agregados gruesos no deben exceder los límites siguientes:

MATERIAL	% DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
Partículas desmenuzables	5.0
Material que pasa la malla 200	1.0
Pérdida por abrasión	50.0

CEMENTO

Se usará cemento Portland tipo I.

La Dirección de la Obra, a través de la supervisión técnica, podrá realizar muestreos del cemento para verificar la calidad del mismo, rechazando las partidas que no cumplan con dichas normas.

REQUISITOS QUÍMICOS:

Para ser aceptado el cemento Portland simple, deberá de cumplir con los requisitos químicos verificados según la Norma D.G.N.-C-131-1976 vigente.

REQUISITOS FÍSICOS:

El cemento para ser aprobado deberá satisfacer los requisitos de: finura, sanidad, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión. La determinación de estas propiedades físicas se hará con los métodos oficiales de la D.G.N.

EL AGUA:

El agua que se utilice en la fabricación del concreto deberá de ser limpia y libre de materias perjudiciales tales como aceite, ácidos, alcalis, sales, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas.

2.- ESPECIFICACIONES Y PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO

Elaboración del Concreto

Los distintos ingredientes que se utilicen se mezclarán adecuadamente para obtener un concreto homogéneo y trabajable que permita una colocación adecuada y los acabados indicados en el proyecto.

El tamaño máximo de los agregados en ningún caso será mayor a 20 mm. (3/4").

La cantidad de agua empleada en la elaboración del concreto se regulará para obtener la consistencia adecuada. No se permitirá la adición de agua para compensar el endurecimiento del concreto antes de ser colado. Se requerirá uniformidad en la consistencia del concreto de revoltura a revoltura.

El peso volumétrico del concreto deberá estar comprendido entre 2.1 y 2.4, tons. por metro cúbico en estado húmedo.

El revenimiento de diseño de las mezclas será de 15 cms. y dicha prueba se efectuará en el sitio de la descarga del concreto, antes de ser colocado y consolidado. La prueba se efectuará por lo menos cada 5 m³. cúbicos de concreto y no se admitirá el concreto que presente un revenimiento mayor a 15 cms.

El concreto hecho en obra y premezclado deberá de cumplir con los requisitos de dosificación que ha continuación se enuncian:

Concreto hecho en Obra

Se empleara unicamente en casos en que se requirieran volúmenes pequeños y para lo cual la contratista requerira la aprobacion de la Direccion de la Obra. El equipo de mezclado sera mecanico y la medicion de los agregados podra ser volumetrica siempre que se dosifique en recipientes de geometria y rigidez adecuados, la dosificacion del concreto se hara por sacos completos y la del agua en recipientes graduados.

Concreto Premezclado

El suministro de volúmenes mayores se hara con concreto premezclado, elaborado en planta que cuente con equipo necesario para garantizar la calidad dosificadora de los materiales.

MEZCLADO

El equipo y metodos empleados en la produccion de concreto hecho en obra o premezclado, seran los adecuados para obtener uniformidad en las mezclas en cuanto a consistencia, cantidad de cemento, agua y demas ingredientes, con las mismas proporciones de principio a fin de cada revoltura en el momento de descargarlas.

Se proveera del equipo suficiente para el mezclado, transporte y colocacion del concreto a efecto de evitar al maximo posible las juntas frias.

CONCRETO HECHO EN OBRA. Cada revoltura se ajustara a los siguientes tiempos de mezclado:

CAPACIDAD DE LA REVOLVEDORA	TIEMPO DE REVOLTURA
1.5 m3 o menos	1.5 mins. minimo
2.5 m3	2.0 mins. minimo
3.0 m3	2.5 mins. minimo

Todas las revolvedoras que se utilicen, independientemente de su tipo, seran capaces de descargar con facilidad el concreto del menor reventamiento solicitado.

CONCRETO PREMEZCLADO. Cuando se utilicen camiones revolvedoras, el tiempo de mezclado se medira por el numero de revoluciones del tambor y estara comprendida entre un minimo de 60 y un maximo de 100, girando este a una velocidad de 8 a

12 r.p.m. Una vez completado el ciclo de mezclado, el tambor girara a una velocidad menor a 6 r.p.m.

No se podra añadir agua a la revoltura una vez que ha salido de la dosificadora. Si algun camion requiriera agua adicional para permitir una fluidez y colocacion satisfactoria, la mezcla sera desechada.

Al descargar el camion revolutor, debera evitarse la segregacion de agregado grueso, utilizando deflectores, de manera que el concreto caiga con cierta inclinacion en el recipiente que lo recibe, se desechara cualquier mezcla que presente segregacion.

COLOCACION DEL CONCRETO

Preparativos. Ninguna porcion de concreto sera colada hasta que todo el trabajo de cimbra, armado, instalacion de partes que quedaran atagadas y equipos para la colocacion y manejo de la mezcla hayan sido aprobados por la Direccion de la Obra. Todas las superficies de la cimbra y materiales ahogados que hayan quedado cubiertas con pegaduras de mortero seco o lechadas de concreto, se limpiaran antes de su colocacion.

No se usara revoltura que llegue a su destino despues de los 60 mins. siguientes a la incorporacion del agua y el cemento a la mezcladora.

Dentro de los 90 mins. posteriores a la incorporacion del agua y cemento a la mezcladora las operaciones de dosificacion, mezclado, transporte y colocacion, deberan quedar concluidas, de manera que el concreto llene totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de su masa.

Esto se logra mediante el uso de vibradores de inmersion, debere emplearse en numero suficiente para lograr un perfecto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen correspondiente por colar, ademas deberan tener vibradores de repuesto.

CIMBRA

Los moldes o formas deberan de ajustarse a la configuracion, linea y dimensiones que vaya a tener el concreto, segun lo indiquen los planos respectivos.

La cimbra debere de ser lo suficientemente rigida para asegurar que la estructura terminada satisfaga sus funciones estructurales y que el acabado del concreto expuesto presente una apariencia agradable.

Se utilizaran tarimas formadas con triplay de 19 mm. de espesor de primera clase, con el objeto de lograr superficies tergas y se construira de manera que sus uniones aseguren un ensamble suficiente para evitar los fugas de lechada durante el colado, los moldes deberan de ser lo bastante rigidos para evitar deformaciones excesivas, debidas al peso o a la presion.

del concreto, así como al efecto de los vibradores y a las cargas vivas inherentes al colado; recibirán una mano de aceite mineral antes de que se coloque el refuerzo, se construirán de manera que se puedan remover sin martillar ni apalancar sobre el concreto.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE OBRA FALSA Y MOLDES

Por abatimiento de costos y mayor control de calidad las tabletas fueran construidas in-situ.

Se determino tomar la Avenida de los Insurgentes para el cimbrado, armado y colado de las tabletas previendo el no hacer tantas maniobras para la colocacion de estas en su sitio final.

Se realizo el trazo de las tabletas en el carril de la Avenida de los Insurgentes en un solo sentido.

Primamente se prepara el apoyo de la cimbra en la parte inferior, que consiste en hacer barrenos de 3/4" con una profundidad de 30 cms., y espaciados a 50 cms. aproximadamente, a todo lo largo de lo que sera la longitud de la tableta y separados estos a cada lado a una distancia predeterminada que involucra a la viga L, y la cimbra a ambos lados, así como el ancho de la tableta. Véase fig. V.1.

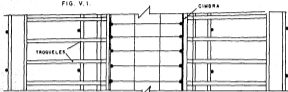
Dentro de los barrenos a todo lo largo del elemento se colocan varillas de 1/2", las cuales reciben a las viguetas de acero tipo L y así mismo estas a la cimbra, con todo esto se evita que al vaciar el concreto este no modifique la geometria de la cimbra.

Para el apoyo superior de la cimbra se realizan nuevamente otros barrenos con las características similares a los anteriormente descritos y a ambos lados del elemento, pero con una separacion de los primeros de 1 metro; en estos barrenos se colocan varillas de 1/2" que sirven como apoyo de la viga de acero tipo L, donde a su vez se apoyaran los puntales o traqueles que hacen que la parte superior de la cimbra quede fija al recibir el concreto. Por medio de este sistema se esta garantizando la geometria del molde y las dimensiones del elemento. Véase fig. V.2.

A partir de la segunda tableta se tomara como apoyo para el cimbrado el costado de la tableta adyacente, haciendo mas sencillo el proceso, ya que el cimbrado sera de un solo lado como se aprecia en la Fig. V.3.

Los barrenos que se utilizaron para el apoyo de los traqueles de la primera tableta, pasaran a ser apoyo en la parte inferior de la cimbra de la segunda tableta y los barrenos que se realizaran en esta etapa seran para apoyar los traqueles que sostendran el empuje del concreto de la segunda tableta; así mismo estos barrenos pasaran a ser apoyo de la base en la tercera tableta y así sucesivamente.

FIG. V.1.



P L A N T A

VIGUETA TIPO I

FIG. V.2

TRABELET

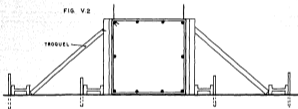
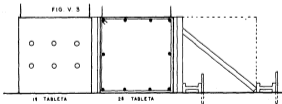


FIG. V.3



16 TABLETA

28 TABLETA

COLADO

El concreto se depositara en todos los casos tan cerca como sea posible de su posicion final; no se permitira fluir a este en movimientos laterales. Esto causaria la segregacion del agregado grueso, mortero o agua de la masa de concreto.

VIBRADO

En ningun caso se demorara el colado tanto tiempo que la unidad vibratora no penetre facilmente por su propio peso en el concreto, previamente depositado.

Al reanudar el colado, el vibrador debora penetrar en la capa anterior, revibrando el concreto depositado antes de la demora, la superficie de contacto entre ambos concretos debora de estar libre de materiales extranos a estos.

Cuando se resume el colado se consolidara hasta la densidad maxima que sea posible alcanzar, de manera que espulse el aire atrapado y que cierre adecuadamente contra todas las superficies de las moldes y materiales ahogados.

Los vibradores se operaran en posicion vertical, por ningun motivo se aceptara introducir el cabezal en posicion horizontal.

Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la cabeza vibratora debora penetrar aproximadamente 5 cms. en la capa subyacente, la que estara en estado elastico, sin haber alcanzado su fraguado inicial.

CURADO

El curado se mantendra el tiempo que requiera el concreto para asegurar que se alcanzara la resistencia de proyecto y se sera menor a 7 dias, conservando la humedad superficial mediante la aplicacion de una membrana impermeable que impida la evaporacion del agua del concreto.

d) CONCRETO PREESFORZADO

Consiste esencialmente en que a un miembro de concreto se le aplica un esfuerzo de compresion, antes de iniciar su vida de trabajo, dicho esfuerzo se aplicara en aquellas zonas donde se desarrollan esfuerzos de tension bajo cargas de trabajo.

Se tienen dos tipos de pretensado, dependiendo del tipo de trabajo que se tenga y estos son pretensado y postensado.

El pretensado como su nombre lo indica primero se tensa el acero entre unos muerlos de anclaje y posteriormente el concreto es colado al rededor del acero y en moldes que den su forma al elemento. Cuando el concreto alcanza la suficiente resistencia a la compresion se libera al acero de los muerlos de anclaje, transfiriendo la fuerza al concreto a traves de la adherencia existente entre ambos materiales.

En el postensado primero se coloca el concreto fresco dentro de la cimbra o molde y se deja endurecer, previo a la aplicación del presfuerzo. El acero se coloca en posición con un determinado perfil.

Para evitar la adherencia se introduce el acero dentro de una camisa metálica protectora y en cuanto el concreto alcanza la resistencia requerida, se tansa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto bajo compresión, ver figura V.4.

a) ACERO DE PRESFUERZO

Los elementos de acero para el presfuerzo de las tabletas, consisten en la disposición de 12 torones de $1/2"$ de diámetro por ducto, formados estos con alambres de alta resistencia estirados en frío.

Los aceros de alta resistencia para presfuerzo son mucho más susceptibles a la corrosión que los aceros de resistencia normal, por lo que se deben proteger contra la oxidación y otros agentes perjudiciales que puedan reducir la adherencia entre el acero y el concreto.



FIG. V.4

APLICACION DEL PREESFUERZO

Cuando las pruebas de carga de los cilindros de muestra indiquen que el concreto usado en el colado ya ha alcanzado la resistencia de proyecto, se podra proceder a preesforzar las tabletas.

Antes de iniciar el tensado de cada cable se comprobara que este pueda ser movido libremente dentro del ducto a lo largo de la trabe.

El contratista debiera contar en la obra con un tecnico especializado en trabajos de concreto preesforzado que conozca el sistema que se pretende usar y vigile la fabricacion de las tabletas, colocacion de ductos, proceso de tensado, calibracion de manometros, comprobacion de las perdidas por fricciones y curvatura y operaciones del propio tensado.

El dispositivo de anclaje del sistema preesforzado que se proponga debiera de tener capacidad suficiente para realizar, sin deslizamientos excesivos, el 150% de la carga inicial de proyecto o la carga de ruptura de los terrenos que se vayan a utilizar.

Los esfuerzos en los cables deberan de estimarse por la medida de alargamiento en sus extremos y compararse por lecturas hechas en los manometros calibrados.

Debera vigilarse la carga aplicada y la extension que produce, de tal manera que cualquier irregularidad en el ritmo de la extension para una cierta rapidez de los incrementos de carga, pueda ser revelada.

Si en alguna parte del ducto queda atorado el tendon, la magnitud de la extension disminuira, lo cual indica una falla.

Las perdidas de tension debidas a acomodas o deslizamientos de los dispositivos de anclaje deben tenerse en cuenta al tensar los cables.

MUESTRAS DE ACERO PARA EL PREESFUERZO

El contratista debiera elegir del fabricante, para entregar al Laboratorio muestras de cada lote, con una longitud minima de 1.50 m., del material del preesfuerzo que se pretende emplear, asi como dos dispositivos completos de cada tipo y tamano de anclaje que se pretende usar, incluyendo las piezas de distribucion.

Por cada 10 rollos o fraccion se tomara una muestra de alambre con un minimo de 3 muestras por lote, cada muestra se tomara de rollo diferente.

DUCTOS

Con frecuencia al acero se le da una forma de curva parabolica, por medio de estos ductos, dicha configuracion facilita una compensacion entre el momento del preesfuerzo y el momento de carga muerta que tambien es parabolico. Esto quiere decir que en aquellos puntos donde ocurre el momento maximo, se requiere de la maxima fuerza efectiva del preesfuerzo y por otra parte la minima fuerza del preesfuerzo se requiere donde ocurre el minimo momento, ver figura V.4.

Los ductos para los elementos de preesfuerzo seran metalicos formados con lamina doblada, deberan de ser impermeables, toda vez que se colocan por tramos, sus uniones deberan de ser protegidas con cintas, para evitar que se introduzca la lechada del concreto y suficientemente resistente para soportar sin deformacion excesiva los esfuerzos e impactos que recibe durante el colado. Asi mismo dichos ductos deberan de estar provistos de tubos roscados u otro tipo de conexi6n adecuada para la inyeccion de la lechada que recibiran inmediatamente despues de que las operaciones del preesfuerzo hayan sido terminadas.

COLADO Y DESCIMBADO

Los ductos de acero de preesfuerzo y las varillas del acero de refuerzo deberan de mantenerse firmemente en su posicion mediante escantillonos o separadores de acero, no se permitira el uso de madera para este objetivo.

No se admitiran desplazamientos de los ductos que alojaran los cables longitudinales de mas de 1 cm. en cualquier direccion, inmediatamente despues del colado se comprobara que las mangueras de plastico que se encuentran alojadas dentro del ducto pueden ser movidas libremente a lo largo de la tableta.

El colado de la tableta se hara en una sola etapa, el tiempo de interrupcion entre dos colados consecutivos sera de 30 min. como maximo, por ningun motivo debora dejarse caer la revoltura de mas de un metro y medio de altura, ni se dejara amontonar para extenderla despues en las moldes, todo esto con el fin de evitar la segregaci6n del material grueso.

El concreto debora de presentar al descimbrar superficies lisas, sin vacios ni poros.

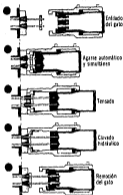
Es esencial que las tabletas aun no preesforzadas se curen apropiadamente para evitar el agrietamiento por contracci6n durante el proceso de endurecimiento de las mismas.

f) TECNICA UTILIZADA

Para el tendido de las tabletas, se utiliza la tecnica de postensado Stronghold.

SISTEMA STRONGHOLD

SECUENCIA DE TENSADO



TIEMPO MAXIMO: 5 MINS

1.- Se sitúa el gato frente a la placa de contraje, se desplaza este hacia la culata, la operación de enhebrado requiere pocos segundos.

2.- Con el gato en disposición de tensar, se da presión a la central. El agarre de todos los torones por las cunas de arrastre es inmediato y automático.

3.- Se tensa el cable hasta conseguir el esfuerzo y alargamiento deseados. Se puede aflojar ligeramente y retensar.

4.- Se clavan definitivamente las cunas del anclaje, accionando la placa de, que lo es también de clavado, mediante el cilindro hidráulico frontal.

5.- Cuando presiona al circuito de retorno, se recoge el gato saltándose automáticamente las cunas de arrastre, con lo que el gato se puede retirar e iniciar de nuevo el ciclo en el anclaje siguiente.

FIG. V. 5.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Esta técnica tiene una serie de ventajas con respecto a otras, que pueden resumirse así:

- 1.- El sistema Stronghold permite enfilar el gato y apagar el tendón para tensar en pocos segundos, sea cual sea la potencia de anclaje.
- 2.- Las cuñas de los anclajes se clavan hidráulicamente, por lo que las pérdidas por entrada de estas, son insignificantes.
- 3.- El gato ancla en su parte frontal y solo se precisan unos 30 cm, para que agarre el torón, los desperdicios de acero son mínimos.
- 4.- Se puede tensar, destensar y retensar cuantas veces se desee.
- 5.- Se puede controlar unitariamente la tensión de cada torón, ver figura V.5.

PROCEDIMIENTO DE TENSADO

Se tensaran los cables 2, 4 y 6 por la cara "A" de la tablota y los cables 5, 1 y 3 por la cara "B", el retensado se hará por la misma cara donde se hizo el tensado en el mismo orden y hasta que los 6 cables se hayan tensado según se indica en la figura V.6.

Se deberá de tener en cuenta este procedimiento de tensado ya que de no hacerlo se puede dañar el elemento.

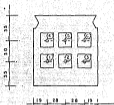
En cuanto se haya alcanzado la carga de diseño se registrara la extensión y si esta ha alcanzado el valor calculado, podrá anclarse el tendón.

Cuando se utilizan varios cables en ductos diferentes deberá de observarse el ordenamiento sucesivo de aplicación del tensado especificado por el proyectista, ya que de no hacerse se podrá dañar el elemento.

Una vez que los tendones han sido tensados y anclados se procederá a inyectar la lechada de cemento a presión en el ducto, deberá de estar constituida por las siguientes partes en volumen: 3 de cemento por una de arena, con finura que pase la malla No. 32 y media parte de agua como máximo, se puede eliminar la arena, la consistencia deberá ser semejante a la de una pintura espesa.

La presión a la que se inyectara la lechada deberá de estar comprendida entre 6 y 7 Kg/cm².

El objeto principal de la lechada ya endurecida es el de evitar la comisión de los tendones, así como proporcionar adherencia



ORDEN DE TENSADO		
CANA		CABLE
A	1º	2
	2º	4
	3º	6
B	1º	5
	2º	3
	3º	1

SECUENCIA DE TENSADO

SE TENSARAN LOS CABLES 2, 4, 6 POR LA CANA "A" Y LOS CABLES 5, 3, 1 POR LA CANA "B" EL RETENEDOR DE BARRA POR LA MISMA CANA CUANDO SE HICIERA EL TENSADO EN EL MISMO ORDEN Y HASTA QUE LOS 6 CABLES SE HAYAN TENSADO.

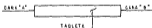


FIG. Y 6

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

TENSIÓN EN LOS CABLES							
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	1	2	3	4	5	6
T_0	TONELADAS	117.00	117.00	117.00	117.00	117.00	117.00
T_1		124.00	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00
T_2		130.17	130.17	130.17	130.17	130.17	130.17
T_3		133.49	133.49	133.49	133.49	133.49	133.49
T_4		137.49	137.49	137.49	137.49	137.49	137.49
T_5		141.86	141.86	141.86	141.86	141.86	141.86
T_6		146.54	146.54	146.54	146.54	146.54	146.54
T_7		151.54	151.54	151.54	151.54	151.54	151.54
T_8		156.85	156.85	156.85	156.85	156.85	156.85
T_9		162.46	162.46	162.46	162.46	162.46	162.46
T_{10}		168.36	168.36	168.36	168.36	168.36	168.36
T_{11}		174.54	174.54	174.54	174.54	174.54	174.54
T_{12}		181.00	181.00	181.00	181.00	181.00	181.00

NOTA :

EL DISEÑO ORIGINAL DE LA TFO-36 CONSIDERA UN PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO DE 2.3 Ton/m^3 , EN EL CASO EN QUE EL PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO OBTENIDO EN OBRAS FUERA DEL ORDEN DE 2.1 Ton/m^3 DEBERÁ APLICARSE EL PROCEDIMIENTO ACUERDO CON LA TABLA DE ARRIBA.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

entre los torones y el concreto, para así mejorar el comportamiento de la flexión y de la resistencia última.

Terminadas las operaciones de tensado de los cables y de inyección de ductos, se colocara el sello de concreto, con tamaño máximo de agregado grueso de 1 cm., esto con el fin de proteger los dispositivos de anclaje.

Se deberán de tomar en cuenta las precauciones indicadas para las juntas del colado.

ACCESORIOS DE TENSADO

Los gatos Stronghold son una herramienta universal que tensan cualquier anclaje que utilice cunas unitarias. No importa la disposición de los torones, bastan 30 cm. por fuera de la placa de anclaje, lo mismo si los cables salen normales a la placa como si son inclinados.

Todos los gatos Stronghold clavan las cunas del anclaje a presión, lo que aumenta la eficiencia de estas y garantiza unas penetraciones que puedan valorarse así:

Diametro del Toron	Penetracion de las cunas (mm).
7.0 mm.	2 - 3
0.5 mm.	4 - 6
0.6 mm.	5 - 7

CENTRALES STRONGHOLD

Las centrales estan proyectadas para altas presiones de trabajo en el tensado, realizandose el retroceso del gato a baja presión.

La central se controla mediante valvulas reguladoras conectadas a los circuitos hidraulicos, tienen un amplio deposito con indicador de aceite y estan montadas sobre ruedas para facilitar su movilidad.

MANOMETRO PATRON

El manometro Stronghold se utiliza para comprobar el esfuerzo de los gatos, puede conectarse directamente al embolo, con lo que se obtiene la fuerza real del gato o a la central y de ese modo se acusaran las perdidas en la línea.

Las pérdidas en el gase son solo del orden del 2%, quedan en general fuera de la precisión de los manómetros y se consideran despreciables.

ANCLAJES STRONGHOLD

Háy de varios tipos y clases; pero el mas frecuentemente utilizado y que se emplea en las tabletas es el anclaje activo que consta de una placa con agujeros cónicos en los que se aloja la cufa y una trompeta que soporta la placa de anclaje y esta embebida en el concreto.

La trompeta puede estar formada por una placa de reparto y un cono de chapa o bien por una pieza unica de fundición en la que se integran la referida placa de reparto y el cono de convergencia de los toreros.

Los anclajes activos son los mas frecuentemente utilizados, lo mismo en el extremo donde el que se tensa, que en el opuesto, por lo que se utilizarán tambien en general como anclajes ciegos de culata.

MONTAJE DE LA SUPERESTRUCTURA

Para colocar las tabletas sobre los estribos del puente se emplea una obra falsa que consiste en un apoyo móvil, diseñado y construido a base de viguetas de acero tipo I, la función principal de esta es la de soportar a la tableta mientras la pluma cambia de posición.

La tableta es izada por medio de una pluma en un extremo para que se introduzcan tubos de acero bajo esta, ya que las tabletas son arrastradas por la misma pluma y hacen uso del rodamiento de los tubos con el fin de que el elemento no se dañe.

Los cables o tirantes para izar las tabletas se colocan unicamente en los extremos de estas, ya que existen unos ganchos previamente diseñados para este fin.

La maniobra de montaje de las tabletas se realiza en dos etapas:

1a.- El apoyo se coloca al centro del claro del puente y la pluma a un cuarto del mismo claro, la pluma desliza la tableta hasta este apoyo.

2a.- La pluma se traslada al tercer cuarto del claro del puente, esta desliza la tableta nuevamente y la coloca en el estribo que cuenta a su vez con una placa de resaca para recibirla.

Existe la necesidad de salvar el desnivel que hay entre la vialidad de la Avenida de los Insurgentes y el otro estribo (1.90 mts. aproximadamente), por lo que se tiene que utilizar otra pluma en el lado opuesto para no dañar al elemento, de tal manera que en un momento determinado la tableta quedara suspendida por las dos plumas, hasta colocarla sobre los dos estribos que es su posición final.

LOSA RIGIDIZANTE

Una vez que se han terminado de colocar las 16 tabletas correspondientes a un sentido de la viabilidad, se procede a unir todas las tabletas por medio de una losa rigidizante, con el fin de que todas las tabletas trabajen como una sola, el grado de la losa esta constituido en parte por el acero que sobreesale de las tabletas y que nos sirve para que exista un anclaje entre estas y la losa.

El emparrillado se hizo en dos capas, utilizando varillas de 1/2" y estribos de 3/8".

El concreto utilizado fue proyectado con una resistencia de 300 kg/cm². Para transportación, colocación, colado, cimbrado y descimbrado, así como el curado de losa rigidizante, se siguieron los procedimientos utilizados en la construcción de las tabletas.

Una vez que la losa rigidizante ha tomado su resistencia de diseño, se procede a la colocación de las capas del pavimento flexible, el cual ya se describe en el capítulo III.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Las principales pruebas de laboratorio que se practicaron en la construcción de esta obra, fueron las siguientes:

- 1.- Pruebas en varillas de acero para refuerzo (anexo 1)
- 2.- Pruebas en torones de 7 alambres sin recubrimiento (anexo 2)
- 3.- Prueba en concreto hidráulico
- 4.- Prueba en mortero de cemento
- 5.- Pruebas de compactación
- 6.- Pruebas en riegos asfálticos
- 7.- Tendido de mezcla asfáltica
- 8.- Permeabilidades

VI. CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

Dentro de las obras de Ingenieria se busca que estas sean eficientes y economicas, asi que, para cada problema a resolver se elija la forma y metodos adecuados.

1.- Para llevar a cabo la excavacion se determino utilizar explosivo Gelamax 2, en base a esto y al personal que lo manejo se obtuvieron resultados favorables como son el tiempo de la excavacion, el tamano del material obtenido, la seccion deseada, etc.

2.- El sistema de drenaje utilizado es muy simple, debido a que va a drenar agua pluvial de los arroyos, esta se desalojara por medio de cañadras de bota, las cuales funcionan como arenas y estan conectadas a su vez al pozo de abscencion.

Se tiene la ventaja que debajo del puente no se formaran encharcamientos por defecto de bombeo a un drenaje mas complejo.

Esta agua pluvial sera desalojada por las diferentes figuras que tiene la red, alimentando así los mantos freaticos.

3.- En la formacion del cuerpo del pavimento se trato de abatir costos con la utilizacion o formacion de pedraplenos utilizando la misma roca. Se construyeron pavimentos flexibles en virtud de que en comparacion con otros tipos de pavimentos como los rigidos, resulta mas economico a corto plazo así como su mantenimiento.

La utilizacion de pavimento rigido se construyo en la zona de trabeles debido a que el costo de este es muy elevado, y a que en esta zona no se construyeron pedraplenos y en el cual el cuerpo de este pavimento se descarta en la roca sana.

4 - El motivo por el cual se utilizaron tabletas de concreto preesforzado en la construccion del puente fue, tomando en cuenta la longitud del claro y el estudio de Mecanica de Suelos que se efectuó en el lugar, del cual se concluyo que la roca estaba medianamente estratificada y podia tener asentamientos no permisibles para una losa rigida, que era la alternativa que se habia manejado antes del estudio

LIASA

LABORATORIO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

FOLIO DEL PROYECTO No. 142

FOLIO DEL R. P.

SEL. 5-107-10-82

PRUEBAS EN VARILLAS DE ACERO PARA FIERRO

MUESTREADAS EN C.H. 3^{er} Cruce de Vialidad FECHA DE MUESTREO 2. Sep. 1985
 MUESTREADAS POR L.I.A.S.A. FECHA DE PRUEBA 12. Sep. 1985
 CONSTRUCTOR O INTERESADO K.Y.S.S.A.
 FABRICANTE _____
 REGISTRO No. 255/12/85 Hoja No. 1 de 6

MUESTRA No. CARACTERÍSTICAS NOMINALES	1	2			ESPECIFICACIONES
Marcas	S/it				
Grado					
Dámetro cm.	2.5 (3/8")				
ϕ en cm. 2	2.7				
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES					
Peso por m. lineal en kg.	0.550	0.560			0.56 Almineral
Dámetro					
Área cm. 2	0.102	0.102			0.11 Almineral
PRUEBA DE TRACCIÓN					
Carga en el punto elástico en kg.	3500	3750			
Carga máxima en kg.	5500	5000			
Limite elástico en kg./cm. 2	4219	5182			4200 mín.
Esfuerzo máximo en kg./cm. 2	7240	7907			6700 mín.
% de alargamiento a 20 cm.	3.5	3.4			2.0 mín.
PRUEBA DE DOBLADO					
Doblado a 90° sobre un mandril (ϕ = 4 diámetros)	P	A	S	O	
PRUEBA DE CORRUGACIÓN					
Separación entre corrugaciones en cm.	6.5	6.3			6.7 máx.
Altura de corrugaciones en cm.	1.0	1.0			0.4 mín.
Ancho de crestas en cm.	2.0	2.0			3.7 máx.
Inclinación de corrugaciones en grados	30°				

OBSERVACIONES: Los valores de especificación enclavados corresponden a los que señala la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-B-6-1980 para varillas de acero corrugadas y sus procedentes de ligata o palanquilla para refuerzo de concreto.

El muestra de este lote pasó especificaciones como varillas del grado 42

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

MIEMBRO DEL GRUPO A.B.A.L.T.S.F.C.

PRUEBAS DE TORCIÓN DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO

ALUMBRADO DE ESTADIOS PARA CONCRETO REFORZADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES
 CONSTRUCCIÓN DE MATERIALES DE CONCRETO Y ACERO
 C. B. S. S. A. C. O. M. P. A. N. O. Y V. Y. S. S. A.
 1981/82/83 Hoja No. 1 de 2

MUESTRA No.	1	2	3	4	5
CARRETE No.	818	880	825	820	815
CARACTERÍSTICAS NOMINALES					
TIPO	C	E	S	S	A
Grado		870			
Diámetro en mm.	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
Área en cm ² .	92.90	92.90	92.90	92.90	92.90
CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS					
Peso por m. lineal en Kg.	0.768	0.765	0.761	0.767	0.775 Aprox.
Diámetro en mm.	12.90	12.68	12.90	12.60	12.7 mm.
Área en cm ²	99.37	99.87	99.68	99.02	92.90 mm.
PRUEBA DE TRACCIÓN					
RESISTENCIA DE FLUENCIA					
Carga total en Kg.	1880	1780	1890	1860	1877 mm.
Carga máxima para alarga módulo del 15 en Kg.	17000	17150	17080	17000	15922 mm.
RESISTENCIA A LA IMPULSO EN Kg.	21600	21750	21650	21631	18737 mm.
RELACION ENTRE EL DIAM. CENTRAL A LOS EXTREMOS EN MM.	0.038	0.035	0.036	0.038	0.062 mm.

1981 1982-83

Los valores de elongación en tensión en el momento de la ruptura
 de los alambres A.B.S.T.A.-A-818-83 para torción de siete alambres 12.7 mm.
 017. El momento de torsión para el alambre número 1.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

AVDA. DE LAS FUENTES No. 144 - MONTE ALEGRE TEL. 2-27-16-33

CONTROL VISITAS

REQUISITO DE MATERIA EMPLEADA: HON. C-100, C-101, C-102, C-103, C-104 Y C-105

PROYECTO: *LIASA* CANTON: *Guayaquil* FECHA: *12 Nov 75*

CLIENTE: *Señor el Sr. Juan P. ...* DIRECCION: *Av. ...* LOCALIDAD: *...*

OBJETO: *...* CANTON: *...* LOCALIDAD: *...*

FECHA: *...* CANTON: *...* LOCALIDAD: *...*

MUESTREO DE CONCRETO PRECO

CONTROL DE RECAMBIOS

PLANTA PRE-MOLDE CLASIFICACION	VOL. RECAMBIO	VOL. OLLA	RECAMBIO		VOL. OLLA	RECAMBIO	VOL. OLLA	RECAMBIO	VOL. OLLA
			INICIAL	FINAL					
<i>153-5</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>
<i>154-5</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>

PLANTA PRE-MOLDE CLASIFICACION	LOCALIZACION				FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD
				
<i>153-5</i>	<i>Trayecto ...</i>				<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>
<i>154-5</i>	<i>Trayecto ...</i>				<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>

OBSERVACIONES:

FECHA: *...* LABORATORIO: *LIASA S.A.*

PROYECTO: *...* INGENIERO: *...*

CLIENTE: *...* ASISTENTE: *...*

FECHA: *...* LABORATORIO: *LIASA S.A.*

PROYECTO: *...* INGENIERO: *...*

CLIENTE: *...* ASISTENTE: *...*

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

IASA LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PLANTA Y PUENTE NO. 104 SERVO 27 DEL 2-27-63-67

CONTROL VISITAS

ESTADOS DE PROGRESO LABORATORIO. NOM. E-100, C-100, D-100, E-100, F-100 Y G-100

PROYECTO: U.S.P.A. SERVO: 27 NO. 104

PLANTA: Puente de Puente No. 104 SERVO: 27 NO. 104

ESTADO: 100% COMPLETO SERVO: 27 NO. 104

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

MUESTREO DE ELEMENTOS PRUEBA										CONTROL DE REQUERIMIENTOS						
MUESTRA NO.	ALCANTARILLADO O SUELO	NO. SECCION	ESPESOR (CM)				VOL. OLLA	RECORRIDO (M)	Nº. OLLAS	SER. LMS		PLANTA PRE-MOL. CLASIFIC.	NO. SECCION	VOL. OLLAS	RECORRIDO (M)	Nº. OLLAS
			1	2	3	4				1	2					
20	Substrato de concreto					21	20									
21	3 muestras de concreto					RA	Requisito 4.0									

MUESTRA NO.	LOCALIZACION	LONG. (CM)	ANCHO (CM)	PROF. (CM)	VOL. (CM³)	SER. LMS	PLANTA PRE-MOL. CLASIFIC.	NO. SECCION	VOL. OLLAS	RECORRIDO (M)	Nº. OLLAS
20-3	Punto 104 Continuidad de Alcantarillado 100' de altura de 22.00' de 2000 de 2500 de 3000					116	116	104			
21-3	Punto de Continuidad de Alcantarillado 100' de altura de 22.00' de 2000 de 2500 de 3000					98	98	104			

RESERVACIONES:

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

PROYECTISTA: Alfonso S.F. SERVO: 27 NO. 104

SOLICITANTE: <i>LIASA</i>	CONTRATISTA: <i>LIASA</i>	FECHA: <i>12/11/82</i>	CLASIFICACIÓN: <i>DE</i>
UBICACIÓN: <i>PUENTE DEL HUNTO DEL 35 CARRERA 3a. CAL.</i>		FECHA DE ENTREGA: <i>12/11/82</i>	FECHA DE RECEPCIÓN: <i>12/11/82</i>
PERIODO EJECUCIÓN: <i>14/11/82</i>	FECHA DE INICIO: <i>14/11/82</i>	FECHA DE TÉRMINO: <i>14/11/82</i>	

PRUEBA No.	LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	PESO (Kg. / m ³)		HUMEDAD %		COMPACT.	RESISTEN.
			MARCO	LUBER	ÓPTIMA	LOGRADA		
413	<i>510.3'</i> 37.00. N. 12.720. M. C.	<i>Base de concreto</i> 12.00. C. C. C.	1212	1193	32.0	32.4	97.0	75.0
414	1 1 1 14.280. C. C. C.	1	1	1182	1	30.9	98.0	75.0
415	1 1 1 14.280. D. S. R.	1	1	1232	1	32.3	97.0	75.0
<i>Los resultados no son aceptables, Cambiar Compactado</i>								

RECOMENDACIONES: *Compactar y de fongoso 95.0% Obtenida 96%*

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

PRDCA EL PALMIR 84, 846

MEXICO 16, D. F.

TEL. 2-27-18-22

SOCIEDADE: <u>LIASA</u>		CONTRATO: <u>CYUSA</u>	
OBRA: <u>PUENTE DE 4 VENTAS DEL CERRO CUICUITO DE P. D.</u>		FECHA: <u>2 de Nov</u>	
PERIODO EJECUCION: <u>del 12 de Nov</u>		al <u>24 de Nov</u>	
		de <u>1965</u>	

PRUEBA No.	LOCALIZACION	ELEMENTO	PRES. MP. MP/CM ²		DEFORM. TL		COMPRES. %	DEFLECC. (MM)
			MAXIMO	LUCE	OPTIMO	LUCE		
476	750 MM. 1/4 57920 120	FIBRA DE Vidrio Composites	1647	1098	12.6	11.8	97.8	14.0
477	750 MM. 1/4 57920 120	"	1608	1108	11.0	11.0	97.8	14.0
478	750 MM. 1/4 57960 120	"	1602	1102	10.7	10.7	97.2	14.0
479	750 MM. 1/4 57910 120	"	1582	1082	10.7	10.7	97.0	14.0
480	750 MM. 1/4 67005 120	"	1671	1171	11.2	11.2	95.6	14.0
Los resultados son limitados aceptables.								

RECOMENDACIONES: Conf. bases de proyecto 100 ± 2
Conf. fabricacion promedio obtenida 99.0%

10/26/65

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

AV. DE LA REVOLUCION No. 1000, CDMX, D.F. TEL. 524-11-11

CONTROL DE RIEGOS ASFALTICOS

DELEGANTE:	<i>LIASA</i>
CONTRATISTA:	<i>LIASA</i>
OBRA:	<i>VIADUCTO PTE. A PUENTE DEL DR. CORTES</i>
PERIODO CUBIERTO DEL:	<i>18 DE NOV. A 24 DE NOV. DEL 2015</i>

DI:	<i>18</i>	M:	<i>NOV.</i>	AÑO:	<i>2015</i>
PROYECTO:					
NO.:					
C.P. No.:			D.F. No.:		

LOCALIZACION	TIPO DE RIEGO	PRODUCTO OPCION TECNOLÓGICA	TEMPERATURA	PERIODO CUBIERTO	m ²	
<i>Zona II</i> Eje AA' Km. 14740 - 14801	<i>SEMISUBIRREGULAR</i>	<i>TH-1</i>	<i>1.6</i>	<i>90</i>	<i>677000</i>	<i>304</i>
<i>Fecha: 20-NOV-15</i>						
<i>Zona III</i> Eje AA' Km. 54900 - 54930	<i>SEMISUBIRREGULAR</i>	<i>TH-1</i>	<i>1.05</i>	<i>90</i>	<i>2000000</i>	<i>875</i>

OBSERVACIONES: *Los datos obtenidos de los riegos cumplen con especificaciones de proyecto.*

JOSÉ

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS ASFÁLTICOS

CONTROL DE RIESGOS ASFÁLTICOS

CLIENTE: <u>LIASA</u>	FECHA: <u>1985</u>	PROYECTO: <u>125</u>
CONTRATO: <u>LIASA</u>	FECHA: <u>1985</u>	PROYECTO: <u>125</u>
OBJETO: <u>Medidas de Control de Riesgos de Control de Riesgos</u>		
PERIODO COMIENZO DEL TRABAJO: <u>del 10 de Nov. al 30 de Nov. de 1985</u>		

LOCALIZACIÓN	TIPO DE RIEGO	PROYECTO (CANTIDAD)	TUBERÍA (TIPO)	PERIODO COMIENZO	m ²
<u>Zona I</u>					
<u>Eje DD' Vg. 07225 - 07250</u> <u>TOMA: 19-NOV-85</u>	<u>LIGA</u>	<u>FR-30-55</u>	<u>89</u>		<u>495</u>
<u>Eje AA' Vg. 07090 - 07120</u> <u>TOMA: 21-NOV-85</u>	<u>LIGA</u>	<u>FR-30-43</u>	<u>90</u>		<u>1020</u>
<u>Eje AA' Vg. 17240 - 17261</u> <u>TOMA: 22-NOV-85</u>	<u>LIGA</u>	<u>FR-30-45</u>	<u>90</u>		<u>504</u>
<u>Eje AA' Vg. 07860 - 07930</u>	<u>LIGA</u>	<u>FR-30-35</u>	<u>90</u>		<u>875</u>

COMENTARIOS:

05/11

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

CONTROL DEL TENDIDO DE MEZCLA ASFALTICA

DEPARTAMENTO: 114551
 CARRERA: Carretera Pte. y Km. 5 del ex. Camino Pu.
 LOCALIDAD: La Guacacima sur Ch.
 ESTADO: VERACRUZ DÍA: 12 DE NOV AÑO: 1965 HORA: 11:30 AM

ESTADO	FECHA	HORA
VERACRUZ	12	11:30
PROYECTO		
No.		
EST. AREA		
D. I. No.		

No. Control	LOCALIZACIÓN				Temperatura (°C)		Espesor (cm)
	Eje	Km.	TOMA	No. Tom.	En superficie	En profundidad	
1	AA'	5+100-5+100	Centro	245670	130.0	98	8.5
2	"	5+120-5+140	150	245673	138	100	8.5
3	"	5+140-5+160	"	245676	132	96	8.5
4	"	5+160-5+180	"	245679	130	94	8.5
5	"	5+180-5+200	"	245682	130	94	8.5
6	AA'	14+700-14+700	150	245685	144	102	9.0
7	"	14+720-14+720	"	245688	142	96	8.5
8	"	14+740-14+740	"	245691	120	92	8.5
9	"	14+760-14+760	Centro	"	"	50	8.5
10	"	14+780-14+780	"	245694	136	96	8.5
11	"	14+800-14+800	"	245697	142	100	8.5
12	"	14+820-14+820	D.R.	"	"	50	8.5
13	"	14+840-14+840	D.R.	245672	134	96	9.0
14	"	14+860-14+860	"	245675	128	99	8.5
FECHA: <u>22-NOV-65</u>							
1	AA'	5+100-5+100	D.R.	245674	140	100	8.5
2	"	5+120-5+120	"	245677	130	93	9.0
3	"	5+140-5+140	"	245680	138	94	8.5
4	"	5+160-5+160	"	245683	136	94	9.0
5	"	5+180-5+180	Centro	"	"	50	8.5

Observaciones:

Las temperaturas cumplen con especificaciones de proyecto.

V Y S S A
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

B.-Los valores obtenidos de las pruebas de compresión indicado en el inciso (3-a), se describen a continuación.

No. PRUEBA	SATISFACCIÓN		CAPA O ELEMENTO
	PROTECCIÓN	CONTROL	
409	90.0 %	97.0 %	RELLENO PARA BANQUETA
410	" "	91.5 "	"
411	" "	90.8 "	"
412	" "	90.0 "	"
413	95.0 "	91.0 "	SUB-BASANTE
414	" "	90.0 "	"
415	" "	94.0 "	"
416	100.0% + 2	98.8 "	BASE HIDRAULICA
417	" "	99.5 "	"
418	" "	99.2 "	"
419	" "	98.0 "	"
420	" "	99.6 "	"
421	95.0 "	95.0 "	SUB - BASANTE
422	" "	96.5 "	"
423	" "	96.0 "	"
424	" "	96.3 "	"
425	100.0 % + 2	100.0 "	BASE HIDRAULICA
426	" "	100.0 "	"
427	" "	98.6 "	"
428	" "	99.0 "	"
429	" "	98.0 "	"
430	" "	99.0 "	"
431	" "	98.6 "	"
432	" "	98.0 "	"
433	" "	99.0 "	"
434	" "	99.8 "	"
435	" "	100.2 "	"
436	95.0 "	97.4 "	RELLENO PARA BANQUETA
437	" "	93.0 "	"
438	" "	91.0 "	"
439	100.0 % + 2	99.6 "	BASE HIDRAULICA
440	" "	98.0 "	"
441	" "	100.0 "	"
442	" "	99.0 "	"
443	95.0 "	96.0 "	SUB - BASANTE
444	" "	94.8 "	"
445	" "	94.0 "	"

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A
VALADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

446	95.0 %	96.2 %	SUB - BASANTE
447	" "	95.8 "	"
448	" "	94.8 "	"
449	" "	95.5 "	"
450	" "	96.4 "	"

Los resultados de las pruebas Nos. 413-415 no cumplen con la compactación del proyecto, se le ordena a la constructora C.T.D.S.A. Recompactar en esta zona.

Los resultados restantes cumplen con el porcentaje de compactación de acuerdo al proyecto.

La aplicación de los riegos asfálticos, se consideran dentro de las especificaciones de la obra.

Las temperaturas de la mezcla asfáltica se han observado que cumplen con las especificaciones del proyecto.

A T E N T A M E N T E .

VALADORES Y SUPERVISORES, S.A.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

DURANTE EL PERIODO ANTES INDICADO, EL PERSONAL DE LABORATORIO EJECUPO LOS SIGUIENTES TRABAJOS DEL CONTROL DE CALIDAD.

- 1.- **CONCRETO HIDRANTICO :**
 - a) Se elaboraron (30) probetas cilindricas del concreto fresco utilizado en la construcción de losa de pavimento, firma de compactación. Los resultados serán reportados de acuerdo a sus edades de ensayo, 3 cilindros a 7 días, 3 a 28 días, con respecto a la fecha de colado.
 - b) Se ensayaron (46) cilindros a la compresión axial a la edad de 7 y 28 días. Estos resultados se registran al informe
- 2.- **MORTERO :**
 - a) Se ensayaron (4) especímenes a la compresión del mortero empicado en el muro, y bases para colocación de concreto, con puente. Los resultados se anexan.
- 3.- **COMPACTACIONES :**
 - a) Se efectuaron (42) pruebas volumétricas para verificar el porcentaje de compactación, humedad, espesores en la formación de relleno para banquetas, sub-rasante y base. Los resultados y datos complementarios se anexan.
 - b) Se determino el peso volumétrico seco máximo y humedad óptima a los materiales utilizados en las capas de sub-rasante, base. Estos valores se incluyen al informe.
- 4.- **RIEGOS ASFALTICOS :**
 - a) Se supervisó la aplicación de riegos asfálticos con productos FE-1, FE-3, sobre la base compactada limpia de polvo, y base lapegada. Los datos obtenidos se reportan en las hojas que le corresponden.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A

VALUADORES Y SUPERVISORES, S. A.

- 5.- TENDIDO DE MEZCLA ASFALTICA :
- a) Se verificó el tendido de la mezcla asfáltica, supervisando temperaturas antes de tender y compactar, así también los espesores sueltos, los datos obtenidos se anexan.
- 6.- PERMEABILIDADES :
- a) Se efectuaron (6) Pruebas para determinar el porcentaje de permeabilidad sobre la carpeta asfáltica terminada. Estos valores obtenidos se registran en el informe.

COMENTARIOS .

- A.- Continuamos verificando los revestimientos a las unidades que transportan el concreto, antes de vaciar, los datos obtenidos se registran en las hojas de muestra.
- B.- Los resultados de los cilindros ensayados a la compresión a 28 días se registran a continuación

No. MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	RESISTENCIA		PROMEDIO	ELEMENTO
		PROYECTO	OBTENIDA		
121	28 DIAS	350 KG/CM ²	363 KG/CM ²	347KG/CM ² ENSADA	TABLITA PC
"	"	"	340 "		"
"	"	"	330 "		"
122	"	"	324 "	351 "	"
"	"	"	354 "		"
"	"	"	379 "		"
123	"	"	382 "	360 "	LOSA DE PA
"	"	"	402 "		"
"	"	"	296 "		"
124	"	300 "	316 "	322 "	"
"	"	"	330 "		"
"	"	"	320 "		"
125	"	350 "	358 "	374 "	TABLITA PC
"	"	"	386 "		TENSADA
"	"	"	370 "		"
126	"	"	374 "	366 "	"
"	"	"	350 "		"
"	"	"	368 "		"

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

127	28 DIAS	350 KG/CM ²	170 KG/CM ²		357 KG/CM ²	TABLETA POSTERGADA
"	"	"	145	"	"	"
128	"	300	256	"	"	MURO DE CONTENCIÓN
"	"	"	256	"	249	"
"	"	"	274	"	"	"
129	"	350	162	"	"	TABLETA POSTERGADA
"	"	"	165	"	349	"
"	"	"	170	"	"	"
130	"	"	158	"	"	"
"	"	"	142	"	319	"
"	"	"	136	"	"	"
131	"	300	289	"	"	LOGA DE PAVIMENTO
"	"	"	189	"	114	"
"	"	"	128	"	"	"

Las resistencias obtenidas cumplen con las del proyecto, de acuerdo a la P.O.

G.- Los resultados de los especímenes de mortero ensayados a la compresión se registran a continuación.

No.	MUESTRA	EDAD DE ENSAYE	RESISTENCIA		PROMEDIO	ELEMENTO
			PROYECTO	OBTENIDA		
14	"	28 DIAS	100KG/CM ²	116 KG/CM ²	135 KG/CM ²	MURO DE CON- TENCIÓN
"	"	"	"	134	"	"
20	"	7 "	100 KG/CM ²	116 "	116 "	BASES PARA NEOPRENO
21	"	"	100 "	98 "	98 "	MURO DE CON- TENCIÓN.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE