

52

2 EJ



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL  
PUENTE SAN MIGUEL TOTOLAPAN"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
ADEMIR LERAZO DAMIAN

DIRECTOR DE TESIS: ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI



MEXICO, D. F.

1985

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Señor  
**ADEMIR ERAZO DAMIAN**  
Presente.

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-132/94

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

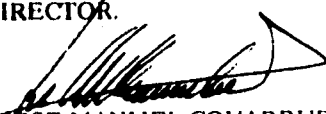
**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE SAN MIGUEL TOTOLAPAN"**

- I. INTRODUCCION**
- II. ESTUDIOS BASICOS Y DESCRIPCION DEL PROYECTO**
- III. PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE OBRA**
- IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUBESTRUCTURA**
- V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPERESTRUCTURA**
- VI. CONCLUSIONES**

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

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

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, a 19 de agosto de 1994.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR\*nl

**DEDICO ESTA TESIS:**

**A DIOS**

**PORQUE GRACIAS A EL TODO ES POSIBLE**

**A MIS PADRES**

**POR SU CARINO Y EJEMPLO**

**POR SU ESFUERZO EN HACER DE  
MI HOMBRE DE BIEN.**

**A MIS ABUELOS**

**DE QUIENES SIEMPRE ESTARE  
AGRADECIDO**

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**POR LA IMPORTANCIA QUE TIENE  
EN MI VIDA**

**POR FORMAR PERSONAS UTILES A  
NUESTRA SOCIEDAD**

**MI AGRADECIMIENTO A:**

**MIS HERMANOS Y A TODA MI FAMILIA  
POR SU CONFIANZA**

**TODOS MIS PROFESORES DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA. ESPECIALMENTE AL ING. ALBERTO  
CORIA ILIZALITURRI.  
POR SU DIRECCION EN LA REALIZACION DE  
ESTE TRABAJO  
Y AL ING. MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ VEGA  
POR SU APOYO DE SIEMPRE**

**ING. RAUL VALENZUELA CISNEROS  
ING. JORGE CISNEROS ADELL  
ARQ. AUGUSTO BARBOSA BRISEÑO  
ING. MANUEL CAMACHO DIAZ  
ING. MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ ZAVALA  
POR TODA LA AYUDA INCONDICIONAL QUE  
HE TENIDO DE USTEDES**

ES VERDADERAMENTE LIBRE AQUEL QUE  
DESEA SOLAMENTE LO QUE ES CAPAZ  
DE REALIZAR Y QUE HACE LO QUE LE  
AGRADA.

J. J. ROUSSEAU.

# INDICE

<b>I.-</b>	<b>I N T R O D U C C I O N</b>	<b>PAG.</b>
	I.1. GENERALIDADES . . . . .	1
	I.2. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA REGION . . . . .	6
	I.3. FINALIDAD DE LA ESTRUCTURA . . . . .	15
<b>II.-</b>	<b>ESTUDIOS BASICOS Y DESCRIPCION DEL PROYECTO</b>	
	II.1. ESTUDIOS BASICOS	
	II.1.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS . . . . .	17
	II.1.2. ESTUDIOS HIDROLOGICOS . . . . .	18
	II.1.3. ESTUDIOS GEOLOGICOS . . . . .	19
	II.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<b>III.-</b>	<b>PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE OBRA</b>	
	III.1. PRESUPUESTO . . . . .	24
	III.2. PROGRAMA DE OBRA Y RUTA CRITICA . . . . .	27
<b>IV.-</b>	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUBESTRUCTURA</b>	
	IV.1. TRABAJOS PRELIMINARES . . . . .	36
	IV.2. FABRICACION Y COLOCACION DE CILINDROS DE CON- CRETO EN LA CIMENTACION . . . . .	39
	IV.3 FABRICACION DE PILAS Y ESTRIBOS DE CONCRETO. . . . .	47

<b>V.-</b>	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPERESTRUCTURA</b>	<b>PAG.</b>
V.1.	FABRICACION Y COLOCACION DE TRABES DE ACERO.	
	ESTRUCTURAL. . . . .	<b>56</b>
V.2.	FABRICACION DE LOSA DE COMPRESION. . . . .	<b>63</b>
V.3.	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS. . . . .	<b>66</b>
<b>VI.-</b>	<b>CONCLUSIONES.</b> . . . . .	<b>90</b>

**RELACION DE PLANOS**

PLANO GENERAL

ESTRIBO Y CILINDRO

PILA Y CABEZAL

DETALLES GENERALES

TRABES

**BIBLIOGRAFIA.**



# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

## I.1 GENERALIDADES

Un puente es una estructura de madera, piedra, ladrillo, concreto y acero estructural, que se utiliza para que una vía de comunicación pueda salvar un río, una depresión de terreno u otra vía de comunicación. Según la enciclopedia universal ilustrada la palabra puente proviene del latín *pons, pontis*; fabrica de piedra, ladrillo, madera ó hierro que se construye y forma sobre los ríos, fosos y otros sitios para poder pasarlos. Etimología : Sanscrito *Panthal, Pantha*, camino. -- Claro esta, puente es camino que une. Camino para ferrocarriles, para automóviles, para toda clase de vehículos, camino para peatones, camino para bestias, etc.

Cabe agregar que actualmente tiene otras aplicaciones en algunas especialidades del congegimiento, como odontología, en aviación, en estrategia, en electricidad, en mecánica, etc; siempre con el mismo significado de camino que une.

En lo que sigue se intentara exponer algunas opiniones o juicios sobre la construcción de puentes a lo largo de la historia, sin la documentación y pormenores de un tratadista de la materia, a modo de ilustrar la descripción y edificación del puente San Miguel Totolapan, tema y motivo de esta tesis.

Seria imposible establecer que hombre o que pueblo en la historia del mundo, construyo el primer puente. Es seguro que fue la naturaleza misma la que dio al hombre, por algún fenómeno, la utilización de cualquier objeto que sirvió de camino, allí donde no habia paso. Tal vez un árbol caido, la espesura de una enramada, ó bién las lianas o bejuocos que caprichosamente la acción de los vientos tendieron de una a otra margen del río.

La historia habla ya del puente de Babilonia sobre el río Eufrates, según se afirma, construido en el año 1,150 antes de Jesucristo, de madera sobre pilas de piedra y una longitud de 200 metros.

Los Romanos fueron quienes en occidente construyeron puentes propiamente dichos y enseñaron a construirlos. En Italia y los países conquistados, edificaron sobre arcos, puentes que todavía existen. En España el puente Alcántara sobre el río Tajo de 48 metros de altura, formado por tres arcos, se construyó en el año 98 después de Cristo, por el emperador Trajano; restaurado siglos después por ordenes de Carlos V, en 1543. El puente Chia Je, en la provincia de Ja Bei, China construido en el siglo VI, es un testimonio de que los chinos han sido notables constructores de puentes de alta seguridad; los puentes citados fueron construidos con piedra.

El empirismo, la repetición y la imitación fueron las primeras maneras empleadas en la construcción de puentes. Así se construyeron por muchos años y siglos, hasta que se fundó en Francia el " cuerpo de puentes y caminos " en el año de 1716. Fue desde entonces cuando se pasó del empirismo al cálculo matemático.

Inglaterra fue el primer país que usó las estructuras metálicas; al terminar el siglo XIX comenzó a usarse el hierro fundido. De este tiempo data el puente que se hizo en el estrecho de Menai, en Gales del Norte, Inglaterra, que su estructura es un enorme tubo capaz de dar paso en su interior a un ferrocarril.

Como nota complementaria cabe agregar que en la edad Media y el Renacimiento los puentes se construían básicamente en vigas y puntales. En el Canadá, Rusia y otros países como la India y Suiza, se fabrican y fabricaron algunos puentes de madera para dar paso al ferrocarril, o simple paso para personas y animales. Este tipo de puentes es muy económico, pero sujeto a serios pasatiempos, pues son comparativamente poco durables y pueden incendiarse con facilidad.

En México ya se conocían los puentes antes de la conquista . De ellos se habla cuando Hernán Cortés llegó a Tenochtitlan. Aunque los indigenas conocían la construcción de mampostería en alto grado, los puentes construidos en esa época, fueron de madera. Es de citarse un puente móvil o transportador que usaron los españoles en su escapatoria , en la memorable noche triste.

Durante la dominación se hicieron algunos puentes de piedra que subsisten hasta la fecha como el puente nacional y el del emperador, en el camino a Veracruz. En el Mexico independiente , al iniciarse la construcción de los ferrocarriles en el país, se edificaron algunos puentes importantes como el de Maltrata.

Desde el periodo revolucionario hasta la fecha, se ha significado por un justificado afán de multiplicar las comunicaciones nacionales; ha construido en todas sus vías, puentes de los mas variados tipos por su estructura y clasificación, algunos sumamente importantes, como los que atraviesan los grandes rios, como el Tuxpan, el Papaloápan, el rio Bravo, el rio Mezcala, entre otros .

Además de clasificar los puentes de acuerdo con los materiales con que fueron construidos, existe otra clasificación de estas estructuras de acuerdo con los servicios a que están destinados, así pues se dividen en: Puentes carreteros o de ferrocarril, puentes para canales y acueductos, cruces para peatones o ganado, puentes para manejo de materiales, puentes para tuberías principalmente.

Cabe mencionar que los puentes se clasifican también de acuerdo a su sistema estructural, dividiéndose en : Puentes de claro simple o de viga continua, puentes de arco simple o múltiple, puentes colgantes o atirantados, puentes del tipo de marco rígido.

La estructura de un puente esta formada por la subestructura y la superestructura, tal y como se muestra en la fig. 1 anexa.

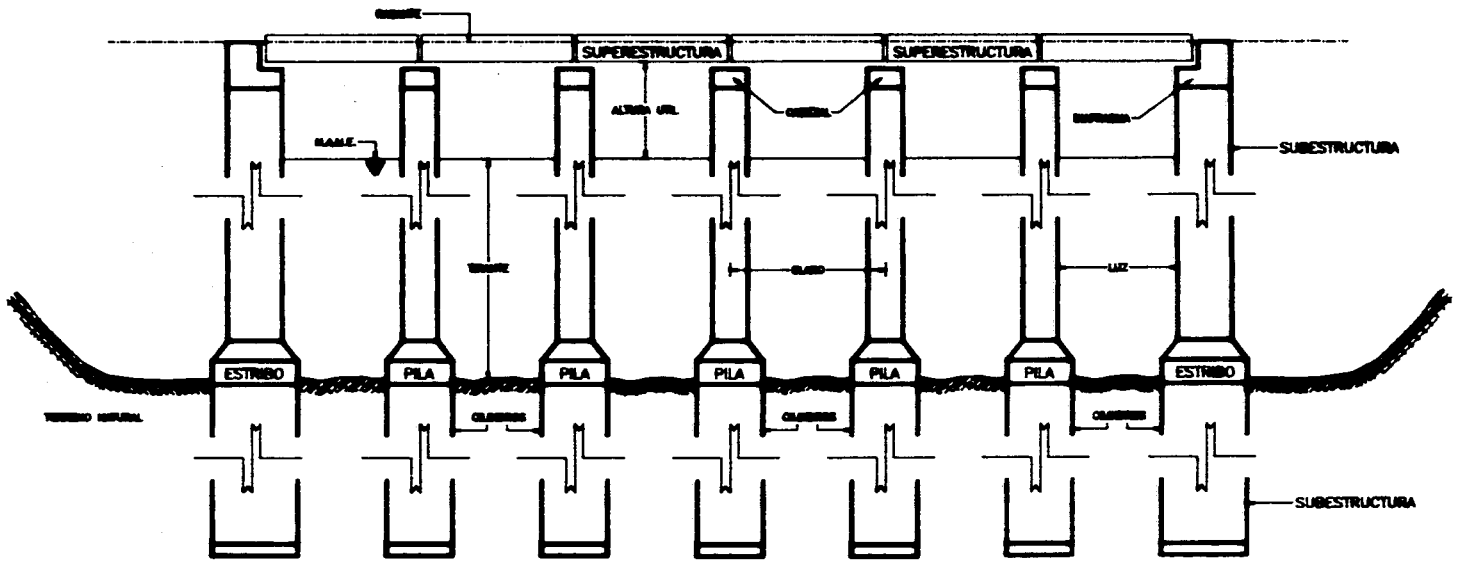
La subestructura puede ser en la cimentación de zapatas de mamposteria o de concreto, - tambien puede ser de pilotes o de cilindros de concreto, tambien puede ser de losa de cimentación o cajones de cimentación, etc; Los apoyos de un puente pueden ser de caballetes de madera, de mamposteria, de acero estructural, de concreto o combinados; pilas y estribos de concreto, de acero estructural, de mamposteria, de madera o combinados.

La superestructura puede estar formada de diferentes maneras como por ejemplo, de piso de madera sobre largueros de madera, losa de concreto armado sobre traveses de concreto o traveses de acero estructural, arcos de mamposteria o de concreto, arcos metálicos, armaduras de acero, - de piso de madera con cables ( puentes colgantes ), etc;

Relacionando los conceptos anteriores se puede dar la siguiente definición: " Un puente - es un sistema estructural formado por un conjunto de elementos combinados en forma ordenada para realizar la función de enlace en la via o camino. "

Es fundamental hacer que los puentes, al igual que otras estructuras, cumplan con la función a la que estan destinadas en condiciones normales de operación, con un grado de seguridad adecuado y una inversión inicial razonable; además deberán satisfacer requerimientos estéticos (en todo lo posible seran congruentes con el paisaje y en armonia al lugar donde se encuentren).

Teniendo ya cierta idea de lo que implica la conformación de un puente, cabe señalar que el objetivo del presente trabajo es desarrollar el procedimiento constructivo del puente " San Miguel Totolapan", exponiendo los problemas particulares de su constitución y ejecución.



ESTRUCTURA DE UN PUENTE

FIG. 1

Dicho trabajo se desarrollará en seis capítulos. En el primero se da una breve introducción, seguida por las generalidades del estado de Guerrero, lugar donde se encuentra ubicada dicha obra; y en los últimos párrafos del capítulo se refiere al por qué de la construcción de ésta obra. El segundo nos habla tanto de los estudios básicos que se requieren realizar para este tipo de obras, así como la descripción del proyecto. En el tercer capítulo, se muestra el presupuesto y programa de obra, en los cuales se valúa el costo y el tiempo respectivamente de los diferentes conceptos de obra que integran este puente en su totalidad. En el cuarto y quinto capítulo se describe el procedimiento constructivo del puente " San Miguel Totolapan ", en todas sus partes. Y finalmente en el sexto capítulo, se expondrán brevemente las conclusiones originadas en el desarrollo de este trabajo.

## **I.2 ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA REGION**

**Guerrero:** Dicho estado lleva este nombre en memoria del héroe independentista Mexicano Vicente Guerrero. Se encuentra situado en la región meridional de México, sus coordenadas extremas son 16° 19' y 18° 53' de latitud norte y 98° 02' y 102° 11' de longitud oeste. Tiene una superficie de 64,586 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 3.3 % del territorio del país y lo sitúa por su extensión en el 13o. lugar a nivel nacional. Se encuentra limitado al Norte por los estados de Michoacán, México, Morelos y Puebla, al este por el estado de Oaxaca, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Michoacán; ( ver fig.2 ) y tiene como capital Chilpancingo de los Bravo, esta dividido en 75 municipios y tiene una población total de 2'620,637 habitantes según el censo de 1990.

**Historia del estado de Guerrero.** - A la llegada de los españoles se encontraba ocupada la región por Tarascos, Nahuas, Oaxaqueños y los Mejicanos, no se hicieron expediciones directas al territorio que hoy forma el estado de Guerrero y que permaneció por mucho tiempo inexplorado. La zona fue agregada a las conquistas españolas en 1529 por Cristóbal de Olid y Gonzalo de Sandoval, que a principios del siglo XVI llegaron a Acapulco. Este puerto fue durante el periodo colonial el único que se abrió al comercio con el Oriente, especialmente con Filipinas, India y el Japón. Administrativamente durante la época colonial la región estuvo adscrita a las intendencias de Michoacán, México y Puebla.

De entre los principales hechos que pueden citarse en un breve artículo se encuentran: Instalación del Congreso de Chilpancingo y nombramiento de Morelos como generalísimo del ejército independiente en 1813. Morelos atacó dos veces Acapulco y por fin, se apoderó de el des --



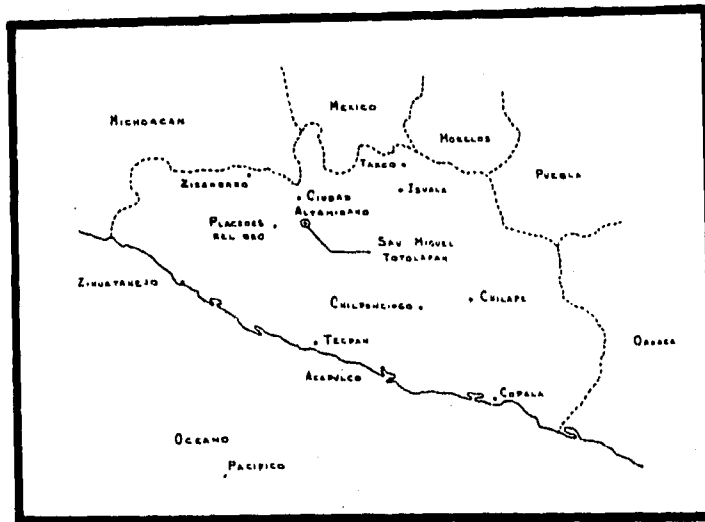


FIG. 2

pués de un largo sitio. Chilapa fué tomada por Morelos y Guerrero en dos diversas ocasiones. --  
Tixtla fué tomada por Morelos en Mayo de 1812. Por fin en Iguala fué donde se proclamó el --  
plan que lleva su nombre y que dió por resultado la consumación de la Independencia. Más tar-  
de el estado de Guerrero fué donde se inició el liberalismo. En Ayutla fué proclamado el plan --  
que dió fin a la dictadura de Santa Anna y que fué el primer paso decisivo hacia la reforma. El -  
estado de Guerrero quedo erigido por decreto del 18 de Mayo de 1847 y su constitución promul-  
gada el 25 de octubre de 1862. Su Capital fue primero Tixtla y luego Chilpancingo fue creado --  
con territorios anteriormente pertenecientes a los estados de México, Michoacán y Puebla.

**Clima** .- Es tropical en los puntos bajos del Sur y en las cañadas y valles hondos que se --  
en cuentan al Norte de la gran cordillera; encontrandose también el clima un tanto cuanto seco-  
al centro del estado. Temperatura media anual que oscila entre los 18 ° C y 22 ° C y precipita-  
ción pluvial que es entre los 800mm y 1000mm anuales.

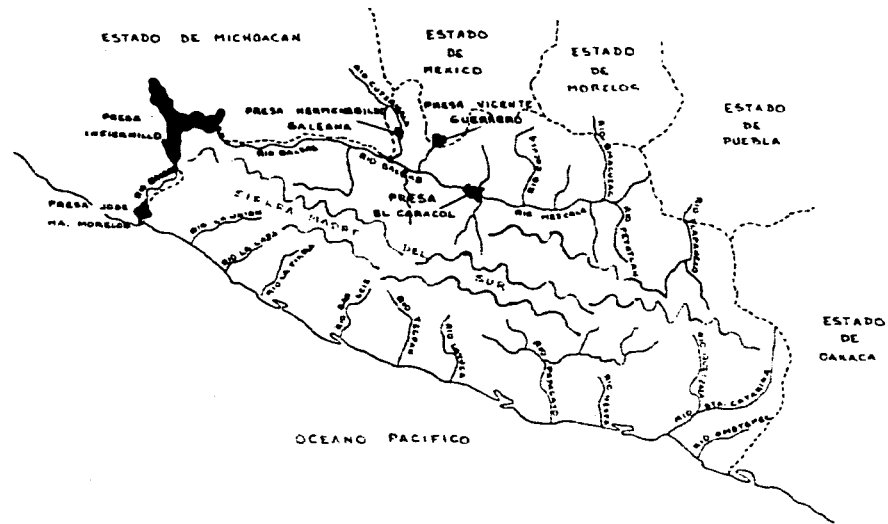
**Flora** .- En la tierras altas de la Sierra Madre del Sur la vegetación es de coníferas y an --  
giospermas como: Encino, Pino, Copal, Linaloe, Palo Blanco, Caoba y Cedro Rojo. En las par-  
tes bajas de la sierra mencionada se observan por doquier plantas como éstas: Algodón, Tabaco,  
Pimienta, Caña Dulce, y Cacao; en el litoral prosperan principalmente Manglares, Palmeras y --  
Amates.

En las regiones semidesérticas encontramos en su mayoría el siguiente tipo de vegetación:  
Huizache, Mezquite y gran variedad de cactaceas y agaves. Y en las estribaciones (regiones cer-  
canas al litoral ) podemos encontrar plantas medicinales y gran variedad de condimentos; corres-  
pondiendo a la primera plantas como el Anís, Boldo, Eucalipto, Estafiate, Gordolobo, Manzani-  
lla, Achote, Arnica y Sábila. Y a la segunda tales como la Pimienta, Mejorana, Comino y Tomi-  
llo.

**Fauna** .- Puede asegurarse que viven en el estado de Guerrero casi la totalidad de los animales que habitan en la Tierra desde el Ecuador hasta el paralelo 47, siendo muchos de aquellos aborígenes y otros importados de la Europa Meridional, encontrándose mamíferos como: Puma, Jaguar, Lobo, Coyote, Gato Montés, Oso Hornigüeo, Armadillo, Ardilla, Cacomixtle, Mapache, Venado, Zorra y Puerco Espín; las siguientes aves: Aguila, Búho, Loro, Pelicano, Chachalaca, Faisán, Gavilán y Halcón. Y existen también reptiles como: Camaleón, Boa, Cocodrilo, Corallillo, Vibora de Cascabel, Iguana y Tortuga. Por último en el mar encontramos especies como las siguientes: Sábalo, Lisa, Huachinango, Robalo, Mojarra, Pargo, Camaron, Cangrejo, Langosta, Langostino, Angula, Curbina, Pez Espada, Pez Sierra, Salomón, Tiburón, Sardina, Trucha, Abulón, Almeja, Calamar, Caracol, Pulpo y Ostión.

**Grupos Etnicos** .-Las razas que existen en el estado son la mestiza, la indígena y la negra, esta última importada por los Españoles; hablarse, además del español, los idiomas Tarascos, Mejicano, Mixteco, Tlapaneco, Cuitcatleco y Amuzgo.

**Hidrografía** .-El suelo del estado de Guerrero es regado profusamente por multitud de ríos y arroyos en todas direcciones y abrigado en su mayor parte contra los vientos asoladores del gran océano. No consiente, sin embargo, su configuración que se formen grandes ríos, a excepción del río Balsas, cuyo lecho es común para todas las vertientes interiores del estado. Las vertientes meridionales de la sierra corren hacia el litoral y desaguan en las lagunas que comunican o no con el mar y que lentamente van diluyendo la costa y dejando avanzar el Océano. También en el interior existen algunos de estos depósitos de agua pluvial que se forman en depresiones del suelo, y en localidades, donde este no es permeable. Algunos de los principales ríos del estado son: Al norte el río Amacuzac, al noreste el río Tlapaneco, al noroeste el Cutzamala, al oeste el río Zacatula, al este el río Ometepec; al oeste a este el río Balsas y al sur los ríos Atoyac y Coyuca . ( ver fig. 3).



HIDROGRAFIA DEL EDO. DE GUERRERO

FIG. 3

**Orografía** -Desde la costa del Pacifico se levanta poco a poco el suelo hasta las primeras estribaciones de la Sierra Madre de Sur (la cual atraviesa el estado cubriendo regiones del norte, centro y sureste), donde se hace sumamente accidentado y dominado por considerables alturas, como el cerro de Tiotepac de 3550 m.s.n.m, el cerro de Tlacotepec y Zacatonal de 3300 m.s.n.m el cerro Pelón y Piedra Ancha de 3100 m.s.n.m. y el cerro Naranja de 3030 m.s.n.m. , esta cadena montañosa se deprime un tanto en el extremo occidental del Estado permitiendo el paso al caudaloso Balsas. Cabe mencionar que gran parte de la Sierra Madre del Sur se encuentra practicamente incomunicada. Esta cadena montañosa no difiere esencialmente de su constitución de toda la gran cadena que cruza la Republica Mexicana, ni en su aspecto se diferencia tampoco, ya que las faldas estan cubiertas de tupidas selvas encontrandose en las mas bajas esas apreciadas maderas de los trópicos.

Entre las diferentes montañas que componen esta cordillera suele encontrarse barrancas profundas y estrechos valles cubiertos de vegetación y surcado por los arroyos que se desprenden de la Sierra; el mismo rio Mezcala corre por espacio de muchos kilómetros encajonado en las montañas. Al otro lado de éstas, o sea por la parte septentrional, se extienden algunas llanuras que con frecuencia interrumpen numerosos cerros y pequeñas cordilleras que por su constitución y orientaciones parecen no pertenecer al sistema general.

**Geología** .- Los suelos del estado de Guerrero se pueden distribuir como se indica a continuación:

a).- Escarpados de la Sierra: Abarcan el 30 % de la superficie del estado, constituido por rocas basálticas y granitos y a veces por corrientes de lava estratificada, algunas de estas regiones estan cubiertas por una capa de textura arcillosa,color pardo oscuro;profundidad de 20 a 90cm.

b).- **Aledaños de la Sierra:** Gran cantidad de materia orgánica; textura limo-arenosa, llamados también suelos de pradera cubren el 45 % de la superficie, color café claro.

c).- **Dunas:** Franja a lo largo de la costa; ancho de 0.5 a 20 km; suelos profundos, sin perfil desarrollado; textura arenosa, permeable; manto freático muy somero.

d).- **Vegas de los Ríos:** Típicos aluviales; sin perfil desarrollado, formados de arena y cantos rodados, sumamente permeables hasta el extremo de absorber completamente los ríos que llegan a ellas.

**Actividades Económicas** .- El aspecto económico se divide en tres sectores:

Un sector primario: Que incluye a la agricultura, la ganadería, la siveicultura y la pesca

Un sector secundario: Que comprende las actividades de extracción y procesamiento de materiales susceptibles de ser convertidas en bienes de consumo o útiles para su producción.

Un sector terciario: Que abarca a las actividades comerciales y de servicios.

A continuación se tratará el desarrollo que han tenido algunas de las áreas de los sectores anteriormente mencionados.

**AGRICULTURA:** De no ser por la actividad turística, Guerrero quedaría clasificado como una entidad eminentemente agrícola produce principalmente: Arroz, Maíz, Frijol, Trigo, Camote, Chile, Ajonjolí, Algodón, Cacao, Café, Tabaco y Caña de Azúcar. Además destaca la producción de copra donde es el principal productor en México. La superficie de temporal es de

1'442,140 Ha. La de riego y humedad es de 90'654 Ha. Haciendo un pequeño parentesis cabe --  
mencionar que la región donde es construido el puente San Miguel Totolapan ( tierra caliente )  
motivo de esta tesis es una zona altamente productiva en Malz, Trigo, Ajonjoli, a nivel estatal.

GANADERIA : De las 2'455,248 Ha. De pastos en la entidad, 601,934 están en las llanuras y  
1'853,350 en cerros y lomeríos. El inventario ganadero del estado a 1990 es el siguiente : ---  
1'279,869 Bovinos, 823, 569 Porcinos, 46,326 Ovinos, 608,416 Caprinos, 4059,519 Aves do --  
mesticas y 115,252 Colmenas. La región donde es construido el puente San Miguel Totolapan -  
destaca principalmente en ganado porcino y aves domesticas.

SILVICULTURA : La superficie total forestal del estado de Guerrero es de 5.282 millones  
Ha; 2.260 millones arboladas, 1.815 millones aburstivas, 104 mil de matorrales y 1.103 millo --  
nade areas perturbadas. Funcionan en la entidad 30 aserraderos y 6 fábricas; 2 de cajas, una de  
impregnación, una de aglomerados, una de papel y celulosa y una de resina . La zona donde es  
construido el puente motivo de esta tesis se pretende impulsar esta actividad, debido a su gran -  
cercanía con la Sierra Madre del Sur . Por último cabe mencionar que Guerrero es el noveno es -  
tado del país en producción maderable .

PESCA : El estado tiene 500 km de litorales; 20,000 km<sup>2</sup> de plataforma continental y una  
superficie no cuantificada de lagunas, litorales y embalses interiores permanentes. Las especies  
de agua dulce ( Mojarra, Charal, Carpa); Peces marinos ( Guachinago, Tiburon, Jurel, Lisa, -  
Cazón, Sierra, Robalo, Pargo); Crustaceos ( Langostino, Camarón, Jaiba, Langosta); moluscos  
( Ostión, Pulpo, Almeja, Caracol ) y animales acuáticos ( Tortuga ). La población que habita en  
la región donde es construido el puente San Miguel Totolapan se dedica a la pesca de la Carpa --  
en el río Balsas.

**MINERIA :** Guerrero es un estado muy rico en minerales tales como el oro el cual se explota en lugares como: Arcelia, Taxco, Chilpancingo, Mochitlán, Zumpango, Zirandaro, San Miguel Totolapan ( región que quedara comunicada en la construcción del puente San Miguel Totolapan ); otro mineral que destaca en su explotación es la Plata, la cual se extrae en Coahuayutla, Malinaltepec, Zumpango del río , Zirandaro; el cobre se extrae principalmente en Coyuca de Benitez; el Plomo y el Zinc se explotan en Coahuayutla, principalmente; y por último se extrae en Barita, Bentonita, Cantera, Caliza, Caolín, Dolomita, Marmol, Mercurio, Granito y Yeso en diversos municipios.

**TURISMO :** Esa actividad aporta el 45% del producto interno bruto de la entidad y participa con el 10% en la infraestructura hotelera del país. Mencionando de entre los múltiples lugares -- los siguientes: El Triangulo del Sol, Acapulco-Taxco-Ixtapa Zihuatanejo, las Zonas Arqueológicas de la Sabina en Acapulco, la tumba de Cuauhtémoc en Ixcateopan, los Coventos del siglo--XVI de Chilapa y Tlapa, las grutas de Oxtotitlan, Acuitlalpan, Cacahuamilpa, Zacatecolotla , y la Mariposa , Las Cascadas de Axuxuca , El Río Balsas , donde se realiza el maratón motonáutico y Las lagunas de Tres palos , Coyuca de Benitez , Chautengo y Marquelia .

**VÍAS DE COMUNICACION :** Guerrero es uno de los estados de la Republica Mexicana que -- ha logrado un mayor desarrollo económico , como resultado de la intensa actividad turística que ha tenido lugar en su territorio .

Consecuentemente, ha sido necesario desarrollar una infraestructura de comunicaciones terrestres , que ha dado lugar que a la fecha se cuente con una vasta red de caminos , que enlazan prácticamente todos los poblados de primera o mediana importancia del estado .

Se comunica con el resto del país por la Carretera de cuota 95 que cruza el estado en la parte central tocando los siguientes puntos Taxco , Iguala , Chilpancingo , Acapulco entre otros



lugares de menor importancia . Cuenta también con la Carretera federal 200 , la cual bordea hacia la costa de Michoacán y de Oaxaca . Otra Carretera de gran importancia es la recientemente construida Autopista del Sol la cual toca los siguientes puntos Chilpancingo , Tierra Colorada , y Acapulco principalmente .

Cuenta también con la Carretera 51 que comunica la parte Noroeste del Estado enlazando ciudades como Iguala , Arcelia , C.d. de Altamirano para posteriormente dirigirse hacia el Estado de Michoacán .

Cabe mencionar que esta última vía entronca con la totalmente restaurada Carretera que une a Coyuca , Ajuchitlan , San Miguel Totolapan y Poliutla dentro de dicho tramo carretero se construye el puente San Miguel Totolapan motivo de la presente tesis .

La longitud de la red de Carretera en el estado de Guerrero se distribuye de la siguiente manera : 2, 633 .7 Kms de Carreteras pavimentadas 4, 651.5 Kms . Revestidas y 5,529. 0 Kms de terracerías .

Las vías férreas desarrollan una longitud dentro del estado de 72 Kms de operación .

El estado cuenta con dos aeropuertos y 19 campos de aterrizaje registrados en toda su extensión .

En cuanto a la obras portuarias en el estado cuenta con una longitud de 4,660 M.L . de puertos de atraque .

Existen 12 televisoras locales , así como también 34 radiodifusoras distribuidas en 14 localidades , cuenta además con una longitud de 240 Kms. De red telefónica y 4, 320 Kms . de líneas telefónicas en todo el estado .

**CONCLUSION:** Los estudios socio-económicos determinaron que la construcción de un camino entre los puntos antes mencionados así como de sus obras auxiliares (Puentes, Bados, etc) es justificable y financiable.

### **I.3 FINALIDAD DE LA ESTRUCTURA**

La construcción del puente San Miguel Totolapan traerá múltiples beneficios a la región Noroeste del estado de Guerrero , una de las principales finalidades es que la zona contará con una vía de acceso adecuada y que permitirá el transporte de los diversos recursos maderables que se pretenden explotar en la región con la puesta en marcha de varios aserraderos en la cercanía de la Sierra Madre del Sur .

El puente San Miguel Totolapan y en general toda la red carretera de la cual forma parte también servirá para dar impulso a la actividad minera, debido a que se prevé el desarrollo de industrias de extracción de minerales principalmente Oro y Plata .

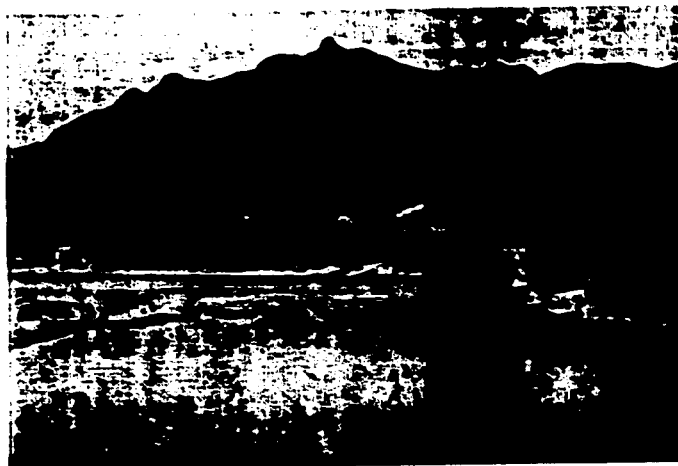
En el campo agrícola esta obra servirá para dar paso sobre el río Balsas a los camiones que transportan las cosechas que se producen en la región principalmente Melón , Ajonjolí , Maíz ; ya que estas siempre han sido transportadas por dos medios . El primero es a través de caminos que en ocasiones se tornan intransitables en las proximidades de la Sierra perdiéndose demasiado tiempo y dinero debido a que es muy largo el recorrido que hay que hacer para llegar al puente más cercano para el cruce del río Balsas . El segundo medio de transporte es trasladándose de una margen del río a la otra por medio de lanchones o pangas que soportan hasta dos camionetas de tres toneladas; el cruce del río por este último medio se torna muy lento debido a la acumulación de vehículos que requieren el paso de una margen del río a la otra.

En otras áreas económicas que también se pretende resulten beneficiadas con la construcción de dicho puente y por supuesto con la casi totalmente nueva red carretera se puede mencio

nar la pesca y la ganadería; además de que por razón obvia quedara comunicada una gran cantidad de poblaciones que anteriormente solo tenían acceso como ya se dijo por caminos de brecha o por el cruce del río por medio de lanchones.

Por último en cuestión de seguridad pública con esta parte de tierra caliente ésta carretera servirá para tener controlada la región debido a que existe un alto número de sembradíos de --- marihuana y amapola en el interior de la Sierra Madre del Sur que generan desafortunadamente un excesivo tráfico de estupefacientes en la zona.

En síntesis la construcción del puente San Miguel Totolapan y en general el tramo carretero del cual es parte fundamental, traerá como resultado el desarrollo de todas las actividades de la zona así como también comunicara poblaciones que anteriormente solo contaban con caminos de brecha en muy mal estado.



CRUCE DEL RIO BALSAS CON LANCHONES

**CAPITULO II**  
**ESTUDIOS BASICOS Y**  
**DESCRIPCION DEL PROYECTO**

## **II.1 ESTUDIOS BASICOS**

Los estudios preliminares de campo, son indispensables para llevar a cabo la realización -- del proyecto de cualquier obra.

En base a estos estudios y al mismo proyecto, se podrá elegir el procedimiento constructivo a emplear, para una adecuada construcción y conclusión de la obra.

Los estudios de campo que son necesarios efectuar para el desarrollo del proyecto de este tipo de puentes se pueden dividir en : Estudios topográficos, hidráulicos y geológicos .

### **II.1.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

Al rendir un informe sobre los estudios topográficos llevados a cabo para la construcción de un puente, además de dar el nombre del río o barranca, camino correspondiente, tramos de camino en el cual se encuentra, etc. es imprescindible se rindan los siguientes datos:

- a).- Origen del kilometraje.
- b).- Plano en planta a escala, mostrando el eje del camino, curvas de nivel , dirección del cauce; construcciones cercanas y datos importantes.
- c).- Angulo que forma el camino con el eje de la corriente.
- d).- Elevación y descripción del banco de nivel más próximo.
- e).- Planos de localización correspondientes a un kilómetro a cada lado de la obra.
- f).- Elevación de la subrasante que resulte mas adecuada.

- g).- Perfil topográfico sobre el eje logitudinal del puente mostrando detalladamente las --- cotas del terreno natural.
- h).- Importe de las indemnizaciones que tendrian que hacerse al llevarse a cabo la obra, - en caso de ser necesarias.

## III.2. ESTUDIOS HIDRAULICOS.

Los datos hidráulicos de mayor importancia pueden resumirse así:

- a).- Una sección en el cruce y dos secciones auxiliares aguas arriba y aguas abajo a escala- considerando: nivel de aguas minimas, nivel de aguas máximas ordinarias, nivel de aguas máxi- mas extraordinarias, pendiente del fondo del cauce o de la superficie del agua en una extensión- de 200m a cada lado del eje .
- b).- Coeficiente de rugosidad del cauce.
- c).- Velocidad superficial indicando el procedimiento usado.
- d).- Frecuencia y duración de las crecientes máximas extraordinarias, época del año en que se efectua y dimensiones aproximadas del material de arrastre.
- e).- Si el cauce es estable o divagante o si tiene tendencias a divagar
- f).- Si la corriente deposita o socava .
- g).- Si hay que efectuar alguna canalización .
- h).- Si el remanso afectara propiedades vecinas.
- i).- Claro mínimo que se recomienda para permitir el paso de los cuerpos flotantes 15m .
- j).- Se recomienda que el espacio libre vertical que deberá dejarse entre el nivel de aguas máximas extraordinarias y la parte inferior de la superestructura para permitir el paso de los -- cuerpos flotantes sea de 1.5m mínimo.



k).- Datos sobre puentes construidos aguas abajo y aguas arriba próximos al cruce, tales como su longitud, longitud mínima del tramo, altura de la subrasante sobre el fondo, área hidráulica, si es o no suficiente el puente, separación entre pilas y pendiente del cauce en el cruce.

### II.1.3. ESTUDIOS GEOLOGICOS

Para determinar las características mecánicas del suelo en la zona del cruce, se efectuaron dos sondeos de exploración, los cuales determinaron la composición y espesores de los estratos que componen el subsuelo.

En el plano general aparece el perfil geológico, donde se muestran los estratos identificados mediante este estudio.

De acuerdo con las pruebas de laboratorio practicadas a las muestras extraídas durante la exploración de suelos se obtuvieron las características generales de los materiales que componen cada estrato y la carga admisible aproximada que puede soportar dicha capa del subsuelo.

De manera únicamente ilustrativa se pueden mencionar las pruebas que se aplican en un laboratorio de mecánica de suelos a las muestras extraídas durante la exploración de suelos como son : Las pruebas de índice, sirven para clasificar y caracterizar los suelos; las pruebas de compresibilidad, generan valores que permiten evaluar los asentamientos que ocurren bajo carga; las pruebas de resistencia en laboratorio, sirven para calcular la capacidad de carga del suelo.

Quando en las regiones próximas al sitio de la obra no existen bancos de explotación para agregados pétreos ( Grava y Arena ) es necesario realizar también sondeos en los posibles lugares cercanos, donde se pudieran encontrar dichos materiales . Una vez localizado el punto donde se explotarán los agregados se obtendrán muestras para analizarlas en laboratorio y observar si cumplen con las características requeridas para poder ser utilizados en la fabricación de concretos.

Para el caso de la construcción del puente San Miguel Totolapan motivo de esta tesis no fue necesario efectuar los sondeos anteriormente mencionados para la obtención de agregados debido a que dichos materiales se encontraron prácticamente en el lugar de la obra, es decir, en las márgenes del río Balsas , solamente se sometieron a cribas para su adecuada clasificación.



RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.

## II.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Los estudios topográficos, geológicos e hidráulicos que se llevaron a cabo previamente al proyecto, así como los estudios económicos, permitieron elegir el tipo de estructura por construir.

Dicha estructura es un puente que será llamado "San Miguel Totolapan" en honor al poblado cercano al sitio de la obra.

El proyecto de esta estructura es del tipo de puentes de marcos continuos; donde la superestructura apoyada sobre las pilas forma dichos marcos. En la solución del aspecto estructural de la superestructura de la obra se presenta bajo el caso de puentes hiperestáticos.

Las computadoras permiten ahora el cálculo de estas obras estáticamente complejas con rapidez y precisión. La experiencia adquirida permite determinar desde un principio, con bastante aproximación, los elementos mecánicos que se desarrollan en la estructura así como las deformaciones y los esfuerzos que se verifican y corrigen con la ayuda de datos suministrados a la computadora.

El proyecto de la estructura se inició con el cálculo aproximado de las partes fundamentales (Pilas, Estribos, Caballetes, Trabes y Cilindros), con objeto de definir en forma preliminar las dimensiones generales que sirvieron de base para el cálculo definitivo.

Con los elementos proporcionados por el cálculo de la estructura se procede al diseño de la cimentación.

Para este efecto, se llevarón a cabo estudios geológicos y de mecánica de suelos, que permitieron definir el tipo de cimentación recomendable para este caso, que es a base de cilindros.

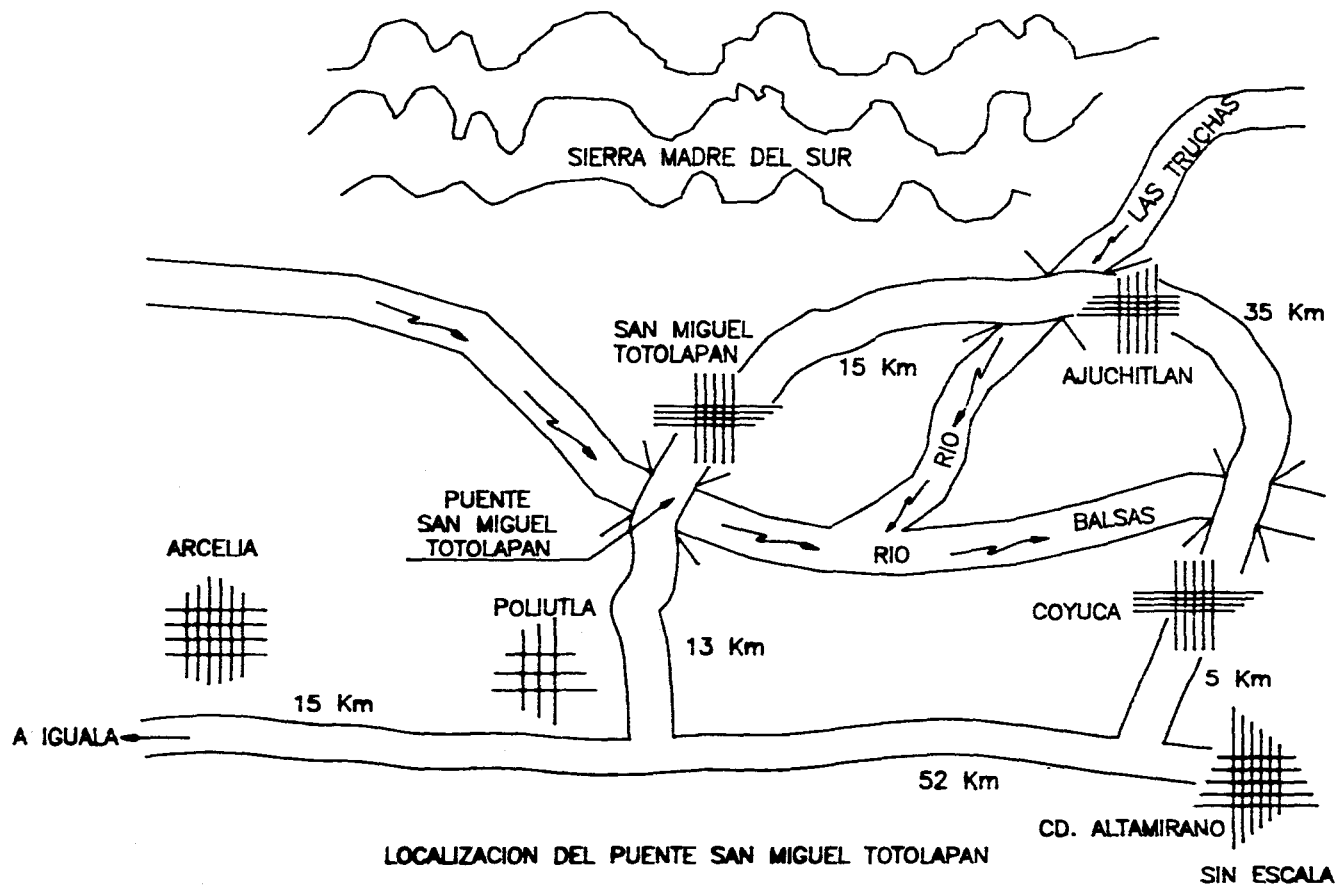
**CARACTERISTICAS:** El puente San Miguel Totolapan forma parte de una red carretera que es casi totalmente nueva ( a excepción de pequeños tramos ya existentes que son restaurados ) y que servirán para comunicar poblaciones como Poliutla, San Miguel Totolapan, Ajuchitlan, Coyuca y C.d. Altamirano ( Ver croquis de localización anexo ).

Dentro de este tramo carretero de más de 68 Kms de longitud son construidos dos puentes, uno de ellos es San Miguel Totolapan localizado aproximadamente a 28 Kms. de la C.d de Arcelia; el otro puente es el Ajuchitlan localizado a 43 Kms. de la misma C.d de Arcelia . El primero es construido sobre el río Balsas y el segundo sobre el río las Truchas, ambos puentes son de similar diseño.

El punto señalado para el cruce del río Balsas donde sera construido este puente tiene un ancho de sección de 500 m aproximadamente; ( Ver Plano No. 1 ) de los cuales 211.2 m serán cubiertos por el puente y la diferencia sera ocupada por los terraplenes en las rampas de ascenso y descenso a dicha estructura.

El proyecto del puente San Miguel Totolapan tendrá un ancho de 9.0 m. Este puente al igual que la mayoría de los de su naturaleza, estan constituidos por las siguientes partes: una subestructura y una superestructura las cuales se describen a continuación .

La subestructura, refiriendose a la cimentación, básicamente es de poca profundidad, constituida por siete cilindros de concreto reforzado; la profundidad del desplante de esta cimentación se seleccionó tomando en cuenta dos factores: El primero, debido a que la superficie del terreno podria erosionarse y el segundo, por que dicha superficie no era lo suficientemente resis-



LOCALIZACION DEL PUENTE SAN MIGUEL TOTOLAPAN

tante para soportar la carga total del puente . Dichos cilindros tienen de 4 a 4.1 m de diámetro, con paredes de espesor de 0.4 m y con profundidades de incado o desplante del orden de 5 m. En lo que se refiere a los cuerpos de apoyo esta constituido por 5 pilas centrales y dos estribos extremos; las pilas son de 1.5 m de diametro y con alturas que oscilan entre los 8 y los 10 m sobre el nivel del terreno natural; los cabezales de las pilas tienen un largo de 7.4 m y un ancho en la base de 1.8 m. Los apoyos extremos o estribos estan formados por un cabezal con diafragma y aleros, ademas de una columna apoyada sobre el cilindro.

Por último la superestructura, constituida por traveses fabricadas con acero estructural diseñadas en base a la teoría de la tridilosa del Ing. Heberto Castillo. En total son 18 traveses requeridas para este puente, utilizandose 3 traveses en cada claro de esta estructura y unidas entre si por atizadores. Sobre dichas traveses van asentadas las losas prefabricadas de 1.23 m por 1.23 m de concreto; las cuales recibirán la losa de compresión para la superficie de rodamiento.

Cabe destacar que el diseño de este proyecto en su totalidad fué hecho por el Ing. Heberto Castillo para el gobierno del estado de Guerrero.

**CAPITULO III**  
**PRESUPUESTO Y PROGRAMA**  
**DE OBRA**



### **III.1 PRESUPUESTO**

Existen tres áreas básicas o aspectos fundamentales en la construcción, sobre las cuales giran prácticamente todas las decisiones y de cuyo logro depende el éxito del proceso constructivo. Estos factores son: Costo, tiempo y calidad. Nos referimos en este capítulo a los aspectos del costo y tiempo, relacionados con las obras de construcción, los procedimientos que existen para pronosticar estos parámetros, las herramientas y metodología usual, así como los mecanismos de control.

El presupuesto es el pronóstico de cuanto costará una obra, definida conforme a un proyecto integrado por un conjunto de planos y especificaciones.

Es también una parte de la planeación, cuyo objetivo es el de poder establecer el valor definido de una obra, antes de que se inicie su construcción.

Para elaborar un presupuesto de alguna obra habrá de seguirse los siguientes pasos:

a).- Definir un catálogo de conceptos de la obra a ejecutar siguiendo un orden predeterminado

b).- Obtener las cantidades de obra o volúmenes correspondientes a cada uno de los conceptos anteriores.

c).- Elaborar los precios unitarios de cada uno de los conceptos de trabajo, definidos con anterioridad en el catálogo de conceptos. Dichos precios se componen de los siguientes elementos :

1.- Costo Directo	a).- Materiales	N\$ _____
	b).- Mano de obra	N\$ _____
	c).- Maquinaria y herramienta	N\$ _____
	Total	N\$ (suma) _____
2.- Costo Indirecto	(%)	N\$ _____
3.- Utilidad	(%)	_____
	Precio Unitario	N\$ (suma total) _____

Respecto a los elementos anteriormente enlistados que forman un precio unitario es conveniente hacer algunas consideraciones sobre su significado.

Se considera costo directo aquel gasto que interviene directamente en la construcción de la obra, como el referente a los materiales para construcción (Cemento, grava, varilla, etc.), los de los salarios de los obreros y el de las inversiones en la maquinaria que el mismo trabajo exige.

Opuestamente, costo indirecto es aquel que representa los gastos relacionados inmediata y necesariamente indispensables antes y todo el tiempo de la obra. Está compuesto por los gastos de financiamiento, fianzas y seguros, administración.

La utilidad o ganancia económica que el contratista desea obtener de la obra, para los efectos del concurso, se considera de un 10% de los costos directos o también es la suma de los costos directos e indirectos multiplicada por el 10%. La utilidad depende única y exclusivamente de las necesidades y criterio de las personas ejecutoras del presupuesto.

d).- Aplicar los precios unitarios a las cantidades de catalogo de conceptos y sumar todos -- los importes para obtener el costo de la obra.

A continuación se presenta el catálogo de conceptos que contempla todas las actividades o trabajos a ejecutar en el puente San Miguel Totolapan.

OBRA: CONSTRUCCION DEL PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN".  
EN SAN MIGUEL TOTOLAPAN. GUERRERO.

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

No. DE CONCEPTO	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO NS	IMPORTE NS
<b>INFRAESTRUCTURA</b>					
1.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN:					
1.A.	Material B sin presencia de agua.	M3	29.40	60.0	1.764.00
1.B.	Material B con presencia de agua.	M3	162.09	80.0	12.967.20
1.c.	Material C sin presencia de agua.	M3	19.0	350.0	6.650.00
2.- ACERO DE REFUERZO. VARILLA DE GRADO 42 (L.E.=4000 kg/Cm2) (INCLUYE ADQUISICION. ACARREO. HABILITADO Y COLOCACION) EN:					
2.A.	Cilindros	KG	13.063.00	3.33	43.499.79
2.B.	Tapones inferiores y superiores de cilindros.	KG	2.404.78	3.33	8.007.92
3.- CONCRETO HIDRAULICO REFORZADO DE F'c=250 Kg/Cm2 (INCLUYE ELABORACION. COLOCACION. MOLDES, OBRA FALSA EN CASO DE SER NECESARIA. VIBRADO Y DESCIMBRADO) EN:					
3.A.	Cilindros	M3	160.69	713.50	114.652.32
3.B.	Topes inferiores y superiores de cilindros.	M3	229.47	992.25	227.691.61
SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA: NS					415.232.84
PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO: NS					415.232.84

OBRA: CONSTRUCCION DEL PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN".  
EN SAN MIGUEL TOTOLAPAN. GUERRERO.

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

No. DE CONCEPTO	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
<u>SUBESTRUCTURA</u>					
4.-	HINCADO DE CILINDROS	M.	39.98	1.096.24	43.827.68
5.-	ACERO DE REFUERZO. VARILLA DE GRADO 42 (L.E. = 4000 Kg/Cm2) (INCLUYE - ADQUISICION. ACARREO. HABILITADO Y-COLOCACION) EN:				
5.A.	Pilas.	KG.	8.672.95	3.51	30.442.06
5.B.	Cabezales.	KG.	8.108.28	3.51	28.460.06
5.C.	Estribos.	KG.	12.230.73	3.51	42.929.86
6.-	CONCRETO HIDRAULICO REFORZADO DE -- F'C = 250 Kg/Cm2 (INCLUYE ELABORA - CION. COLOCACION. MOLDES. OBRA FALSA EN CASO DE SER NECESARIO. VIBRADO. - CURADO Y DECIMBRADO) EN:				
6.A.	Pilas.	M3	68.70	950.40	65.292.48
6.B.	Cabezales.	M3	136.38	1.126.40	153.618.43
6.C.	Estribos.	M3	167.92	1.056.00	177.323.52

SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA: N\$ 541.894.09

PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO: N\$ 957.126.93

OBRA: CONSTRUCCION DEL PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN".  
 EN SAN MIGUEL TOTOLAPAN. GUERRERO.

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

No. DE CONCEPTO	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO NS	IMPORTE NS
<u>SUPERESTRUCTURA</u>					
7.-	ACERO DE REFUERZO. VARILLA DE GRADO 42 (L.E. = 4000 Kg/Cm2) (INCLUYE - ADQUISICION. ACARREO. HABILITADO Y-COLOCACION) EN:				
7.A.	Losa.	KG.	34.122.04	3.33	113.626.39
7.B.	Banqueta.	KG.	12.867.63	3.33	42.849.21
8.-	FABRICACION Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS (TRABES).	KG.	215.006.30	7.00	1'505.044.10
9.-	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS. - (TRABES).	PZA	18.00	4.800.00	86.400.00
10.-	CONCRETO HIDRAULICO REFORZADO DE - F'C = 250 Kg/Cm2 (INCLUYE ELABORACION. COLOCACION. MOLDES. OBRA -- FALSA EN CASO DE SER NECESARIA. - VIBRADO. CURADO Y DECIMBRADO) EN:				
9.A.	Losa.	M3	572.73	660.0	378.001.80
9.B.	Banqueta.	M3	50.18	686.0	34.423.48

SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA: NS 2'160.344.98

PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO: NS 3'117.471.91

OBRA: CONSTRUCCION DEL PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN".  
 EN SAN MIGUEL TOTOLAPAN. GUERRERO.

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

No. DE CONCEPTO	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO NS	IMPORTE NS
<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>					
11.-	CARGO Y ACARREO DE ARENA Y/O GRAVA.	M3	1.519.44	10.67	16.212.42
12.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE APOYOS DE NEOPRENO.	PZA.	72.0	65.0	4.680.00
13.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE JUNTA DE- POLIESTIRENO.	M2	28.11	10.74	301.90
14.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE DREN DE - P.V.C. DE 4" DE DIAMETRO.	PZA.	89.0	15.51	1.380.39

SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA: NS 22.574.71

PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO: NS 3'140.046.62

OBRA: CONSTRUCCION DEL PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN".  
EN SAN MIGUEL TOTOLAPAN. GUERRERO.

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

No. DE CONCEPTO	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO NS	IMPORTE NS
<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>					
11.-	CARGO Y ACARREO DE ARENA Y/O GRAVA.	M3	1.519.44	10.67	16.212.42
12.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE APOYOS DE NEOPRENO.	PZA.	72.0	65.0	4.680.00
13.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE JUNTA DE-POLIESTIRENO.	M2	28.11	10.74	301.90
14.-	SUMINSITRO Y COLOCACION DE DREN DE -P.V.C. DE 4" DE DIAMETRO.	PZA.	89.0	15.51	1.380.39

SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA: NS 22.574.71

PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO: NS 3'140.046.62



## **III.2 PROGRAMA DE OBRA Y RUTA CRITICA**

### **PROGRAMA DE OBRA**

Es el pronóstico de como deben efectuarse en el tiempo las diferentes partes que constituyen una obra de construcción ; también puede decirse que es la exposición gráfica, que muestra en que tiempo deben realizarse las actividades que conforman un proceso constructivo y la forma en que dependerán una de otra para llegar a integrar la duración de la obra.

La programación es una parte de la planeación, que consiste en calcular el tiempo necesario para la ejecución de una obra , integrando las duraciones parciales de las actividades en que se divide dicha obra, una vez que éstas han sido encadenadas en la secuencia ordenada en que planeamos se deban realizar.

Los pasos que es necesario llevar a cabo para elaborar un programa son los siguientes:

- a).- Definir los procedimientos de construcción.
- b).- Hacer una lista de actividades.
- c).- Asignar recursos a cada actividad.
- d).- Determinar la duración de cada actividad.
- e).- Ordenar las actividades de acuerdo a una secuencia de ejecución.
- f).- Elaborar la red básica de actividades.
- g).- Calcular la duración total de la obra.
- h).- Representar el programa en forma gráfica.

Para la realización de un programa de obra normalmente se toman en cuenta solamente los trabajos que corresponden a los conceptos que forman la obra, es decir, los que están incluidos en el presupuesto, quedando fuera, por tanto, las actividades relativas a suministros, instalaciones, licencias, permisos, etc., dado que estas actividades se contemplan por lo regular implícitamente en cada uno de los conceptos.

Al realizar un programa de obra, es necesario elaborar previamente un análisis de la red de actividades o " Ruta Crítica " para lo cual debemos seguir los pasos y las consideraciones mencionadas anteriormente.

a).- Definir los procedimientos de construcción : Antes de iniciar cualquier intento relacionado con la elaboración del programa, es necesario tener una idea clara de como vamos a ejecutar la obra, por lo cual el establecimiento de los procedimientos constructivos es factor imprescindible.

Normalmente, los procedimientos de construcción ya se han seleccionado previamente a esta etapa, pues al establecer el presupuesto se deben examinar las posibles alternativas de ejecución y elegir la más económica; inclusive, en muchos casos, los procedimientos para la ejecución, están definidos en los planos o especificaciones del proyecto.

b).- Hacer una lista de actividades: En esta etapa, es muy conveniente contar con el presupuesto de la obra y al hacer la lista de actividades, hay que tratar de que siga aproximadamente el orden en que vamos a ejecutar los trabajos, aunque no es imprescindible que estén totalmente ordenadas las actividades, ya que la secuencia definitiva y la interdependencia que guarde cada una de ellas, será motivo de un estudio detallado cuando se elabore la red básica de actividades.

c).-Asignar recursos a cada actividad: En este primer intento de la elaboración del programa, es factor muy importante desde luego la experiencia que tenga la persona que está haciendo el -- programa, en cuanto a ejecución de obras, puesto que muchos de los recursos aunque en teoría-- no tienen limitación, guardan cierta relación con la magnitud de la obra y la forma como se en-- cadenana las actividades, por lo tanto, es esta la función mas difícil para realizar los programas y además, es el factor clave para determinar la duración total de los mismos.

d).- Determinar la duración de cada actividad: Una vez hechos los pasos anteriores, para la -- determinación de la duración de cada actividad, el proceso es simplemente aritmético, ya que -- consiste en dividir la cantidad entre el producto de los recursos por el rendimiento que se esta -- hace en los precios unitarios de nuestro presupuesto.

En el caso de que no exista presupuesto en el momento de efectuar un programa de obra, es -- los rendimientos deben ser los que usualmente emplearíamos para el cálculo de los precios uni-- tarios y que son obviamente los rendimientos promedio que en forma de estadística se han obten-- nido por experiencia en las obras.

e).- Definir que actividades proceden a cada una de las enlistadas en el punto b) , que son las -- mismas que por lo regular aparecen o se contemplan en el presupuesto, se ordenan, para lo cual -- en algunos casos es conveniente auxiliarse de una tabla de precedencias, en la cual se indican -- las interdependencias entre actividades.

f).- Elaborar la red básica de actividades: Para ello se procede a ir dibujando todas las activi-- dades que se consideran, respetando las condiciones de dependencia que ya se conocen previa-- mente a este punto.

g).- Calcular la duración total de la obra: Hasta este punto estamos en condiciones por fin, de

determinar el tiempo de duración de la obra, el cual se obtendrá de la red básica de actividades con la modalidad del método de la ruta crítica.

h).- Representar el programa en forma gráfica: Para elaborar este programa se requiere aparte de las duraciones, la secuencia de las actividades determinada por el procedimiento constructivo que previamente haya sido fijado.

Para determinar la ubicación de cada una de las barras en el programa se requiere aparte tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- 1.- Procedimiento Constructivo.
- 2.- Utilización de los recursos.
- 3.- Posibilidad de traslape de actividades ( parcial o total ).
- 4.- Actividades que deben ser terminadas totalmente antes de iniciarse la inmediata siguiente.

Después de tener conocimiento de lo que implica y significa cada uno de los puntos que hay que seguir para llegar a la realización de un programa de barras, se procede a la elaboración de la red de actividades con la modalidad de la ruta crítica.

A continuación se muestra el programa de obra del puente " San Miguel Totolapan " en el cual se presentan todas las actividades para la ejecución del proyecto. Así pues se observará que el inicio de las actividades es el 8 de febrero de 1993, y la terminación de la obra es el 12 de diciembre de 1993, esto es, la duración de la construcción de dicho puente fue un poco más de 10 meses.





## **RUTA CRITICA.**

El método de la ruta crítica tiene como elementos básicos un diagrama de actividades, una ruta crítica y un análisis de los tiempos de todas las actividades.

**ACTIVIDADES:** La actividad, es la ejecución física de una parte de un proceso que consume tiempo y recursos. Se representa por una flecha.

**DIAGRAMAS:** El diagrama de las actividades, es un modelo gráfico que nos representa la interdependencia de las mismas, es decir, la forma como se suceden unas a otras.

**EVENTOS:** El evento es un momento dentro del proceso constructivo que no consume tiempo ni recursos. Representa el punto en el tiempo cuando todos los que en el terminan han sido ejecutados y cuando pueden iniciarse todos los trabajos subsecuentes que ahí principian.

Los puntos de unión o nudos, los llamaremos eventos; son los puntos en el tiempo cuando terminamos alguna o algunas actividades e iniciamos otras. Si numeramos estos puntos de unión o eventos, podemos escribir las actividades por medio de los números entre los cuales están situadas.

**ACTIVIDAD FICTICIA:** Es aquella actividad que no consume tiempo ni recursos y se representa por una flecha punteada y se usan para:

- a).- Mantener o corregir la lógica del diagrama.
- b).- Conservar unicamente la designación numérica de los eventos en el inicio y la terminación de cada actividad.

**INICIACION PROXIMA:** Una vez hecho el diagrama de actividades y anotados los números correspondientes a cada evento, así como las duraciones de las actividades, deberemos proceder a determinar las iniciaciones más próximas de cada actividad.

La iniciación más próxima, es el menor tiempo en que puede ser iniciada una actividad tomando en cuenta las dependencias que existen en el diagrama. Para la primera actividad de cualquier diagrama, la iniciación más próxima es el día cero, que corresponde a la fecha de calendario en que se planea iniciar el proceso que se está programando. La iniciación más próxima de las actividades que dependen de la primera, es igual a la duración de la primera actividad. En general, decimos que la iniciación más próxima de las actividades de las cuales dependen (Precedentes).

De lo anterior, se determina que:

$$T_p = I_p + d \quad (a)$$

Donde

$T_p$  = Terminación más próxima.

$I_p$  = Iniciación más próxima.

$d$  = Duración de la actividad

Cuando a un evento concurren varias actividades el  $I_p$  que debemos tomar es el mayor valor.

El manejo de las actividades ficticias, no representa ningún problema especial en la determinación de las  $I_p$  o la duración de la red, ya que se tratan exactamente igual que las actividades reales, solo que con duración cero.

**INICIACION REMOTA:** La iniciación más remota, es el tiempo máximo en que se puede empezar una actividad sin alargar la duración total del diagrama.



La terminación más próxima de la última actividad de un diagrama, es igual a la duración total de la red, es decir del proceso. Por lo tanto, la terminación más remota de la última actividad debe ser igual a la terminación más próxima, pues de la otra manera se modificaría la duración total de la red. En general, la iniciación más remota de cualquier actividad, es igual a su terminación más remota menos su duración. Por lo tanto, debemos iniciar el análisis de las iniciaciones más remotas a partir de la última actividad de diagrama, ya que es para la única que conocemos la terminación más remota al igualarla a la terminación más próxima.

También es necesario aclarar que en el caso de un evento del cual se inicien varias actividades la iniciación más remota que regirá será la menor de las correspondientes a dicha actividad.

Para terminar con lo correspondiente a las iniciaciones más remotas, es necesario comentar que la Ir de un evento indica la Ir de algunas de las actividades que se indican en el evento, pero no de todas, ya que como se indicó anteriormente se elige la menor de las Ir que empiezan -- desde ese evento en particular .

#### HOLGURA TOTAL Y HOLGURA LIBRE :

Al sumar las duraciones de todas las actividades encontraremos la duración total del proyecto y veremos que actividades pueden retrasarse sin que se afecte la duración total del proyecto, - se dice que tienen holgura, en cambio las actividades críticas no tienen holgura y en consecuencia no deben retrasarse pues afectaría la culminación de la obra.

Holgura Total : La holgura total de una actividad la definiremos como la posibilidad de variación que existe entre su iniciación más próxima y mas remota y se expresa así:

$$Ht = Tr - Ip \quad (b)$$

Y también se tiene que:

$$Ht = Tr - Tp \quad (c)$$

Ahora sustituyendo (a) en (c) se determina la siguiente expresión.

$$Ht = Tr - Ip - d \quad (d)$$

La holgura total es el parámetro que nos define si una actividad es o no crítica.

En efecto, la ruta crítica es la cadena consecutiva de actividades que no pueden tener diferencias entre sus iniciaciones más próximas y más remotas, es decir, que su holgura total es cero.

En si la holgura total es el tiempo que puede desplazarse la iniciación de una actividad o -- alargarse su duración sin que se altere la duración del proyecto.

**Holgura Libre :** Definiremos ahora la holgura libre de una actividad al margen de tiempo -- disponible con respecto a la duración de la actividad, cuando las actividades se inician tan pronto como es posible, es decir:

$$HL = Tp - Ip - d \quad (e)$$

En si la holgura libre, es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifi -- quen las flechas de inicio de las actividades que le siguen en cadena.

En base al breve recordatorio presentado anteriormente sobre lo que es y como se realiza la -- ruta critica de una obra, a continuación se muestra en la fig. 4 y en las tablas 1 y 2, la ruta -- critica y las tablas de holguras respectivamente , de la ejecución de la construcción del puente -- de San Miguel Totolapan . Si al comparar dicha ruta critica con el programa real de avance, ex -- sisten diferencias en el tiempo, sera necesario recurrir a los mecanismos de control.

Dichos mecanismos son las herramientas que nos permitiran controlar, las desviaciones en -- tiempo y costo que se pudieran presentar durante el desarrollo de la obra en relación a lo estable -- gido en el programa y presupuesto respectivamente, para poder tomar las medidas correspon -- dientes adecuadas. Cabe mencionar que para el caso de la construcción del puente motivo de -- ésta tesis, no fue necesario recurrir a dichos mecanismos de control.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
A	EXCAVACIONES
B	ACARREO DE MATERIALES PETREOS
C	ACERO DE REFUERZO EN CILINDROS
D	CONCRETO EN CILINDROS
E	HINCADO DE CILINDROS
F	ACERO DE REFUERZO EN TAPONES
G	CONCRETO EN TAPONES
H	ACERO DE REFUERZO EN PILAS
I	CONCRETO EN PILAS
J	ACERO DE REFUERZO EN ESTRIBOS
K	CONCRETO EN ESTRIBOS
L	DREN DE P.V.C. 4" DIAMETRO
M	ACERO DE REFUERZO DE CABEZALES
N	CONCRETO EN CABEZALES
O	FABRICACION Y TRANSPORTE DE TRABES
P	NEOPRENO
Q	MONTAJE DE TRABES
R	ACERO DE REFUERZO EN LOSA Y BANQUETA
S	CONCRETO EN LOSA Y BANQUETA
T	JUNTA DE POLIESTIRENO

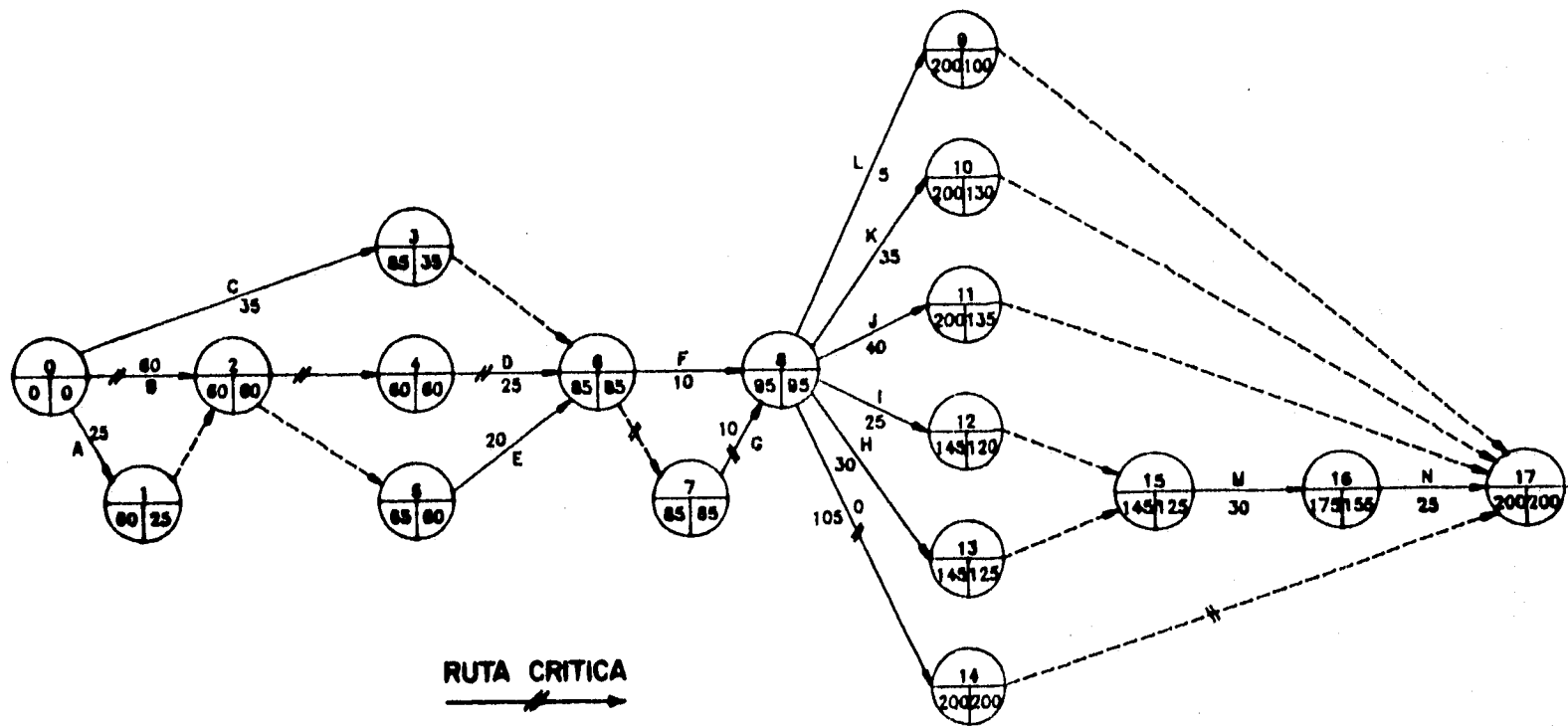
**TABLA 1**  
**TABLA DE EVENTOS**

NUMERO DEL EVENTO	E	L	HOLGURA DEL EVENTO $S=L-E$
0	0	0	0
1	25	60	35
2	60	60	0
3	35	85	50
4	60	60	0
5	60	65	5
6	85	85	0
7	85	85	0
8	95	95	0
9	100	200	100
10	130	200	70
11	135	200	65
12	120	145	25
13	125	145	20
14	200	200	0
15	125	145	20
16	155	175	20
17	200	200	0
18	204	204	0
19	207	207	0
20	207	207	0
21	207	217	10
22	207	300	93
23	307	307	0

**TABLA 2**  
**FRONTERAS DE LAS ACTIVIDADES**

SECUENCIA (i,j)	DURACION D(i,j)	MAS PROXIMA		MAS REMOTA		HOLGURA		SECUENCIA RUTA CRITICA
		INICIACION ip	TERMINACION tp	INICIACION ir	TERMINACION tr	TOTAL tr-tp	LIBRE tp-tp-d	
0-1	25	0	25	0	60	35	0	
0-2	60	0	60	0	60	0	0	X
0-3	35	0	35	0	65	50	0	
1-2	0	25	25	60	60	35	0	
2-4	0	60	60	60	60	0	0	X
2-5	0	60	60	65	65	5	0	
3-6	0	35	35	65	65	50	0	
4-6	25	60	65	60	65	0	0	X
5-6	20	60	60	65	65	5	0	
6-7	0	65	65	65	65	0	0	X
6-8	10	65	65	65	66	0	0	
7-8	10	65	65	65	65	0	0	X
8-9	5	65	100	195	200	100	0	
8-10	38	65	130	165	200	70	0	
8-11	40	65	135	160	200	65	0	
8-12	25	65	120	120	145	25	0	
8-13	30	65	125	115	145	20	0	
8-14	105	65	200	95	200	0	0	X
9-17	0	100	100	200	200	100	0	
10-17	0	130	130	200	200	70	0	
11-17	0	135	135	200	200	65	0	
12-15	0	120	120	145	145	25	0	
13-15	0	125	125	145	145	20	0	
14-17	0	200	200	200	200	0	0	X
15-16	30	125	155	145	175	20	0	
16-17	25	155	180	175	200	20	0	
17-18	4	200	204	200	204	0	0	X
18-19	3	204	207	204	207	0	0	X
19-20	0	207	207	207	207	0	0	X
19-21	0	207	207	217	217	10	0	
19-22	0	207	207	300	300	93	0	
20-23	100	207	307	207	307	0	0	X
21-23	60	207	267	217	307	10	0	
22-23	7	207	214	300	307	63	0	

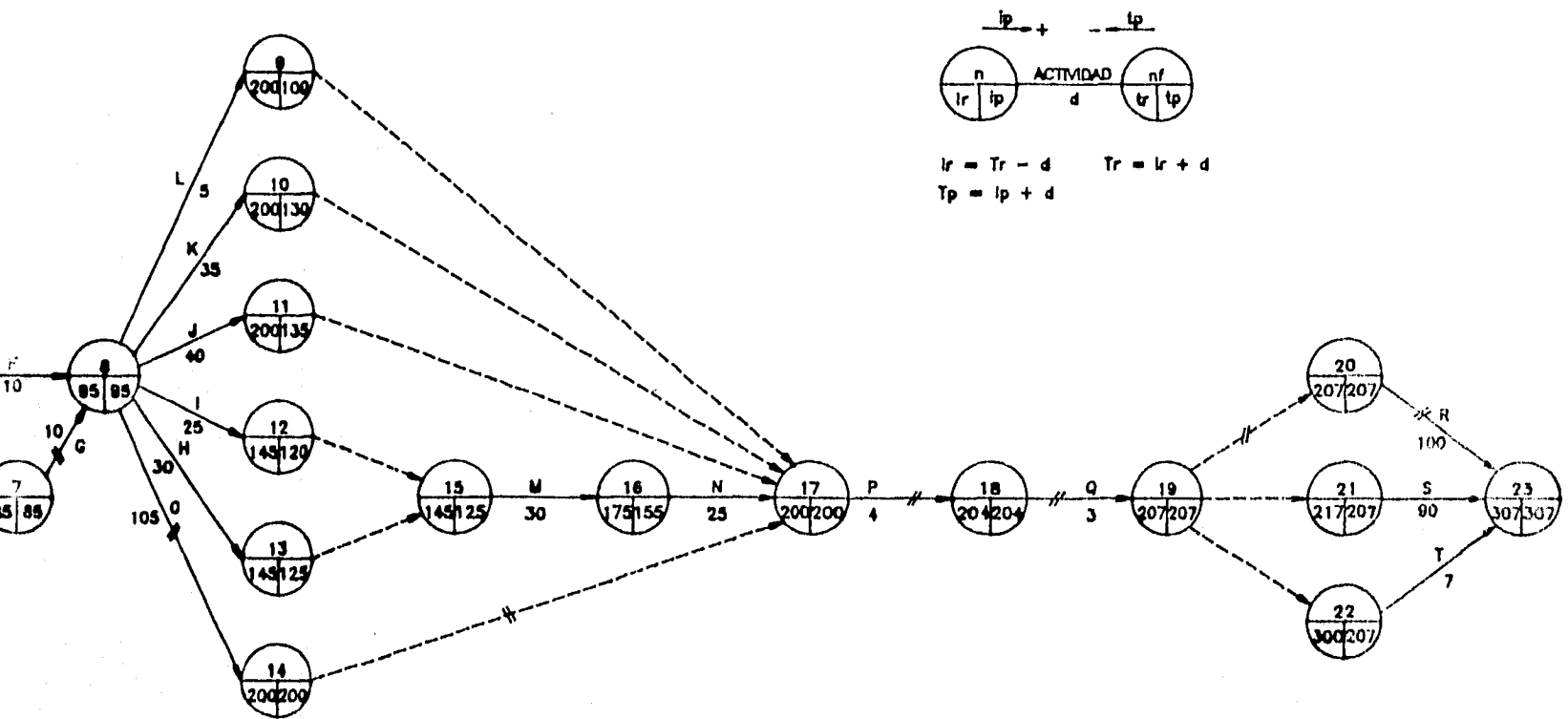
# RUTA CRITICA



DURACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO 307 DIAS

FIG. 4

# UTA CRITICA



DURACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO 307 DIAS

FIG. 4



**CAPITULO IV**  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**  
**DE LA SUBESTRUCTURA**

## IV. 1 TRABAJOS PRELIMINARES

Una vez que se tuvo idea de las dimensiones geométricas ( descritas en el capítulo II ), Problemas y dificultades que tiene la construcción de la obra según los planos, se procedió al reconocimiento del lugar, con objeto de corroborar realmente, si los problemas pensados eran los mismos.

Con la visita se fijaron los lugares posibles para el alojamiento; se calcularon las condiciones climatológicas, por otra parte, fue conveniente y necesario, de acuerdo con la topografía del terreno ver que contratiempos o tropiezos podrían esperarse en su construcción, así como constatar que los perfiles geológicos del plano, en su apariencia coincidieran con los propios del lugar del trabajo ; finalmente se verificó el nomenclario y nombre presentados en los planos.

Conjuntamente con las actividades anteriormente mencionadas se previó el suministro de materiales petros para la fabricación del concreto hidráulico, mediante la instalación de dos cribs a 500 m. de distancia de la obra sobre ambas márgenes de río.

También durante el desarrollo de los trabajos preliminares se prevén las distancias a las poblaciones más próximas, en las que, previa investigación, se tuviera la certeza de que en el mercado existieran los materiales requeridos para la construcción como cemento, acero de refuerzo, acero estructural y madera.

Otro aspecto que hay que tomar en cuenta en esta etapa previa al inicio de los trabajos es la selección y transporte de la maquinaria a utilizar en la obra. La selección del equipo debe tomar como base los problemas y dificultades que se presentan durante el proceso constructivo.

Así pues para el inicio de la construcción del puente San Miguel Totolapan fue trasladado al sitio de la obra el siguiente equipo:

1 cargador frontal ( Traxcavo ) Carterpillar 955 L para la carga de materiales petreos a los -- camiones de volteo.

2 gruas draga Link-Belt para ejecutar las excavaciones para incar los cilindros en la cimentación .

2 compresores de aire Chicago Pneumatic 175 P.C.M. para las dificultades que se pudieran - presentar en las excavaciones.

2 plantas de luz Lincoln portátil para contar con energia eléctrica en caso de trabajar por las noches .

5 mezcladoras Mipsa de 1 saco para la elaboración de concreto hidráulico.

3 vibradores de chicote marca Kohler para la adecuada colocación del concreto hidráulico.

2 bombas de 3"  $\phi$  de achique marca Kohler para el desalojo de agua

2 bombas de 2"  $\phi$  de achique marca Kohler para el desalojo de agua.

6 camiones de volteo de 7m<sup>3</sup> para el acarreo de materiales petreos

3 camionetas de 3 ton. para acarreo de materiales diversos y maniobras locales

4 plantas de soldar para la fabricación de las traves para la superestructura del puente

1 retroexcavadora yumbo 3964B para maniobras y trabajos diversos

3 malacates de 1 ton. para el ascenso y descenso de materiales a poca altura.

Y por último otro aspecto fundamental que también debe ser considerado en esta etapa preliminar es el precio de la mano de obra en la zona para las diferentes categorías de los trabajadores , así como también la capacidad de trabajo de la gente de la región

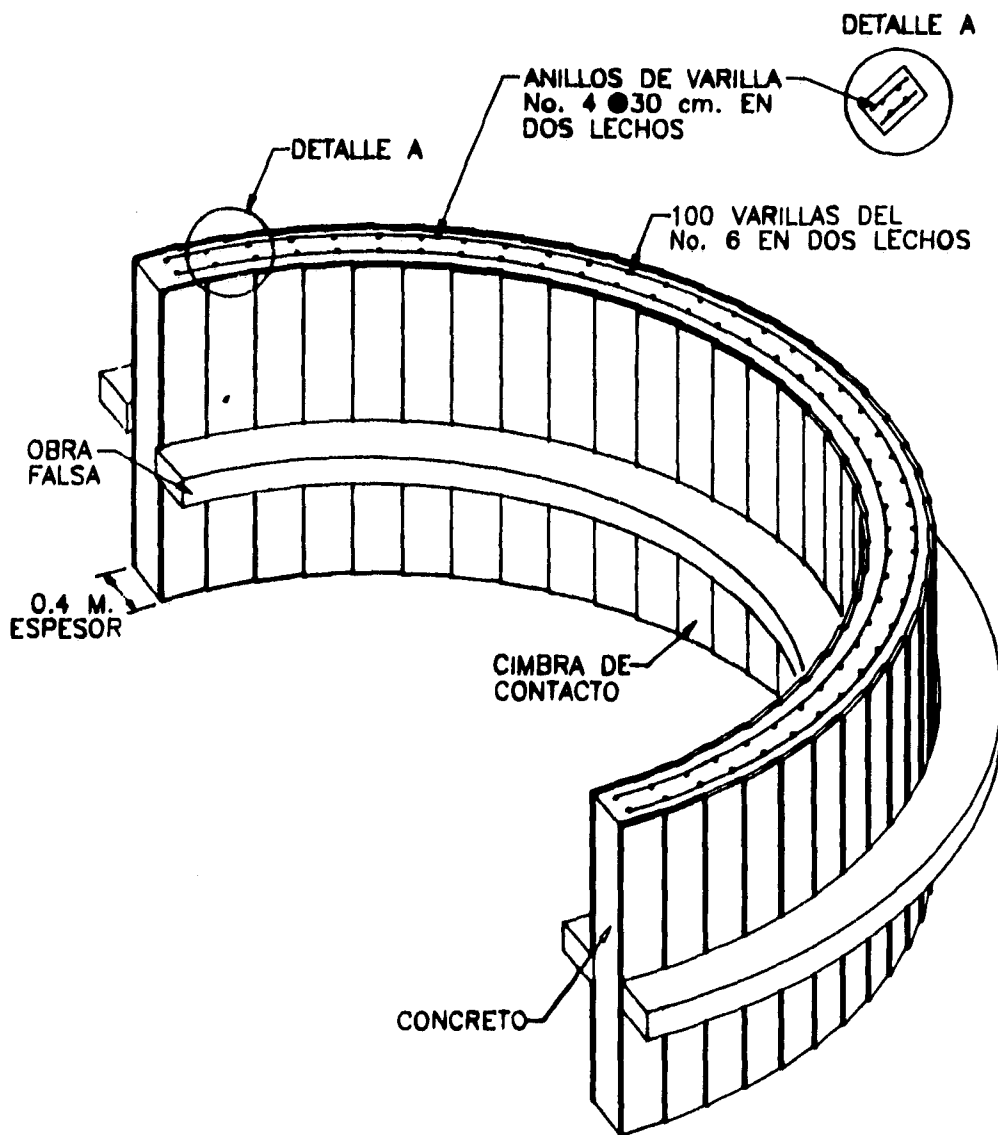
## **IV.2 FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO EN LA CIMENTACIÓN .**

Una vez conjuntadas todas las actividades anteriormente mencionadas se procede a localizar en el lugar , el sitio exacto donde será construido el puente, marcando el trazo y ubicando referencias ( bancos de nivel ) en ambas márgenes del río , que deben permanecer fijas durante el desarrollo de toda la obra y que servirán para poder controlar con la ayuda del equipo de topografía la construcción de la estructura .

En primer plano se da inicio a la excavación para la colocación de los cilindros, un poco después se comenzó el habilitado del acero de refuerzo que formara el primer cuerpo de los cilindros , de acuerdo con las indicaciones establecidas en el plano No 4 ( detalles generales ) . En dicho plano se observa la doble parrilla de varillas longitudinales # 6 y los anillos con varillas del # 4 .

Así mientras se prepara el acero de refuerzo se habilita la madera que formara la cimbra de contacto en el perímetro interior y exterior del cilindro, ambas cimbras están formadas por duela ( tablillas de 2" x 3/4 " x 10" ) unidas entre si por madrinas de las mismas dimensiones . Por otra parte es habilitada también la madera que funcionará como obra falsa , la cual está formada por tabloncillos de 1 1/2" x 4" y polines de 4" x 4" , como se observa en la fig . 5

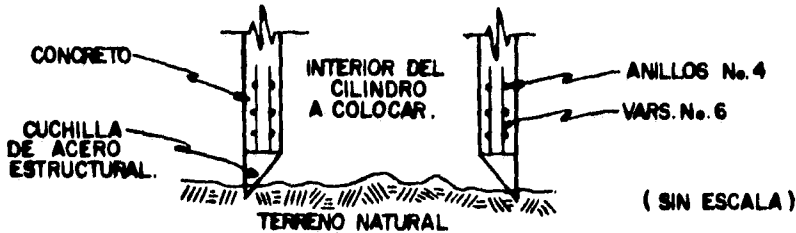
Al tener habilitado el acero de refuerzo ( de acuerdo con los planos No 2,3 y 4 ) que servirá para formar el primer cuerpo del cilindro cuya longitud es de 2.5 m , se procede a soldar en la parte inferior de las dos parrillas y en todo el perímetro tres placas de 1/2" de espesor en forma de triángulo que recibe el nombre de cuchilla , que servirá para facilitar la penetración al momento de ir colocando o incando el cilindro una vez colado ; cada cilindro lleva en su extremo inferior la cuchilla , por lo tanto fueron fabricadas 7 cuchillas .



SECCION DE CILINDRO

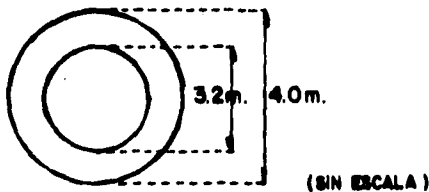
FIG. 5

Posteriormente se coloca la cimbra de contacto exterior e interior del cilindro y después la obra falsa ; una vez conformados los elementos mencionados se procede a nivelarlos y alinearlos de acuerdo con las indicaciones de los planos , y así poder colar el cuerpo del cilindro.



El concreto para los cilindros es elaborado en la revoladora en donde se vacía directamente a los botes y de estos a una artesa sobre la cimbra de contacto para distribuirlo uniformemente .

Para la elaboración del concreto hidráulico en los cilindros se utilizan tres revoladoras de un saco cuya producción de cada una oscila entre 2.5 a 3.0 m<sup>3</sup> por hora ; para los efectos del calculo se toma como base la producción de concreto que se podía obtener con tres revoladoras sería de 7.5 m<sup>3</sup> por hora, por lo que para colar un cuerpo de cilindro de 2.5 m de altura tardará :



$$A1 = \pi (2.0)^2 = 12.57 \text{ m}^2$$

$$A2 = \pi (1.2)^2 = 4.52 \text{ m}^2$$

$$8.05 \text{ m}^2$$

### SECCION DEL CILINDRO.

Volumen de concreto de un cuerpo de 2.5 m

$$\text{Vol.} = (8.05 \text{ m}^2) (2.5 \text{ m}) = 20.12 \text{ m}^3$$

El tiempo de colado será  $20.12 \text{ m}^3 / 7.5 \text{ m}^3 = 2.68 \text{ hora} = 2 \text{ horas y } 40 \text{ minutos} .$

Una vez colado el cuerpo del cilindro habrá que esperar 24 hrs. para poder retirar la obra falsa y la cimbra de contacto : Al descimbrar el cilindro se puede iniciar ya la excavación para incarlo .

Antes de describir el proceso de incado , cabe señalar que todas las excavaciones son realizadas por una draga que es una excavadora convertible equipada con una pluma de grúa , un balde que funciona como cucharón excavador , un cable adicional que es el que ejerce la fuerza tractorsa sobre el balde y un dispositivo de guiado del cable de arrastre , esta máquina está diseñada especialmente para excavación en materiales blandos o sueltos como grava , arena ó incluso roca bien fragmentada , que son precisamente los materiales que se encontraron en el subsuelo del lugar .

Como se menciona anteriormente , al tener colado el primer cuerpo del cilindro de 2.5 m de altura se puede comenzar a excavar con la draga siguiendo el procedimiento descrito a continuación para su colocación .

Primera mente el cilindro debe estar alineado con el eje longitudinal del puente , así como su correspondiente eje transversal .

Dicho alineamiento es revisado por una brigada de topografía , compuesta por un topógrafo y dos ayudantes con su respectivo equipo ; dicha brigada debe de permanecer en todo el desarrollo de la obra .

Al estar el cilindro en su posición respectiva la grúa draga coloca su cucharón en el interior del cilindro para comenzar a excavar y posteriormente desalojar el material producto de la excavación . Cada vez que la máquina excava y extrae el material , el cilindro comienza a bajar lentamente , descendiendo por propio peso ; este proceso se continua hasta que el cilindro llegue a la profundidad deseada . Así pues para que el primer cuerpo del cilindro sea incado la máquina necesita desalojar aproximadamente :



Una vez colado el cuerpo del cilindro habrá que esperar 24 hrs. para poder retirar la obra falsa y la cimbra de contacto : Al descimbrar el cilindro se puede iniciar ya la excavación para incarlo .

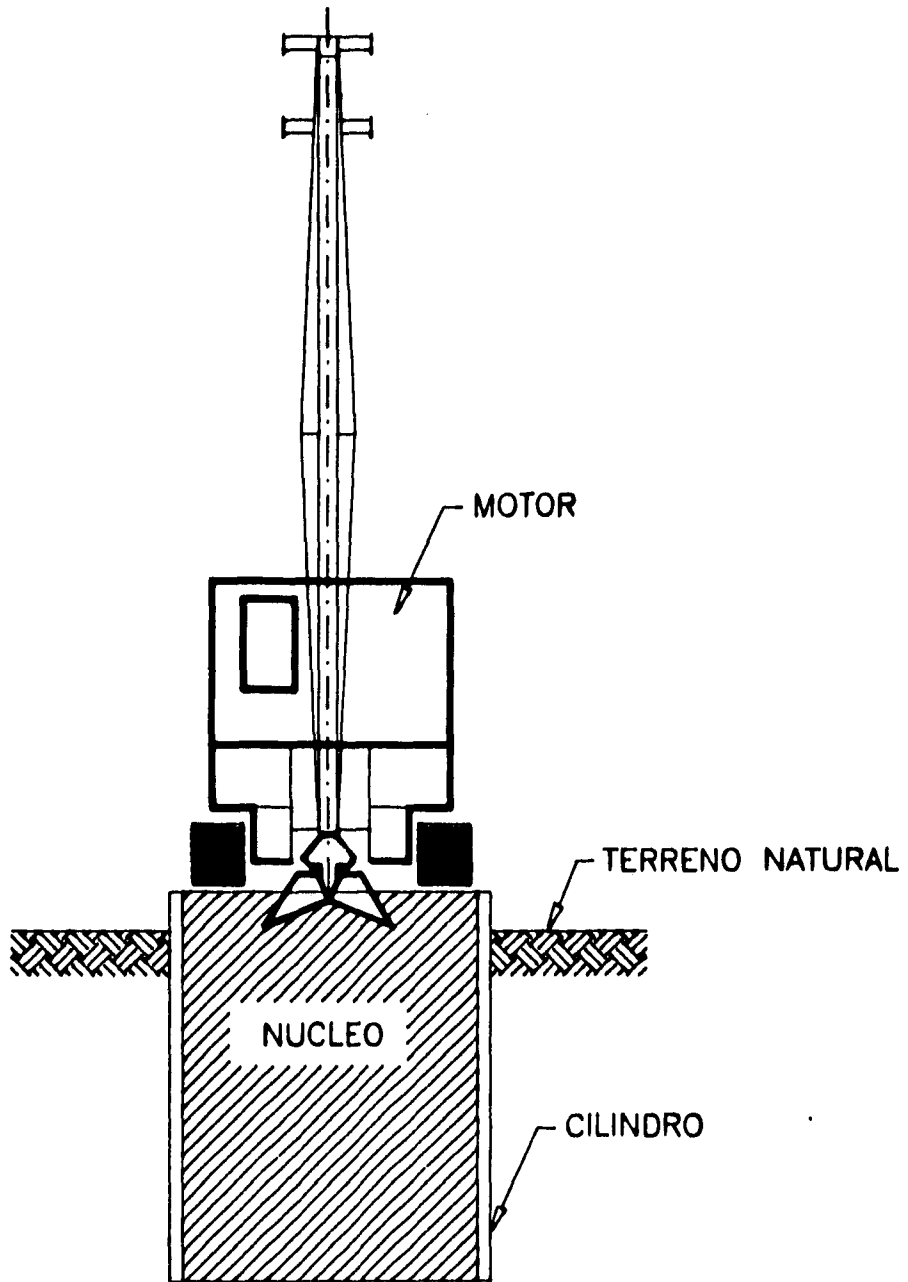
Antes de describir el proceso de incado , cabe señalar que todas las excavaciones son realizadas por una draga que es una excavadora convertible equipada con una pluma de grúa , un balde que funciona como cucharón excavador , un cable adicional que es el que ejerce la fuerza tractors sobre el balde y un dispositivo de guiado del cable de arrastre , esta máquina está diseñada especialmente para excavación en materiales blandos o sueltos como grava , arena ó incluso roca bien fragmentada , que son precisamente los materiales que se encontraron en el subsuelo del lugar .

Como se menciona anteriormente , al tener colado el primer cuerpo del cilindro de 2.5 m de altura se puede comenzar a excavar con la draga siguiendo el procedimiento descrito a continuación para su colocación .

Primeramente el cilindro debe estar alineado con el eje longitudinal del puente , así como su correspondiente eje transversal .

Dicho alineamiento es revisado por una brigada de topografía , compuesta por un topógrafo y dos ayudantes con su respectivo equipo ; dicha brigada debe de permanecer en todo el desarrollo de la obra .

Al estar el cilindro en su posición respectiva la grúa draga coloca su cucharón en el interior del cilindro para comenzar a excavar y posteriormente desalojar el material producto de la excavación . Cada vez que la máquina excava y extrae el material , el cilindro comienza a bajar lentamente ,descendiendo por propio peso ; este proceso se continua hasta que el cilindro llegue a la profundidad deseada . Así pues para que el primer cuerpo del cilindro sea incado la máquina necesita desalojar aproximadamente :



**COLOCACION DEL CILINDRO DE CONCRETO**

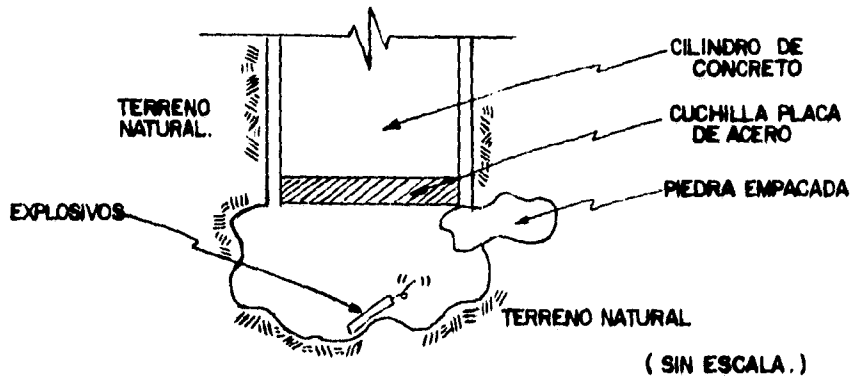
$$V = (2.0) (2.5) = 31.4 \text{ m}^3$$

La draga cuenta con un cucharón de un m<sup>3</sup> de capacidad , el cual es extraído y removido del interior del cilindro en un tiempo de 10 min ; éste proceso es ciertamente lento debido a la -- dificultad que presenta el trabajo . Así pues el cuerpo del cilindro de 2.5 m de altura será incado aproximadamente en un tiempo de :

$$T = 31.4 \text{ m}^3 ( 10 \text{ min /m}^3 ) = 314 \text{ min} = 5.23 \text{ horas .}$$

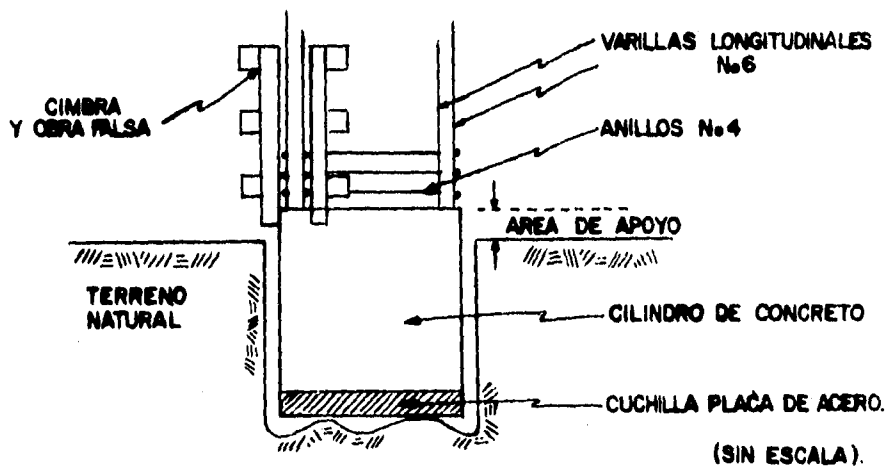
Durante el proceso de incado del cilindro se presentan algunos problemas que habrá de enfrentar para poder llevar a cabo un adecuado procedimiento de colocación de la cimentación de la estructura . Uno de estos problemas que cabe mencionar es el que en éste tipo de terreno al momento de que la grúa draga va excavando y extrayendo el material del interior del cilindro --- éste va lentamente descendiendo , pero en muchas ocasiones en las paredes encuentra piedras empacadas que impiden el descenso del cilindro . Para resolver éste problema se pensó en aplicar pequeños golpes en la parte superior del cilindro , éste procedimiento origina la fractura y deterioro del concreto , por está razón no se utilizó .

La solución a éste problema es por medio de explosivos, esto es mediante el uso de pequeñas detonaciones colocadas en el fondo que provocaran vibraciones en el terreno logrando hacer que descienda el cilindro, ver figura siguiente:



Por cada detonación el material que se utiliza es de 20 Gr. de dinamita, 04m de mecha y un detonante.

El cuerpo del cilindro de concreto de 2.5 m se debe dejar pendiente de colocar aproximadamente 30 cm. sobre el nivel del terreno natural. Esto con el fin de poder tener un apoyo y una referencia para colocar la cimbra de contacto y así proceder a colar el siguiente cuerpo del cilindro y volver a repetir todas las etapas mencionadas para el incado de dicho elemento.



Todos los cilindros de esta estructura fueron fabricados y colocados en igual manera, siguiendo los pasos anteriormente mencionados.

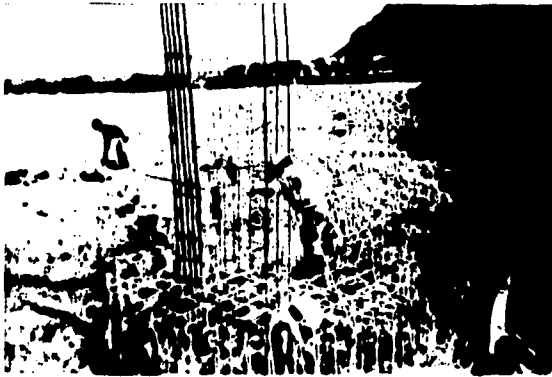
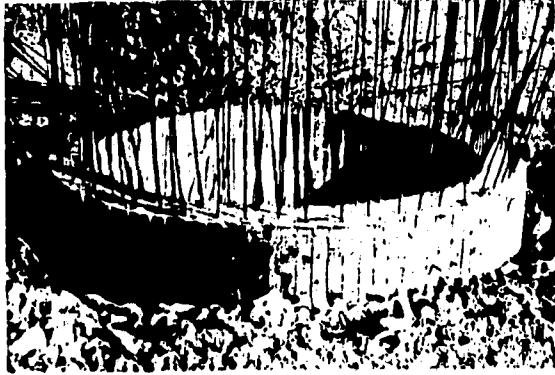
El primer cilindro que se comenzó a colocar fue el No. 2, posteriormente se inició la colocación del cilindro No.3 , para iniciar ambos fue necesario construir con las grua draga dos ataguías para el desvío del agua , así pues . una vez hecha la ataguia derecha se inicia la excavacion para inicar el cilindro No 2 , después se formo la ataguia izquierda para poder fabricar y colocar los cilindros No 3 y 4.

Casi simultáneamente a los cilindros No. 2, 3 y 4 se fueron fabricando y colocando los cilindros No. 5 y 6 y un poco después los cilindros No. 1 y 7 . Para trabajar en los puntos donde fueron colocados estos últimos 4 cilindros mencionados no fue necesario construir obra de desvío, debido a que el poco gasto hidráulico que lleva el rio Balsas en esta época ( feb.-May.) no afecta las márgenes del cauce, ( Ver plano general ).

De acuerdo con la siguiente tabla se puede observar que la altura de los cilindros oscila aproximadamente en 5.0 m.

NUMERO DE CILINDRO	(M) ELEVACION DE PARTE BAJA TAPON DE CILINDRO	(M) ELEVACION DE DESPLANTE DE CILINDRO	(M) ALTURA DE CILINDRO
1	337.0	332.0	5.0
2	334.0	329.0	5.0
3	333.7	328.8	4.9
4	334.7	329.8	4.9
5	335.0	330.0	5.0
6	335.6	330.6	5.0
7	336.0	331.0	5.0

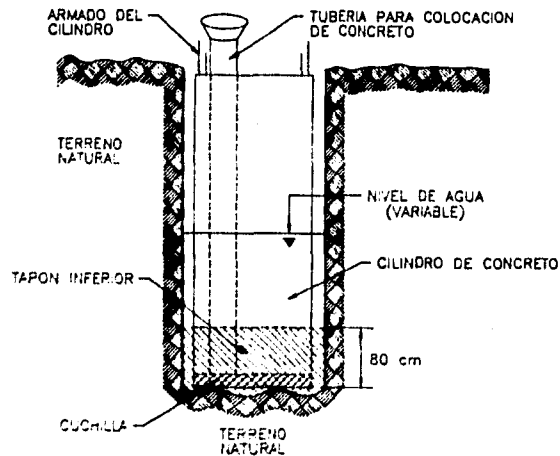
Todos los cilindros fueron fabricados en dos cuerpos de 2,5 m cada uno.



CONSTRUCCION DE CILINDROS.

Una vez incado el cilindro hasta la profundidad requerida se procede a colocar el tapón inferior, para esto se requiere el concreto con poca agua ya que dentro del cilindro existe abundante cantidad de este fluido.

El colado del tapón inferior del cilindro se va realizando por etapas, es decir, la tubería que conduce el concreto se deja en un solo punto hasta que la mezcla alcanza una altura de --- 80 cm desde la punta de la cuchilla; después se mueve la tubería a otro punto dentro del perímetro interior del cilindro para realizar la misma operación y así sucesivamente hasta que toda la base del cilindro quede rellena a la altura mencionada. Los tapones inferiores de los 7 cilindros fueron colados de igual manera.



Existe una diferencia entre los tapones inferiores de los cilindros para apoyo de estribos -- (1 y 7) y los centrales para apoyo de pilas ( 2, 3, 4, 5 y 6 ); esta estriba en que los primeramente mencionados presentan una doble parrilla a base de varillas del # 3 y # 8 ligadas al armado del cilindro ( Ver plano No. 2 ); y los centrales no llevan ningún tipo de armado en dicho tapón inferior.

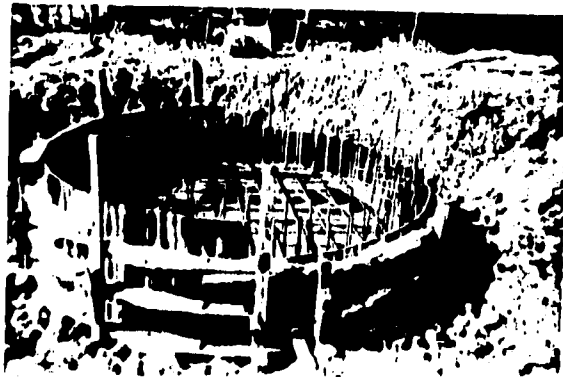
Una vez que ya fraguo el concreto del tapón inferior se procede a colocar la cimbra y el acero de refuerzo para formar el tapón superior del cilindro .

El tapón superior tiene una altura de 1.25 m para el caso de los cilindros 2,3,4,5 y 6 y -- 0.8 m. en los cilindros 1 y 7 que son los de los estribos. en términos generales el armado de los tapones centrales es muy parecido al de los tapones de los cilindros extremos ajustados a sus dimensiones correspondientes mencionadas con anterioridad.

Así por ejemplo las varillas longitudinales de # 6 del armado de los cilindros serán dobladas en escuadra para recibir las parrillas inferior y superior que forman el cuerpo del tapón superior como se observa en las fotografías anexas y planos No. 2 y 3.

Al tener el armado del tapón superior listo se colocan en la parrilla inferior de este las varillas que forman la columna ( para el caso de cilindros 1 y 7 ) o la pila ( para los cilindros 2,3,4,5 y 6 ) según sea el caso y posteriormente proceder a colar el tapón superior.





ACERO DE REFUERZO EN TAPON  
DE CILINDRO

### IV.3 FABRICACION DE PILAS Y ESTRIBOS DE CONCRETO

**PILAS :** Estos elementos estructurales son circulares de 1.5 m de diámetro cuyas alturas para este proyecto oscilan entre 8.5 m y 10.5 m , todas construidas de igual manera y que a continuación se describe .

Teniendo ya las 16 varillas longitudinales # 12 ( 1 1/2 " ) debidamente colocadas ( en el tapón superior del cilindro ) y que servirán para la formación de las pilas ; se da inicio a la fijación de los estribos del # 4 ( 1/2 " ) de acuerdo con los requerimientos del proyecto . ( Plano No 3) .

Al colocar los estribos , alrededor de las varillas longitudinales se fijan también las perillas de temperatura a base de 8 varillas longitudinales y 2 varillas transversales , estas últimas intercaladas a distintas variables ; las varillas de temperatura son todas del # 3 .

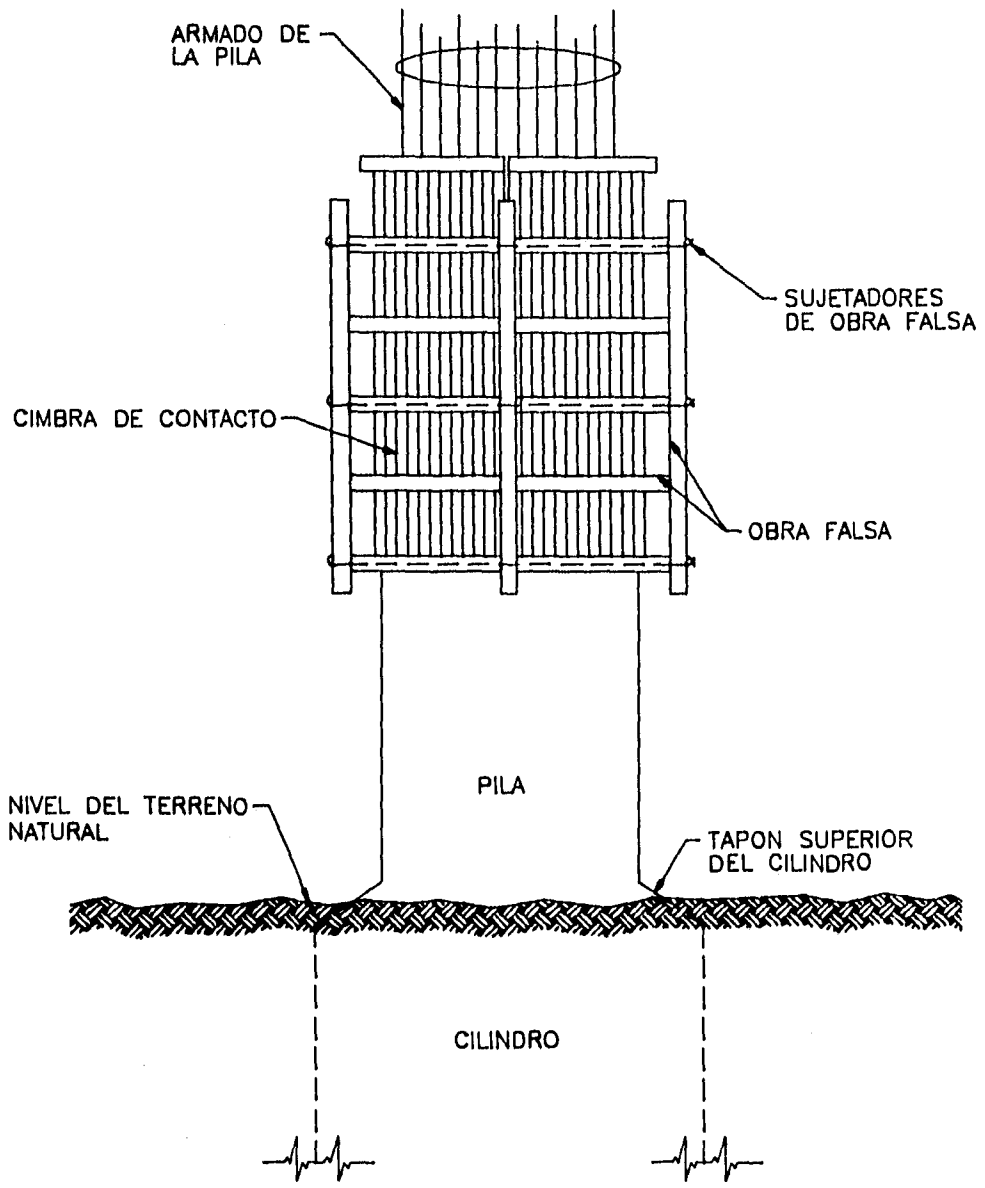
Ya que se tiene colocado todo el acero de refuerzo , se procede a montar la cimbra de contacto formada parecidamente a la del cilindro , es decir , por duela ( tablillas de 2" X 3/4 " X 10 " ) unidas entre si por maderas ( barros de 1 1/2 " X 4 ) ; la cimbra se divide en dos partes exactamente iguales , en pocas palabras dos semicírculos . Una vez colocada la cimbra de contacto , se procede a montar la obra falsa para dar más rigidez a la cimbra , dicha obra de sustentación se integra por tablonas de ( 1 1/2" X 4 " ) y polines de 4" X 4" .

Al colocar la obra falsa en forma adecuada , esta se amarra en todo su perímetro por varias varillas de 1/2 " que funcionarán como yugos , esto con el fin de evitar que la cimbra y la obra falsa al momento de recibir el empuje del concreto se abran y pierdan la forma original o se desnivelen .

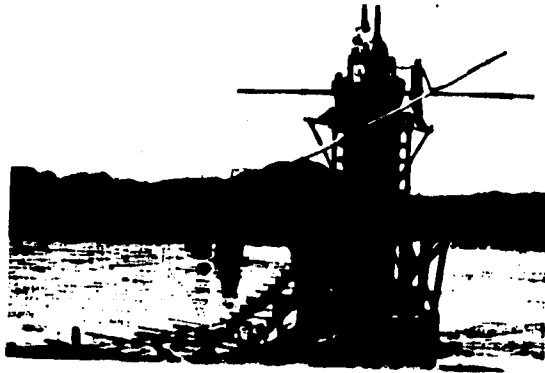
Tan pronto se tengan listos los elementos mencionados en el párrafo anterior se procede a alinearlos y nivelarlos con sus correspondientes ejes transversales y también el longitudinal , para posteriormente proceder al colado . Solo se pueden colar tramos de 2.5 m de altura , por lo que cada pila fue construida en 4 etapas . Para la elaboración de las pilas se conto con 3 juegos de cimbra de contacto y su correspondiente obra falsa .

Antes de colar el último cuerpo de la pila se dejaron fijas las varillas que sirven de anclaje para el cabezal de dicho elemento ; este anclaje consiste en 6 varillas del # 12 ( 1 1/2 " ) con un empotramiento en el cuerpo de la pila de 1.5 m cada varilla ( Plano No 3 ) .

Una vez colada toda la pila se da inicio a la colocación de la obra falsa que sostendrá la base del cabezal . Ya montada la estructura de soporte se da inicio a la colocación del acero de refuerzo que formará dicha base que asemeja a un patín de alguna sección estructural teniendo como dimensiones 0.7 X 1.8 X 7.4 m una vez colada ; teniendo estas medidas para los cabezales de las 5 pilas . Dicha base tiene como armado cuatro parrillas , dos parrillas externas y dos internas, las externas están formadas por varillas del # 3 y # 6 ; y las internas con



FABRICACION DE LA PILA



COLOCACION DE CIMBRA Y OBRA FALSA PARA  
FORMACION DE FILAS.

varillas del # 3 todas en forma de cajón rectangular . Al tener ambas parrillas listas se deja la preparación del alma del cabezal a base de las varillas # 4 ( 1/2 " ) que posteriormente serán utilizadas . ( ver plano No 3 ) .

Teniendo listo todo el armado anteriormente mencionado se procede a colocar la cimbra de las caras laterales , que por tratarse de un elemento cuadrado no presenta mayor dificultad para su colocación . E inmediatamente después se montan los barrotes y polines que funcionarán como obra falsa para dichas caras .

Ya cimbrada la base del cabezal se procede a la colocación del concreto . Dicha base será el apoyo de las traves de acero estructural que para esta etapa del proceso constructivo ya se encontraban en el sitio de la obra .

Sin retirar la obra falsa de la base del cabezal , se procede a colocar el acero de refuerzo para el alma del cabezal que esta formada por varillas # 12 ( 1 1/2" ) longitudinalmente y transversalmente con varillas # 4 , ligadas en la parte superior con 6 varillas del # 12 empotradas a la pila y que fueron mencionadas en párrafos anteriores .

Dicho armado una vez listo de acuerdo con el proyecto se procede a colocar la cimbra y la obra falsa que recibirán el concreto posteriormente . Esta parte del cabezal tendrá como dimensiones definitivas ancho 0.7 m , peralte 2.7 m y largo de 7.4 m para los 5 cabzales de pilas . La obra falsa que se utilizó para sustentar la base del cabezal tuvo que permanecer en su posición por más de siete días para evitar flexión en base y el alma del cabezal o en su defecto la aparición de grietas o fisuras en el concreto .



FORMACION DE CABEZALES.

Algunas observaciones pertinentes que se pudieran hacer de lo descrito hasta esta parte de este subcapítulo son : por ejemplo en lo que respecta a los elementos mencionados de la subestructura del puente son los cabezales de las pilas los que representan mayor densidad de acero de refuerzo con respecto a su volumen de concreto , por lo que el vibrado del concreto tuvo que ser realizado con mucho más cuidado . Y en lo que respecta a la relación cimbra-concreto , fueron los cilindros los que requieren más cimbra de contacto por unidad de volumen de concreto, recordando que los cilindros requieren de doble cimbra para su formación ya que son elementos huecos .

Primeramente fue terminado totalmente el elemento de apoyo ( cilindro-pila-cabzal ) No. 2 , después del No.6 , luego el No.4 y por último el No.3 y No.5 ; todos construidos de igual manera , expuesta con anterioridad . La terminación del apoyo No5 fue el 30 de Septiembre 1993.



(M) NUMERO DE APOYO	(M) ELEVACION DE PARTE BAJA TAPON DE CILINDRO	(M) ELEVACION DE DESPLANTE PILA	(M) ALTURA PILA	(M) ELEVACION DESPLANTE CABEZAL	(M) ELEVACION APOYO
2	334.0	335.55	9.90	345.15	345.85
3	333.7	335.15	10.10	345.25	345.95
4	334.7	335.95	9.40	345.35	346.05
5	335.0	336.25	9.15	345.40	346.10
6	335.6	336.85	8.65	345.50	346.20

**ESTRIBOS :** La función de estos elementos es la de contener y proteger los terraplenes que forman las rampas de ascenso y descenso al puente , así como también servirán de apoyo a las trabes de la superestructura . Para el caso del puente San Miguel Totolapan motivo de ésta tesis son proyectados dos estribos los cuales fueron construidos de igual manera .

Retomando lo mencionado en párrafos anteriores específicamente lo referente a los tapones superiores , recordamos que para el caso de los estribos se dejaron armados para el desplante de la columna central c-1 , así como el emparrillado de la zapata corrida de dicha columna central y las dos laterales c-2 , por otra parte se previó el anclaje del cilindro al muro del estribo por medio de dos parrillas .

La zapata corrida tendrá un peralte de 0.8 m , 8.1 m de largo y un ancho de 2.0 m siendo sus fronteras, el centro del cilindro y el perímetro exterior del mismo cilindro , dicha zapata es exclusivamente para la parte central del estribo . ( ver plano No 2 ) .

Al tener listo el armado de dicha zapata y debidamente acoplado con el del tapón superior del cilindro se procede a la colocación de la cimbra de contacto y posteriormente se procede al colado de dichas partes .

La columna central c-1 y las dos columnas laterales c-2 tienen el mismo armado a base de varillas longitudinales del # 12 y # 8 con doble estribo con varillas # 3 . Las tres columnas están localizadas en el cuerpo central del estribo y tendrán la misma altura 7.0 m así como la misma sección 0.6 X 1.5 m una vez construidas .

El muro propiamente dicho esta constituido por dos parrillas ambas con varillas # 4 (1/2"), tanto para el cuerpo central como para los aleros .

El muro del cuerpo central tendrá un espesor de pared de 0.3 m unido monolíticamente a las columnas c-2 y c-1 .

De todo el estribo primeramente fue construido el cuerpo central realizandose por etapas, es decir , en secciones cuyas alturas no son mayores a 2.5 m .

La zapata corrida tendrá un peralte de 0.8 m , 8.1 m de largo y un ancho de 2.0 m siendo sus fronteras, el centro del cilindro y el perímetro exterior del mismo cilindro , dicha zapata es exclusivamente para la parte central del estribo . ( ver plano No 2 ) .

Al tener listo el armado de dicha zapata y debidamente acoplado con el del tapón superior del cilindro se procede a la colocación de la cimbra de contacto y posteriormente se procede al colado de dichas partes .

La columna central c-1 y las dos columnas laterales c-2 tienen el mismo armado a base de varillas longitudinales del # 12 y # 8 con doble estribo con varillas # 3 . Las tres columnas están localizadas en el cuerpo central del estribo y tendrán la misma altura 7.0 m así como la misma sección 0.6 X 1.5 m una vez construidas .

El muro propiamente dicho esta constituido por dos parrillas ambas con varillas # 4 (1/2"), tanto para el cuerpo central como para los aleros .

El muro del cuerpo central tendrá un espesor de pared de 0.3 m unido monolíticamente a las columnas c-2 y c-1 .

De todo el estribo primeramente fue construido el cuerpo central realizandose por etapas, es decir , en secciones cuyas alturas no son mayores a 2.5 m .

En la primer etapa de colado del cuerpo central del estribo fueron colocados los drenes aproximadamente a 1.5 m de altura sobre la zapata . También en esta sección se dejaron ancladas las varillas que servirán para formar los cuerpos laterales o aleros .

En ésta última etapa de colado del muro central se dejó previsto el armado que servirá para formar el diafragma , donde posteriormente seran apoyadas las traveses .

Dicho diafragma tendrá como dimensiones 3.0 m de altura , 0.6 m de ancho y 8.1 m de largo y esta formado por varillas # 3 , # 4 , y # 6 . Y sus tres puntos de apoyo son las dos columnas extremas ( c-2 ) y la central ( c-1 ) . El cuerpo central llevo 18 días para ser construido desde la zapata hasta la diafragma .

Una vez terminada la parte central del estribo se procede a construir los aleros , tomando como base las varillas previamente ancladas en el muro central . El armado de los aleros es exactamente igual al de los muros centrales ; todos los aleros son de forma triangular , tienen una altura promedio de 11 m y un espesor de muro 0.3 m .

A diferencia de los muros centrales , los aleros van ligados en su parte posterior con unas columnas que de acuerdo con el proyecto son llamadas c-3 , cuya sección es 0.6 X 0.9 m y su armado es a base de varilla # 3 y # 8 , y sus alturas varían de 4 a 7 m de acuerdo con las magnitudes de los muros .

Las columnas y los muros fueron construidos por etapas tal y como se elaboró la parte central del estribo , quedando unidos ambos elementos monolíticamente .

Los dos aleros del estribo izquierdo ( apoyo No 1 ) y el alero sur del estribo derecho ( apoyo No 7 ) presentan en su estructura dos columnas del tipo c-3 ; el alero restante del estribo derecho lleva tres de estas debido a su mayor desarrollo longitudinal ; la construcción de los aleros requirió de 15 días por estribo .

Algunos comentarios que se pueden hacer con respecto a la construcción de los estribos son : que los diafragmas presentan la mayor densidad de acero de refuerzo con respecto a su volumen de concreto y al igual que en los cabezales el vibrado del concreto tuvo que realizarse con más cuidado . Y en lo que respecta a la relación cimbra- concreto, fueron los muros los que requirieron más cimbra de contacto por unidad de volumen de concreto , debido a que requirieron de doble cimbra para su formación .

El primer estribo que se terminó totalmente fue el izquierdo ( apoyo No.7 ) y después fue el derecho ( apoyo No. 1 ) ambos construidos de igual manera , descrita anteriormente . Dicha fecha de terminación fue el 31 de Agosto 1993 .



CONSTRUCCION DE ESTRIBOS.

Para terminar este capítulo se puede mencionar por ejemplo que todos los concretos de la subestructura fueron diseñados con la misma resistencia , la cual es  $FC = 250 \text{ kg /cm}^2$  . Dichos concretos han sido elaborados con agregados obtenidos del cribado del material acarreado por el río Balsas .

Durante todos los trabajos mencionados en este capítulo fue de primordial importancia el control de calidad de los materiales utilizados en esta obra , muestreando y analizando cada uno de ellos cumpliendo todos con las normas existentes de la secretaria de comunicaciones y transportes , que de hecho es la dependencia normativa de este tipo de construcciones en la actualidad en nuestro país.

Otro aspecto que también ha sido de gran ayuda e importancia durante el desarrollo del proceso constructivo de este puente es la topografía , gracias a la cuál se han podido respetar los ejes , niveles y longitudes marcadas por el proyecto .

**CAPITULO V**  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**  
**DE LA SUPERESTRUCTURA**



## **V.1 FABRICACION Y COLOCACION DE TRABES DE ACERO E S T R U C T U R A L .**

Todas las traves del puente fueron diseñadas por el ing. Heberto Castillo en base a la teoría de la tridilosa , y están proyectadas para ser construidas con acero estructural A-36 que es el comúnmente utilizado en edificios , puentes , naves industriales , bodegas , etc ;

En total fueron fabricadas 18 traves , tres por cada claro y todas construidas de igual manera , que en próximos párrafos sera descrita .

Primeraente antes de adentrarse a la construcción de las traves se mencionarán diversas pruebas a las que se somete el acero estructural A-36 para conocer sus propiedades mecánicas , así pues , la resistencia a la tracción debe oscilar entre 60 a 80 ksi , otra característica es la resistencia a la cedencia que debe ser aproximadamente de 36 ksi . El alargamiento en dos pulgadas , que es una medida en la ductibilidad ,por lo general excede del 20% . El modulo de elasticidad suele estar cercano a las 29 000 ksi .

Al tener la certeza de que el acero estructural a utilizar cumple con las características anteriormente mencionadas se procede al corte de las piezas .

La fabricación de dichas traveses es ejecutada en base a los diseños indicados por el proyectista en el plano No 5 .

Para la construcción de estas piezas se utilizó ángulo de diferentes dimensiones , desde 1 hasta 6 y de espesores variables , así como placas de acero de diversas magnitudes .

Para este puente se utilizan aproximadamente 215 ton . de acero estructural A-36 ,en diversos perfiles como ya se mencionó .

Una vez cortadas las piezas a las dimensiones requeridas se procede a unirlos para ir formando los cuerpos definitivos que en este caso serán las traveses .

La unión de todas las piezas metálicas será mediante soldadura con arco utilizandose el metal de aporte comunmente usado en estas estructuras que es la soldadura 6018 .

Para realizar una soldadura adecuada los especialistas en la materia señalan una serie de condiciones que habrá de cumplir para no tener problemas con este tipo de trabajos , dichas observaciones son : primeramente los electrodos es necesario secarlos en una estufa u horno para reducir el contenido de humedad al minimo al momento de usarlo , esto es , debido a que el hidrógeno contenido en la humedad tiende a ser quebradizo el acero y a ocasionar grietas bajo el cordón de soldadura . Otro factor que hay que vigilar es la limpieza de la superficie a trabajar para una adecuada unión de los metales . La velocidad de aplicación de soldadura es

otro punto que hay que vigilar ya que una velocidad muy alta en la soldadura puede originar mucha porosidad en dicha unión . Y por último habrá que tomar muy en cuenta la adecuada colocación de la soldadura , que para este tipo de trabajo requiere de soldadores calificados .

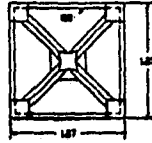
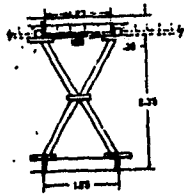
Una vez aplicada la soldadura , esta debe ser sometida a pruebas , para definir la calidad de la misma .

Dichas pruebas son la prueba visual que se lleva a cabo con lupa y/o calibrador de tamaño de soldadura . Existe también la prueba de radiografía realizada por máquinas especiales de rayos " x " y rayos gamma para inspeccionar soldaduras , películas y aparato revelador .

Otra prueba es a base de partículas magnéticas o polvos fluorescentes para observación con luz ultravioleta . También existe la prueba con líquido penetrante realizada con equipos comerciales que incluyen colorantes o líquidos fluorescentes y los reveladores . Y por último existe el método de ultrasonido basado en pruebas con equipo especial , sea del tipo de impulsos y eco ó de transmisión . Cabe mencionar que durante el proceso de construcción de las traveses se han observado los requerimientos mencionados .

Se inició en primer plano con el habilitado del acero estructural que formara los módulos que son los cuerpos principales de las traveses . Dichos módulos están compuestos por cuatro elementos de apoyo arriba y cuatro abajo , todos unidos al centro y formando triángulos en las tres dimensiones , todo esto a base de ángulo de 3" ó 4" y placa de 1/4 " . Dicha placa sirve básicamente para unión de elementos , empleándose en los 8 extremos y al centro de cada módulo

Cada modulo tendra las siguientes dimensiones 2.35 m de altura, 1.27 m de largo y 1.25m de ancho , unidas a todo lo largo en las partes superior e inferior y asi formar la trabe .



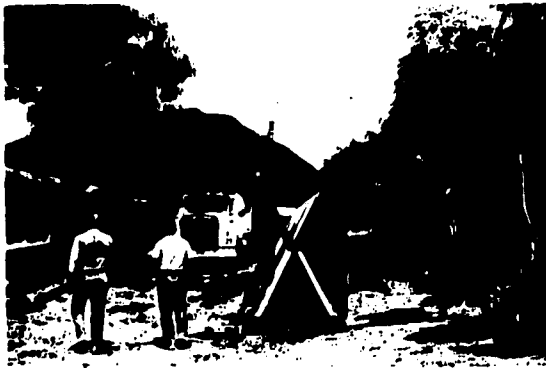
### PERFIL Y PLANTA DE MODULO

Los elementos mencionados fueron fabricados en un taller especializado en este tipo de trabajo .

La trabe no fue construida en su totalidad en el taller , sino que se fabricaron tramos de aproximadamente 10 m de largo para su mejor traslado a la obra y una vez ahí se procediera a unirlos para formar la trabe ya con sus dimensiones definitivas .

Dichos tramos fueron transportados en trailer a la obra ocupando tres tramos por camión por lo que fue necesario de 18 unidades para el traslado de todos los tramos a San Miguel Totolapan , Guerrero .

Al llegar cada trailer al lugar requerido, es descargado en una zona previamente acondicionada para estos trabajos . Una vez que se encuentran los tramos en la obra se procede a calzarlos en sus extremos y al centro para poder unirlos con la contraflecha requerida así como para la colocación del refuerzo adicional que llevan al centro todas las piezas , una vez hecho esto las trabes ya podrán ser colocadas .



TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS

Al tener los cabezales y el diafragma por lo menos el 75 % de la resistencia de proyecto se podrá realizar la colocación de las traveses contando con el aval de supervisión .

Esta actividad de colocación de traveses , armaduras , losas , etc ; es común en el medio de la construcción sustituirla por la palabra montaje , esta observación es prudente para evitar confusiones posteriores .

Un poco antes de montar las traveses es conveniente colocar las placas de neopreno sobre los cabezales y diafragma donde serán apoyadas dichas traveses .

Las placas de neopreno servirán para absorber las vibraciones de la estructura y evitar daños entre las armaduras ( traveses ) y los apoyos ( cabezales y diafragmas );

Cada traveses va apoyada sobre 4 placas de neopreno de 35 X 35 cm cada una . Dichas piezas en su interior presentan capas de placa de acero con capas de neopreno debidamente intercaladas , todas estas vulcanizadas en su exterior para evitar intemperismo , que traiga como consecuencia la degradación del material .

Abriendo un pequeño paréntesis en este tema cabe mencionar que dichas placas de neopreno antes de que sean enviadas a la obra deben ser analizadas en un laboratorio de prueba de materiales especializado en este tipo de trabajo , que para este caso fue el de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes . Una vez que el laboratorio entrega los resultados la supervisión

dictamina si pueden o no utilizarse en dicho proyecto ; para este puente las placas de neopreno procedieron sin ningún problema .

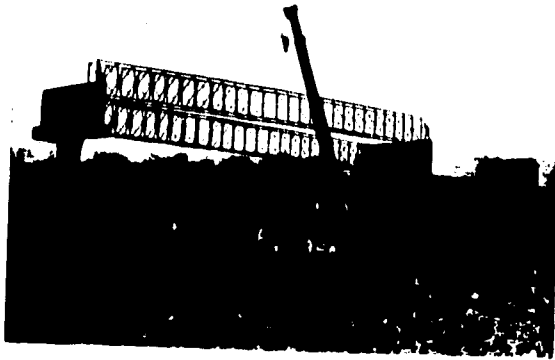
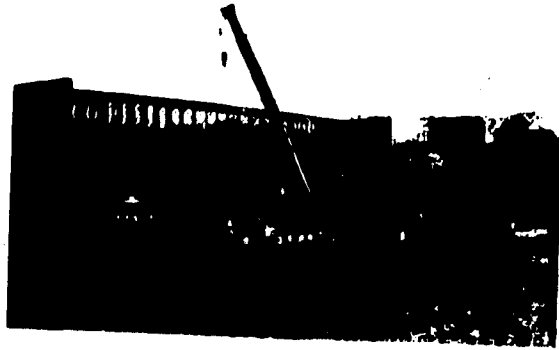
Una vez que se cumplió con los requerimientos mencionados se procede al montaje de todas las traveses .

Dicha maniobra fue realizada con una grúa de 20 ton . de capacidad de levante . Esta máquina comenzó a colocar las traveses en el claro comprendido entre el estribo izquierdo y la primera pila , después fueron montadas las traveses del claro comprendido entre la segunda y la tercera pila , después el siguiente claro y así sucesivamente con los claros restantes hasta que se colocaron las 18 traveses .

Las tres traveses que se colocaron por claro quedarán a 1.5 m de distancia separadas entre sí . Cada travesa tiene un ancho de 1.25 m y una altura de 2.35 m .

En los espacios entre traveses y traveses serán colocados los atizadores espaciales que sirven para mantener en su posición las traveses , estos elementos van soldados a los cordones superior e inferior de cada travesa , están fabricados con ángulo de 2 1/2 " .

Las traveses con sus atizadores ocuparán una longitud de 6.75 m de los 7.4 m que mide el cabezal y 8.1 del diafragma , esto en el área de apoyo .

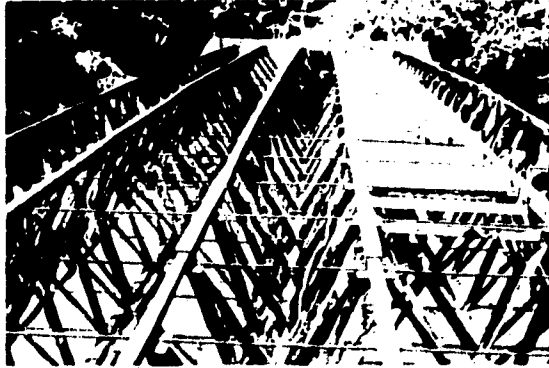


MONTAJE DE TRABES.



Al tener listas las armaduras con todos sus accesorios complementarios se puede proceder a la construcción de la losa de compresión. Esto sera expuesto en el siguiente subcapitulo.

Todas las actividades de corte y soldadura que realizarón para fabricación de las trabes fueron con tres plantas de soldar con motor a diesel , para evitar problemas con el suministro de energia electrica y 2 equipos de corte .



ESTRUCTURAS EN EL SITIO DE PROYECTO

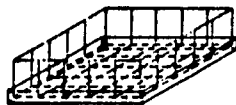
## V.2 FABRICACION DE LOSA DE COMPRESION.

Mientras se realizaban las maniobras de montaje de las traveses, se dió inicio a la construcción de las losas prefabricadas que serán colocadas sobre las traveses.

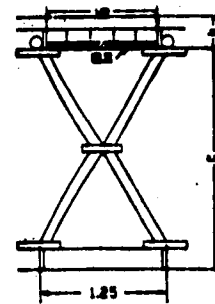
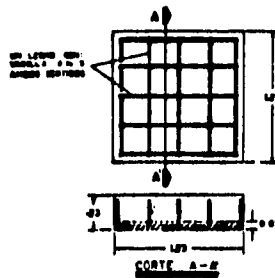
Estas losas fueron elaboradas a un costado del puente sobre la margen izquierda y posteriormente fueron subidas a las traveses con ayuda de un malacate .

La formación de dichas losas es con varilla de # 3 ( 3/8 " ) y su espesor de 7 cm . de concreto , sus dimensiones son 1.23 X 1.23 m . Estas losas precoladas servirán como cimbra para la capa de compresión .Este mismo armado servirá para sujetar la doble parrilla a base de varilla de 1/2 " que formara la capa mencionada .

Las losas prefabricadas van colocadas en la parte superior de cada espiga de la trabe y sujetas en las cuatro esquinas por secciones de angulo de 25 cm. de altura cada una ; estas secciones también servirán de apoyo para el armado de la capa de compresión .

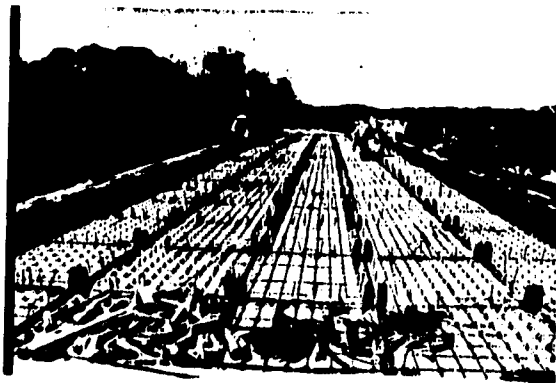
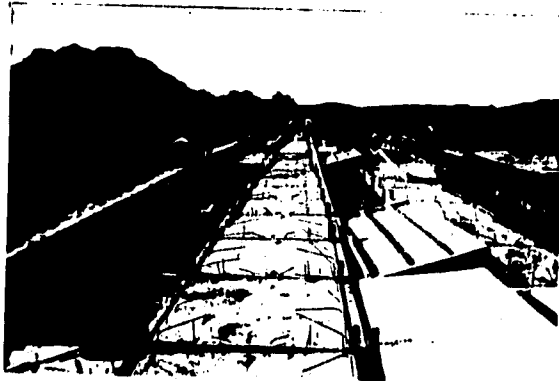


LOSA-CIMBRA  
PARA COLADO.



EN LOSA CON: VARILLA # 3 (3/8) ESPESOR 7 CM.  
CORTA A-B

EN LOSA CON: VARILLA # 3 (3/8) ESPESOR 7 CM.  
CORTA A-B



COLOCACION DE LOSA - CIMBRA

Antes de comenzar con la colocación del acero de refuerzo de la losa de compresión , se fueron sujetando los barrotes y tablonas que servirán como obra falsa para la formación de la banqueta , dichos elementos van apoyados en la cuerda inferior de las traves .

Una vez que se tiene lista la obra de sustentación mencionada se procede al habilitado del acero de refuerzo de la losa y de las dos banquetas formando un solo cuerpo .

Al ser colocado el acero de refuerzo anteriormente citado se previo el suministro de materiales pétreos para poder ir colando los tramos de losa que se tuvieran listos en su armado y así poder llevar una secuencia de los trabajos . De hecho toda la losa se colo con un solo frente iniciado en el estribo izquierdo y terminado en el estribo derecho .

El colado de la superficie se realizo por etapas , las cuales tienen una longitud de 33 m . cada una ; en cada unión de estas fue colocada la junta de poliestireno que servirá entre otras cosas para absorber la expansión o contracción que se presente en el concreto originada por las temperaturas de la zona . Si esta junta no existiera en las uniones de la losa , se podrían originar fracturas en el concreto . Existen en el mercado un sin fin de productos que pueden ser utilizados como son : cartón asfaltado, sikaflex ( producto liquido ) e incluso el neopreno simple . Todos estos se utilizan en los puentes actualmente construidos .

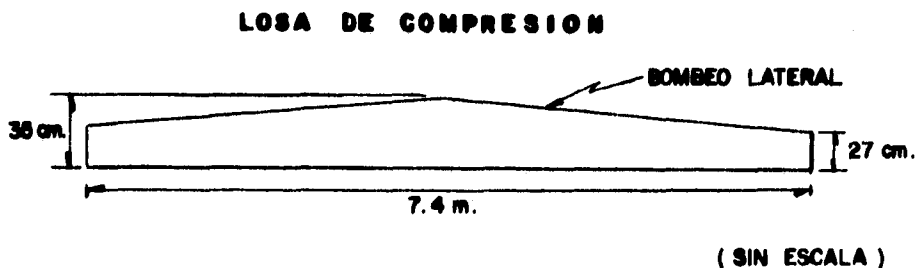
Esta junta es un producto plástico que se presenta en rollos de 25 m y existe en diversos anchos de acuerdo con el uso a que serán destinados es común observarla colocada de tanques , canales , etc .



FABRICACION DE LOSA DE COMPRESION

Los tramos de esta junta fuerón cortados a una longitud de 7.4 m que es el ancho que tendrá la superficie de rodamiento la cual sera dividida en dos carriles de 3.7 m cada uno a lo largo de todo el puente.

La losa de compresión o superficie de rodamiento para este proyecto presenta espesores variables esto es debido al bombeo lateral que presenta la sección transversal de dicha losa , cuyo fin es el desalojo de agua hacia los drenes laterales , dicho espesor oscila entre los 27 y 35 cm , presentandose éste último al centro de toda la losa como se observa en la siguiente figura



La superficie de rodamiento del puente presenta un desnivel de 1.0 m en el sentido longitudinal siendo la parte más baja en el estribo derecho con una elevación de rasante de 346.5 y la más alta esta en el extremo izquierdo cuya cota es de 347.5 , presentandose al centro la elevación promedio que es de 347 todo esto referido a los mismos bancos de nivel manejados en párrafos anteriores y que fuerón respetados en toda la construcción del puente .

Fuerón colocados aproximadamente 482 m<sup>3</sup> de concreto en una superficie de 1554 m<sup>2</sup> en lo que se refiere a la losa de compresión .

### **V.3 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS .**

Una vez que estuvo lista la obra falsa que previamente se colocó apoyada en la cuerda inferior de las trabes exteriores ; se fijó el triplay que servirá como cimbra de contacto y sobre esta las varillas de 1/2 " dobladas en escuadras y amarradas al armado de la losa de compresión, estas varillas formarán ambas banquetas .

Al colocar el acero de refuerzo mencionado se fueron fijando en su posición los drenes de tubo de p.v.c de 4 " a cada 2.5 m de separación entre sí .

Estos drenes tienen una longitud de 80 cm. cada uno y una pendiente del 5 % y como ya se mencionó anteriormente servirán para desalojar el agua acumulada en la superficie de rodamiento .

En el armado de la banqueta también fueron amarradas las varillas que formarán los postes del barandal . Estos detalles mencionados fueron realizados en ambas banquetas de igual manera .



Ya que se tuvieron listos los puntos anteriores se procedió al colado . Las banquetas fueron coladas por etapas de 33 m. de longitud cada una .

Aquí también fue colocada la junta en las uniones de cada colado , esta junta tendrá las mismas funciones que fueron mencionadas para el caso de la losa de compresión .

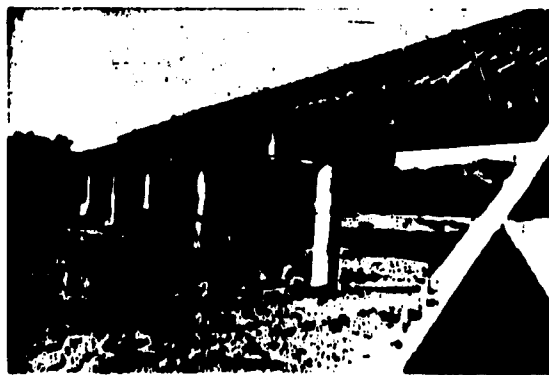
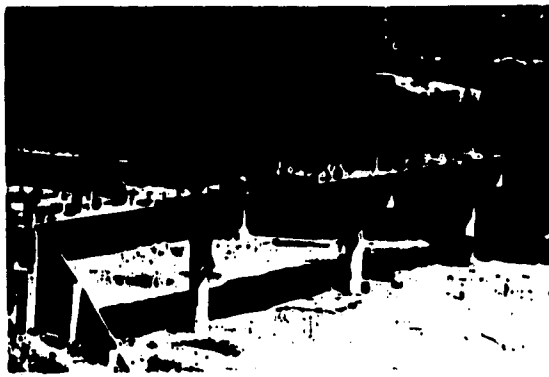
Cada banqueta tiene un ancho de 1.5 m. y una altura de 0.2 m. en total fueron colocados 630 m<sup>2</sup> de concreto en las banquetas .

Las varillas que forman los postes de concreto son del # 5 y anillos del # 3 .

Los postes tienen una altura de 1.2 m y una sección de 25 x 25 cm. cada uno .

En total fueron construidos 168 postes de concreto los cuales están separados a 2.5 m. de distancia entre si .

Estos postes sirven para formación del barandal o parapeto el cual ayudará a evitar que los vehículos puedan salirse del puente con facilidad , así como también dará protección a los peatones que caminen sobre las banquetas .



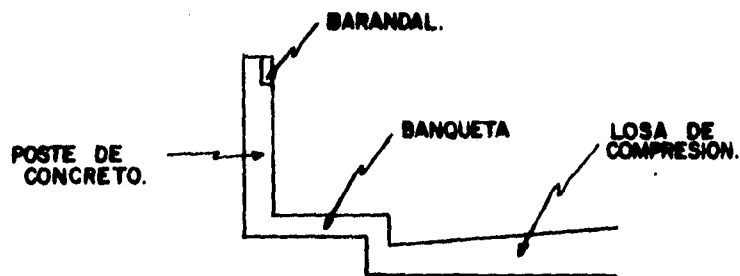
**COLOCACION DE CIMBRA Y OBRA FALSA  
PARA BANQUETAS**

En la parte superior pero en la cara interior de los postes se dejarán las preparaciones para fijar el barandal estas son a base de placa de 1/4 " soldada a las varillas longitudinales del poste . Es importante observar la nivelación de todos los postes para evitar problemas al colocar el citado barandal .

Este barandal esta construido por dos secciones "C" de acero estructural de 6" por 2 1/2" unidas entre si para formar una sola pieza en forma de cajón .

Fuerón colocados 420 m. de barandal en ambos extremos del puente , los dos van soldados al armado de todos los postes construidos.

A continuación se presenta un esquema del barandal con postes de concreto que anteriormente fue descrito .



Después de estos detalles se procedió a cubrir con primario todas las piezas de acero estructural del parapeto aplicando dos capas de este producto a cada elemento .

Posteriormente se procedió a pintar los barandales y las traveses del puente con una pintura verde clara o color " PRD " según el proyectista Ing. Heberto Castillo .

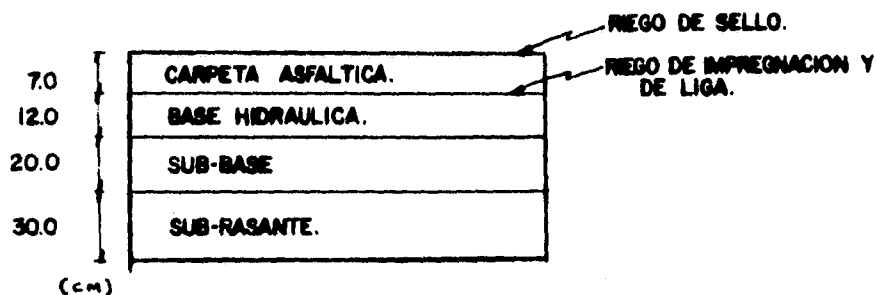
Una vez que se tuvieron listas las actividades mencionadas se procedió a la limpieza de toda la estructura y así proceder a la entrega recepción del puente San Miguel Totolapan .

#### **COMENTARIOS, OBSERVACIONES Y REQUERIMIENTOS :**

Sin el afán de adentrarse tanto en lo que respecta a la formación de los terraplenes de las rampas de ascenso y descenso al puente , se puede hacer mención de que fueron construidos con materiales obtenidos de lugares cercanos al sitio de la obra . Estos accesos se terminaron poco tiempo después de la finalización de la construcción del puente .

Una vez que se colocaron los terraplenes hasta la rasante de proyecto , se procedió a tener la carpeta asfáltica con 7 cm. de espesor en ambos accesos.

Estas actividades de formación de las rampas para el puente fueron ejecutadas y supervisadas directamente por el gobierno del estado de Guerrero . A continuación se observa una sección de las rampas de acceso .



En lo que sigue se expondrán una serie de observaciones , especificaciones y requerimientos que hubo de apegarse durante la construcción del puente , motivo de esta tesis .

#### ACERO DE REFUERZO

Las varillas deberán corresponder a las clases de diámetro y número indicados en los planos . Todo el acero de refuerzo deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido ó con el tipo de sujeción que se especifique . Los separadores para dar recubrimiento al acero , serán cubos de mortero o concreto y silletas de acero o asbesto , no se permitirá el uso de gravas , ni trozos de madera o pedazos de metal diferentes del acero .

Previo al colado , el acero de refuerzo deberá estar libre de óxido suelto, lodo , aceite o cualquier otro elemento que reduzca la adherencia .

Todas las varillas se doblarán en frío , observando que el doblaz no produzca fisuramiento , laminación o desprendimiento superficial . El doblado en caliente requerirá de la autorización de la supervisión , en ningún caso se calentará el acero de refuerzo a más de 530 °c si no esta tratado en frío y no más de 400 °c , en caso contrario . El enfriamiento debe ser lentamente .

La sustitución de diámetros o grados de refuerzo , solo se permitirá con la autorización de la supervisión .

Los empalmes serán de dos tipos , traslapados y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos . Salvo otra indicación , en una misma sección no se permitirá empalmar más del 33 % de las varillas de refuerzo y siguiendo las indicaciones siguientes :

- \_ No deberá traslaparse varillas mayores del número ocho .
  
- \_ En elementos sujetos a flexión las varillas traslapadas sin contacto entre si , no deben separarse más de 20 % de la longitud de traslape , ni más de 150 m m .

- \_ La longitud de traslape de los paquetes de varilla será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete , incrementadas en 20 % para paquetes de 3 varillas y 33 % para paquetes de 4 varillas . Dentro del paquete , las varillas que lo forman no se traslaparán .
  
- \_ Las varillas unidas a tope se soldarán de acuerdo a los detalles que se indiquen en los planos .
  
- \_ Las juntas soldadas a tope deberán tener una resistencia de por lo menos 125 % de la resistencia de fluencia de las varillas que se solden , para lo cual el laboratorio efectuara las pruebas necesarias a satisfacción de la supervisión .
  
- \_ Los electrodos serán serie E- 80 XX de bajo contenido de hidrogeno .

En las uniones de varillas mayores al No.8 que no sean soldadas , el constructor mostrará a la supervisión el método a utilizar y para su aprobación el laboratorio deberá efectuar las pruebas necesarias para este fin .

En cuanto a la colocación del acero de refuerzo este deberá ser ubicado de acuerdo a lo indicado en los planos , teniendo en cuenta lo siguiente :

- \_ La separación libre entre varillas paralelas de una capa, será un diámetro de las mismas o 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso , y nunca menor a 25 mm.

- \_ Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas , las varillas de las capas superiores deberán colocarse directamente arriba de las que están en las capas inferiores , a una distancia mayor de 25 mm.**
  
- \_ En muros y losas , la separación del refuerzo principal no será mayor de 3 veces el espesor del muro o de la losa , ni mayor de 450 m.m. excepto en losas nervadas .**
  
- \_ En columnas armadas , con anillos o refuerzo helicoidal , la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor que 1.5 veces el diámetro nominal de la varilla ni menor de 40 mm.**
  
- \_ Los paquetes de varilla no deberán de contener más de 4 , dispuestas en forma cuadrada o triangular para el caso de tres varillas .**
  
- \_ Todas las varillas de refuerzo se deberán de recubrir con los espesores de concreto indicados en los planos estructurales ; en su defecto , los que se indican a continuación:**
  
- \_ Varillas No 12 : 40 mm.**
  
- \_ Varillas No 10 y menores : 20 mm.**



Para dar por terminado el armado y colocado del acero de refuerzo , la supervisión verificará que dimensiones , separación y sujeción , forma y posición de acuerdo a los planos y dentro de las tolerancias que se indican :

- La suma de las discrepancias medidas en la dirección del refuerzo , con relación al proyecto , en losas , zapatas , cascarones , trabes y vigas , no será mayor de 2 veces el diámetro de la varilla ni más del 5 % del peralte efectivo .
  
- En los extremos de las trabes y las vigas , la tolerancia se reduce a una vez el diámetro
  
- En la posición del acero de refuerzo de zapatas , muros , cascarones , trabes y vigas no excederá de 3 mm. más el 3 % del peralte efectivo y no más de 5 mm. en el recubrimiento.
  
- La separación del refuerzo transversal en las vigas ,trabes y columnas , medidas según el eje del refuerzo , no excederá a la del proyecto en más de 10 mm. más el 5 % ni será menores en 3 mm. más el 3 % de la dimensión en la dirección que se considera la tolerancia..

**\_ El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural , no diferirá de la del proyecto en más de 5 mm .**

**\_ La separación del acero de refuerzo en losas , zapatas y muros , respetando el número de varillas en una faja de un metro de ancho , no diferirá de la del proyecto en más de 10 mm , más un décimo de la separación indicada en los planos .**

#### **CIMBRA Y OBRA FALSA .**

**Estas dos estructuras servirán una como molde ( cimbra ) y la otra como soporte para el concreto fresco durante el tiempo que éste tarde en alcanzar una resistencia prefijada .**

**Las formas para el concreto son aquellas que se emplearán para confinar y amoldar a las líneas y niveles especificados en los planos .**

**La selección de los materiales se hará fundamentalmente , tomando en cuenta la seguridad de la construcción , la economía y el tipo de acabado especificado en los planos .**

**Todos los materiales que se emplearán para cimbras u obra falsa , deberán ser aprobados por la supervisión .**

**Tanto la cimbra como la obra falsa deberán de considerarse los siguientes puntos durante su construcción :**

- \_ Velocidad en la colocación del concreto .**
- \_ Cargas vivas laterales e impactos .**
- \_ Deflexiones , contraflechas de concreto , excentricidades y presiones laterales , contraviento , etc.**
- \_ Método de colocación .**
- \_ Carga muerta del concreto y la adicional producida por las operaciones de colado .**

**Las superficies de los moldes o formas que vayan a estar en contacto con el concreto , deberán ser de material adecuado para producir el acabado especificado en los planos .**

**Las formas o moldes deberán tener un traslape no menor de 25 MM. sobre el concreto colado previamente y serán sujetos adecuadamente al mismo , de forma que al efectuar el colado siguiente , las formas no se abran ni permitan pérdida de lechada del concreto .**

**Por ningún motivo se permitirán separadores de madera en el concreto .**

**Todas las formas o moldes deberán estar diseñadas para desmantelarse sin causar daños al concreto durante su retiro .**

**Desde una altura que no exceda a los 2.5 m. , las paredes de los moldes o formas que van a estar en contacto con el concreto , se recubrirán con aceite mineral o grasa antes de cada uso , a fin de evitar la adherencia de la mezcla .**

**Antes de colocar el concreto dentro del molde se verificará la localización , niveles y dimensiones de las formas o cimbras , estas deberán estar limpias de tierra , basura o cualquier material extraño cuya presencia fuera accidental .**

**Los alineamientos , niveles y dimensiones de los espacios confinados dentro de la cimbra , deberán corresponder a los señalados en los planos admitiendo las siguientes tolerancias :**

**Desviaciones respecto a la vertical .**

**En líneas y superficies de columnas , muros y en aristas .**

**En tramos hasta 3 metros :**

**6 milímetros .**

**En tramos hasta 6 metros .**

**12 milímetros .**

**Desviaciones respecto a los niveles o pendientes de proyecto**

**( medidas antes de retirar los puntales de soporte ) .**

**En cimbras para acabado aparente :**

**1/500 del claro .**

**En cimbras para acabado común :**

**1/300 del claro .**

**En dinteles aparentes , parapetos y ranuras horizontales**

**En tramos hasta 6 metros :**

**6 milímetros .**

**En tramos mayores de 6 metros :**

**12 milímetros**

**Desviaciones de alineamientos respecto a la posición establecida .**

**En planta y a la posición relativa de columnas , muros y divisiones .**

**En tramos hasta de 6 metros :**

**12 milímetros**

**En tramos mayores de 6 metros :**

**25 milímetros**

**Desviaciones en las dimensiones de las secciones transversales de columnas , vigas y el  
espesor de la losa :**

**Menos de 6 y 12 milímetros**

**Desvios en cilindros.**

**Variación de la dimensión en planta:**

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

**Menos de 12 y 50 milímetros.**

**Excentricidad o desplazamiento:**

**Diez por ciento del ancho del cilindro en la dirección del desplazamiento, sin exceder 50 milímetros.**

**Sistemáticamente, antes de efectuar cualquier colado de concreto , se verifican los siguientes puntos:**

- \_ Que los soportes verticales tengan el suficiente apoyo de acuerdo con las condiciones del suelo o del piso.**
  
- \_ La localización número adecuado y verticalidad de los puntales, comprobando que estos estén dotados de rastras y cuñas de ajustes, las cuales deberán estar bien sujetas.**
  
- \_ Los alineamientos, dimensiones y niveles de acuerdo a los plazos y dentro de las tolerancias especificadas.**
  
- \_ El atiesamiento diagonal y lateral de marcos y puntales. Empalmes y traslapes de pies**

derechos, largueros, madrinas y puntales; comprobando la firmeza de los costados mediante yugos, separadores y barrotes.

\_ En su caso el apuntalamiento de pisos inferiores. Los puntales de pisos superiores, deberán coincidir con los de los inferiores, en la misma vertical hasta llegar al suelo natural.

\_ Adecuada estructuración de la obra falsa para resistir presiones laterales del viento o vibraciones por cargas móviles.

Durante y después del colado, se inspeccionará la cimbra para detectar, deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes de las formas o de la obra falsa.

Cuando se considere necesario, se controlará la secuencia y rapidez del colado, para evitar o disminuir excentricidades de cargas de construcción en la zona descimbrada.

Salvo que los planos especifiquen otros valores, los tiempos mínimos para el descimbrado en condiciones medias de temperatura serán las siguientes :

\_ Columnas, castillos y dadas:

24 horas



**\_ Muros y costados de traves:**

**36 horas**

**\_ Losas y fondos de traves:**

**10 a 12 dias**

**\_ Cabezales de pilas y voladizos:**

**13 a 15 dias**

**En caso de usarse algun aditivo para acelerar el fraguado los tiempos podran reducirse hasta en un 40 %.**

**Para este proyecto se utilizaron 3 juegos de cimbra de los cilindros, 3 para las pilas, 2 para los estribos y 2 para cabezales de pilas, con su respectiva obra falsa para su sustentacion.**

#### **CONCRETO:**

**Los materiales que se emplean en la elaboracion de concreto seran: cemento portland tipo I (usos generales), agregados finos y gruesos obtenidos del material que acarrea el rio Balsas unicamente sometido a cribas; tambien se utilizo agua y los aditivos aprobados segun el caso.**

El control de calidad de los materiales empleados se efectuará por medio del laboratorio. Sus características observadas son:

Concreto F'C= 250 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tamaño del agregado grueso: 3/4" - 1/2".

Revenimiento máximo 12 cm.

Porcentaje de finos: 40 %.

Contenido de aire: 6 %.

Las cantidades de cemento, agregados y agua, serán determinados por peso. Los dispositivos para pesar serán verificados sistemáticamente a satisfacción de la supervisión teniendo una tolerancia de + 2.5 % en el peso.

El agua será medida por volumen y / o peso, y el aparato o dispositivo deberá contar con ajustes que permiten dar una tolerancia de + 1 %.

El laboratorio obtendrá según su clasificación las probetas de ensaye con la frecuencia que considere necesario, y si al efectuar sus pruebas encontrara que, el concreto no cumple con la resistencia ( F'c ), modulo elástico y peso volumétrico, debora consultar a la supervisión para tomar las medidas correctivas necesarias a los inspectores del laboratorio para la obtención de probetas.

Los aditivos se añadirán con el procedimiento y tiempo de mezclado aprobados. La tolerancia en el equipo de medición será de 2.5 % en el peso o volumen, dependiendo de el aditivo a utilizar .

El recipiente de mezclado deberá ser lavado en cada cambio de mezclas y al finalizar el turno de trabajo.

No se añadirá agua y/o cualquier otro material a la mezcla después de que el concreto haya dejado la mezcladora.

El concreto no se vaciara hasta que el sitio que ocupara se encuentre libre de cualquier material extraño y se tenga la aprobación de supervisión.

El colado de elementos estructurales de eje vertical, tales como columnas, pilas, muros, etc; se efectuara de la manera siguiente:

La mezcla se vaciara colocandola en capas horizontales continuas de 25 a 30 cm de espesor ( nunca se excedera la penetración efectiva del vibrador.) Cada capa se acomodara y compactara en toda su profundidad para obtener un concreto que llene completamente los moldes y cubra de forma satisfactoria el acero de refuerzo.

La caída del concreto no excedera una altura de 1.6 m si la mezcla se colocara desde una altura mayor a 3 m, deberan tomarse precauciones especiales tales como el uso de deflectores y/o tuberías adecuadas. No se permitira aruontonar la mezcla para posteriormente extenderla dentro de los moldes.

A fin de evitar que se marquen juntas y evitar discontinuidad entre la capas, estas se deberan colar en forma continua una vez que la anterior haya sido colocada y antes de que se inicie su fraguado. El tiempo máximo entre la colocación de una capa y la precedente sera de 30 minutos.

Todo el concreto viejo debera humedecerse 8 horas antes, incluyendo la cimbra, y unos minutos antes de comenzar el vaciado se procedera a aplicar un adhesivo que puede ser adecon, festerbond o alguna substancia similar.

**El colado de elementos de eje horizontal, tales como vigas, losas, pisos, etc; se efectúa de la siguiente manera:**

**La mezcla se vaciará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento, no se dejara colocar la mezcla de alturas mayores de 1.5 m, ni se permitira amontonarla, para después extenderla en los moldes; el colado sera continuo hasta la terminación del elemento ó hasta la junta de construcción que fija el proyecto y/o lo ordene la supervisión; el tiempo máximo entre un vaciado y el siguiente sera de 30 minutos.**

**El acomodo y colocación de la mezcla de concreto, se efectuaran de tal manera que esta llene totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de su masa, para lo cual se llevara a cabo el procedimiento siguiente:**

**Mediante el uso de vibradores de inmersión según el elemento que se trate. También se podra usar pisones de tipo de vibratorio , máquinas de acabado u otro equipo que autorice la supervisión, para el caso de pisos o estructuras de espesor reducido. Mediante vibradores de molde o aquel que apruebe la supervisión.**

**Se evitara el vibrado excesivo para impedir cualquier segregación o clasificación de los**

materiales, así como el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo, para dañar las partes coladas previamente.

En cuanto a las pruebas que se efectuaron para conocer las características del concreto son:

\_ Resistencia a la compresión.

\_ Prueba de revenimiento.

La resistencia a la compresión es el esfuerzo de ruptura del concreto endurecido, que se obtiene en especímenes cilíndricos estándar ensayados a compresión axial, expresada en Kg/cm<sup>2</sup>. todos los ensayos se efectuaron a los 28 días de edad del concreto.

El informe de la prueba de cada espécimen deberá incluir los siguientes datos:

\_ Número de identificación.

\_ Obra de procedencia y lugar del colado.

\_ Diámetro y altura del espécimen, si no es estándar en cm.

**\_ Área de la sección transversal en cm<sup>2</sup>.**

**\_ Carga máxima en Kg.**

**\_ Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup>.**

**\_ Tipo de falla cuando no se presenta la usual.**

**\_ Defectos observados en el espécimen o en las cabezas.**

**\_ Edad del espécimen en días.**

**Para el caso de este proyecto se tomaron especímenes de toda la cimentación, todos los elementos de apoyo y de la superestructura.**

**La prueba de revenimiento es el ensaye que con mayor frecuencia se realiza en las obras. Se puede considerar como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento para una relación grava-arena determinada.**

**Para checar en campo el revenimiento se utilizara un cono metálico, varilla y charola, midiendo la deformación que no debiera exceder de  $\pm 3$  cm. del revenimiento estipulado. Esta prueba se realizo todas las ocasiones que el laboratorio lo ordeno reportando los resultados a la supervisión.**

En cuanto al curado del concreto debe ser protegido contra condiciones climáticas adversas. Se prevendrá la rápida evaporación debida por las altas temperaturas viento o ambas .

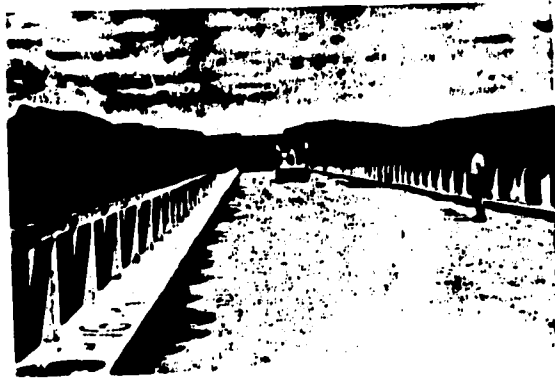
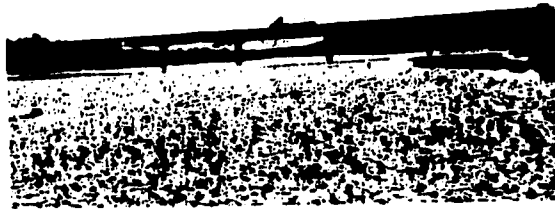
Los aditivos o membranas utilizadas para curar el concreto deberán ser aprobadas por la supervisión y cumplirán las especificaciones de las normas oficiales mexicanas.

#### **ACERO ESTRUCTURAL :**

Lo referente a este material en cuanto a características, pruebas y trabajabilidad del mismo ya fueron mencionados en el subcapítulo V.3., por lo que un servidor considera no prudente volver a repetirlos.

Todas las observaciones, requerimientos y especificaciones mencionadas con anterioridad fueron tomadas en cuenta durante el desarrollo de la construcción del puente " San Miguel Totolapan " . Cabe decir que éstas fueron las que yo considere que eran las más importantes de entre otras que pudieran mencionarse y por error accidental pude haber omitido.





**PUENTE "SAN MIGUEL TOTOLAPAN" EN FUNCIONAMIENTO.**

# **CAPITULO VI**

# **CONCLUSIONES**

## VI CONCLUSIONES

El puente San Miguel Totolapan y toda la red carretera de la cual forma parte, traerán múltiples beneficios a la región que circundan. Resultaran impulsadas actividades como la agricultura y silvicultura principalmente esta última, ya que no hay que olvidar que Guerrero es el noveno estado del país en producción maderable.

También resultaran apoyados sectores como el turismo, la pesca, la minería, la ganadería y otros. Se han ampliado también servicios a la población como agua potable, luz y teléfono. Y por último otro campo que sin duda tendrá gran impulso es el de la seguridad y la paz social que en muchas ocasiones han sido mal dirigidos en esta zona del estado de Guerrero. Analizando lo anterior puede decirse que la realización de este proyecto era necesaria, justificable y amortizable.

Este tipo de construcciones han resultado atractivas para el gobierno del estado de Guerrero, principalmente por su rápida ejecución y por su bajo costo comparado con otro tipo de proyectos existentes. Para esto cabe mencionar que simultáneamente a la construcción del puente San Miguel Totolapan se llevó a cabo la edificación de otra estructura de similar forma y que pertenece a esta misma red carretera que se ha venido mencionando este puente es el

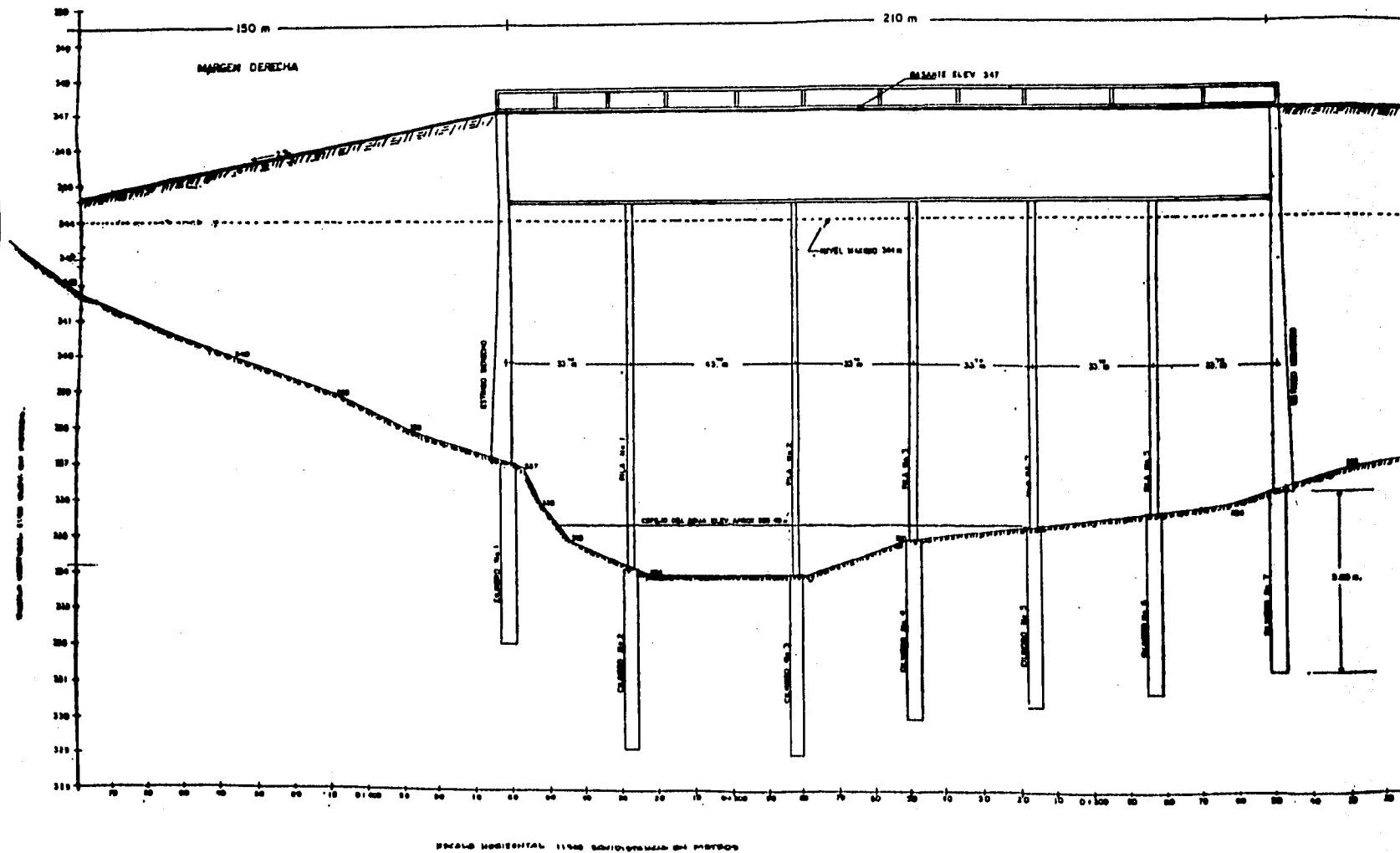
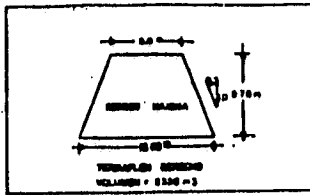
Ajuchitlan cerca del poblado del mismo nombre; y se tiene proyectado otro en los limites de Guerrero y Michoacan cerca del poblado de Zirandaro; todo esto trae como conclusión de que estas obras tendrán bastante proyección a futuro.

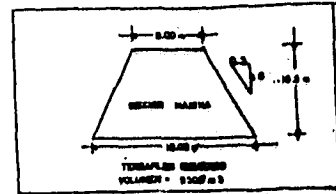
Las facilidades con que se cuenta actualmente para el desarrollo de proyectos, la variedad de su ejecución , el empleo de un mínimo de equipo pesado y ligero de construcción, el uso repetitivo de todas las cimbras de contacto y obra falsa ya que muchos elementos son de igual forma, la eficiencia de la mano de obra, que se logra por el desarrollo sistemático del trabajo y la estética de las formas resultantes hacen que esta técnica sea cada vez mas utilizada.

Este tipo de puentes tienen gran versatilidad en su construcción, ya que se puede atacar por diversos frentes y simultáneamente actividades como la elaboración de las trabes prefabricadas y la formación de la estructura de cimentación y de soportes ( apoyos ) sin perder de vista el orden y la secuencia establecidos en el programa de obra y la ruta critica.

Espero que los elementos expuestos en esta tesis puedan permitir una visión de conjunto de la técnica de construcción de este tipo de puentes, cuyo desarrollo actual da al concreto armado y al acero estructural la posibilidad de llevar acabo realizaciones cada vez mas audaces, que se convierten en monumentos a la imaginación creativa del hombre.

# RELACION DE PLANOS





210 m

140 m

MARGEN IZQUIERDA

SECCION ELEV 347

SECCION ELEV 348

TERRAPLEN

AREA HORRACA

1000 m<sup>2</sup>

AREA CANAL (PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS) = 1000 m<sup>2</sup>

3.00 m

0+00 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

SECCION HORIZONTAL 1:1000 MEDICIONADA EN METROS

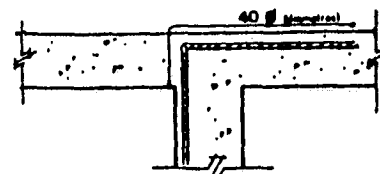
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PLANO GENERAL	
PUENTE: SAN MIGUEL TOTOLAPAN	
ADEMIR CRAZO DAMIAN	PLANO N°1





# PUENTE SAN MIGUEL TOTOLAPAN

## ESPECIFICACIONES DE ANCLAJE (A PODER QUE SE HICIERA LA CONTRARIA)

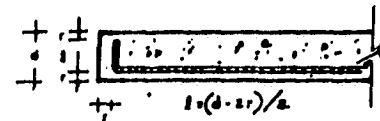


UNION DOS ELEMENTOS

REJILLA FRONTAL  
# No. 4 @ 20  
AMBOS SENTIDOS

REJILLA POSTERIOR  
LONG. # No. 4 @ 20  
TRANSV. # No. 4 @ 60

ELEVACION

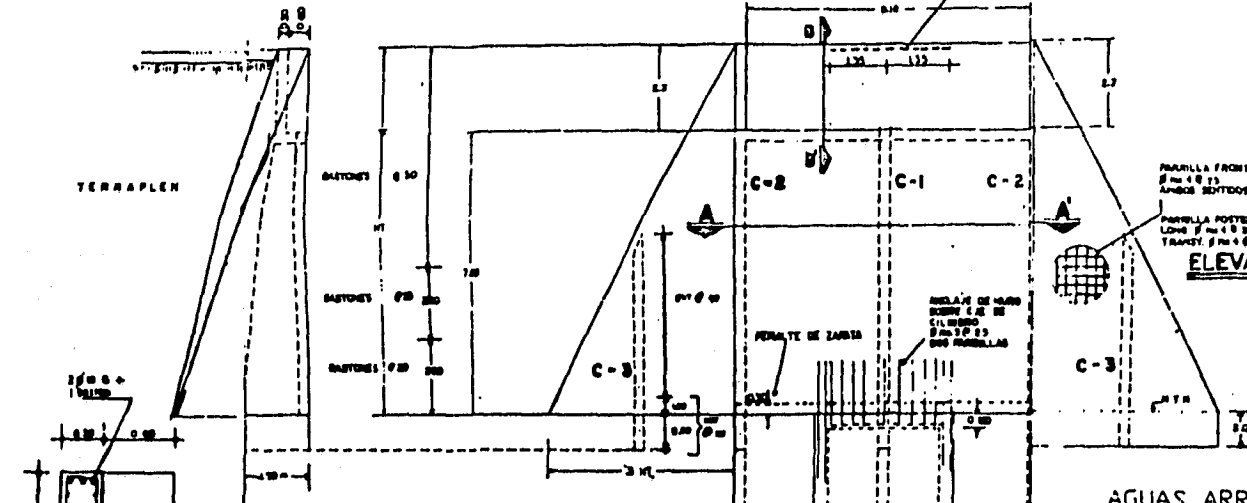


ANCLAJE DE TERMINACION

AGUAS ARRIBA

### NOTAS GENERALES:

- 1- EL CONCRETO A EMPLEAR DEBE DE UNA RESISTENCIA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  A LAS 28 DIAS.
- 2- LOS RELAJOS DE CILINDRO Y PLAS DEBERAN SER CONTINUOS CON ENTERRAMIENTOS HARRASAS DE CILINDRO DE 2 METROS. DE PODER HACER ENTERRAMIENTOS DE RELAJOS EN LAS ZONAS DE TRANSICION DE ELEMENTOS.
- 3- ENTERRAMIENTOS LIBRES 0.40 M DE CILINDRO Y 0.50 M DE PLAS.
- 4- EL ACERO DE REAJOS A EMPLEAR DEBE DE UNA RESISTENCIA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- 5- REAJOS EN METROS, LAS CORTAS COMO EL DIBUJO

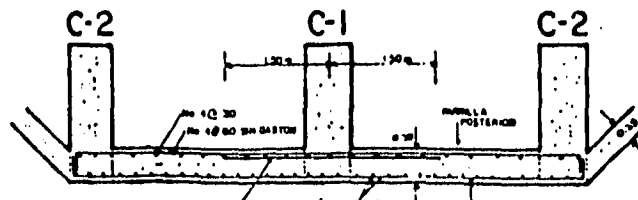


VISTA-A

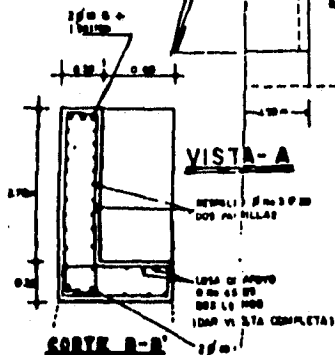
SECCION COLUMNA C-3

PLANTA

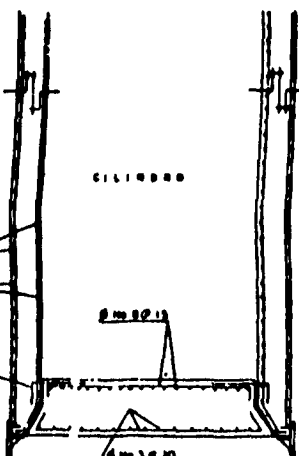
ESTRIBOS



CORTE A-A'



CORTE B-B'

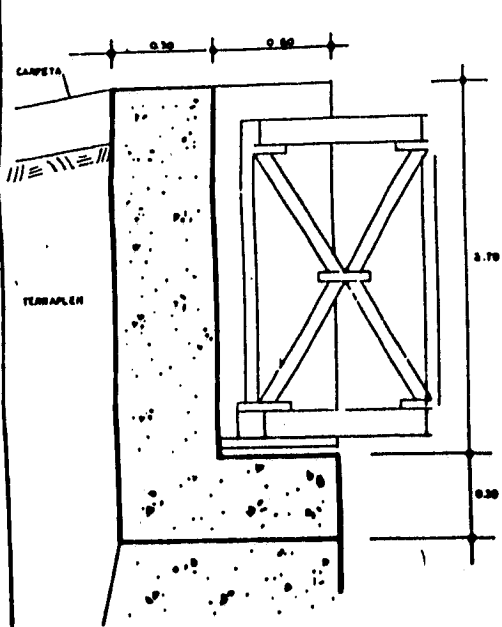


DETALLE DE TAPON INFERIOR

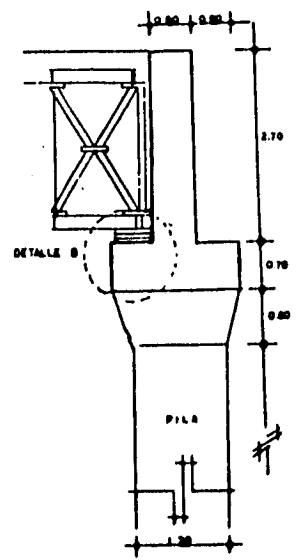
UNAM	
Facultad de Ingeniería	
TESIS PROFESIONAL	
ESTRIBO Y CILINDRO	
PUENTE: SAN MIGUEL TOTOLAPAN	
ADEMIR ERAZO DAMIAN	PLANO N° 2



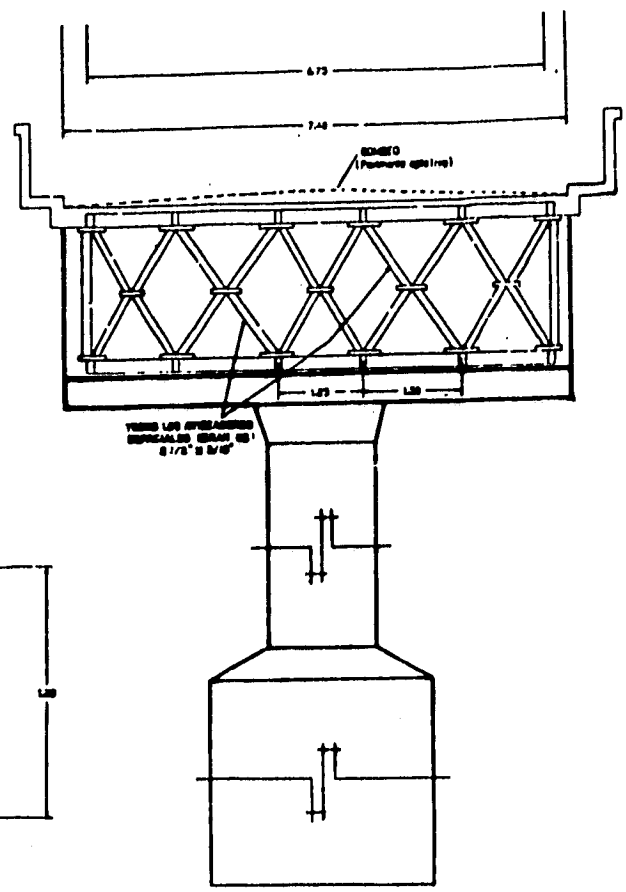




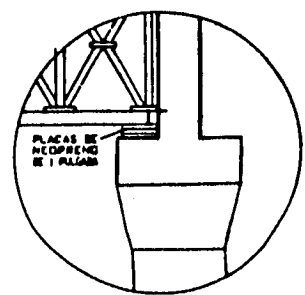
DETALLE DE APOYO EN ESTRIBO



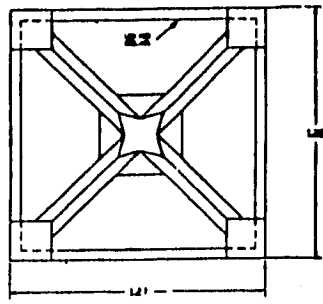
DETALLE EN APOYO CENTRAL



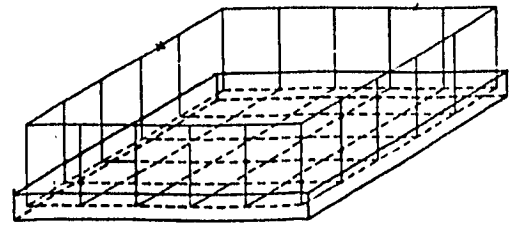
CORTE TRANSVERSAL DE SUPERESTRUCTURA



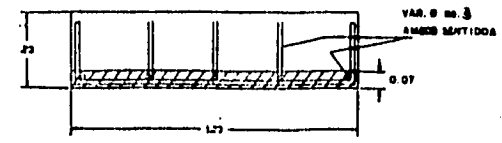
DETALLE B



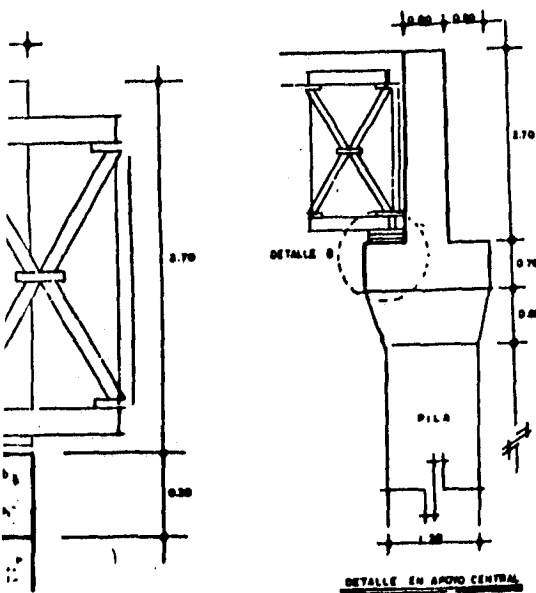
VISTA EN PLANTA. POSICION DE LA LOSA PARA COLAR EN MODULOS



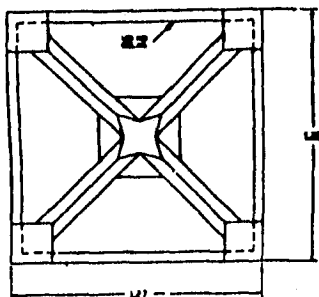
VISTA EN ISOMETRICO



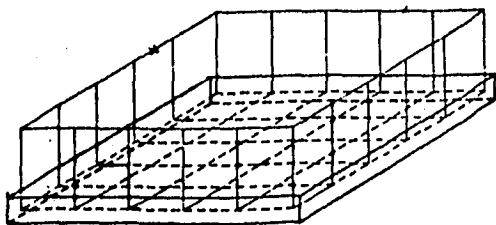
ARMADO DE LOSA PARA COLAR



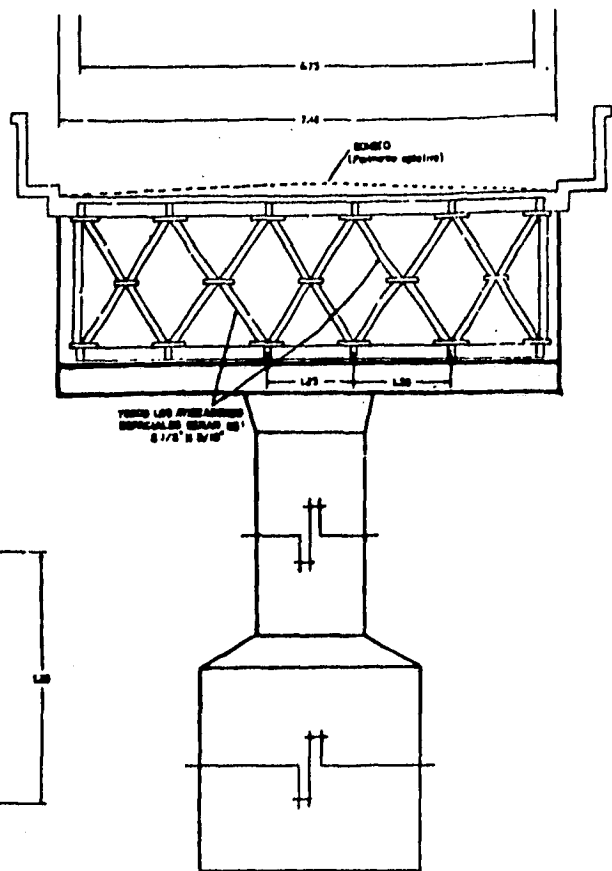
DETALLE EN ARCO CENTRAL



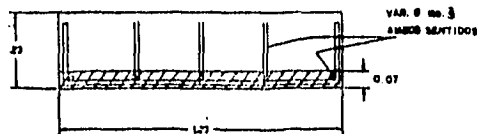
VISTA EN PLANTA. POSICION DE LA LOSA PARA COLAR EN MODULOS



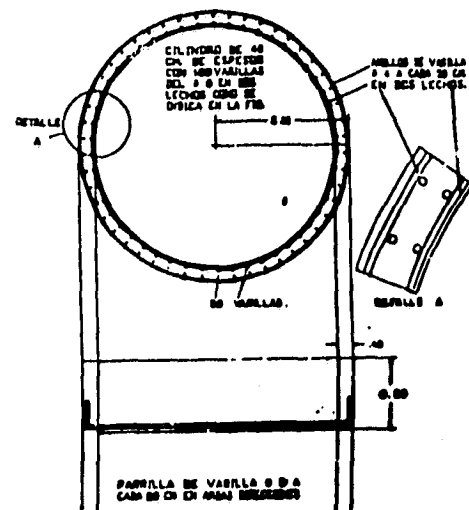
VISTA EN ISOMETRICO



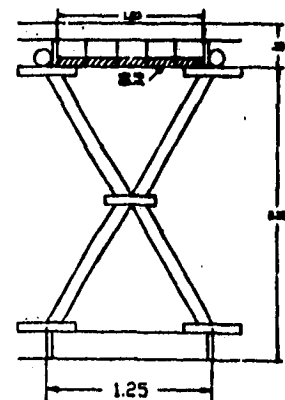
CORTE TRANSVERSAL DE SUPERESTRUCTURA



ARMADO DE LOSA PARA COLAR



PARILLA DE VARRILLA 0.2 A 0.4 CM DE DIAM. REFORZADO

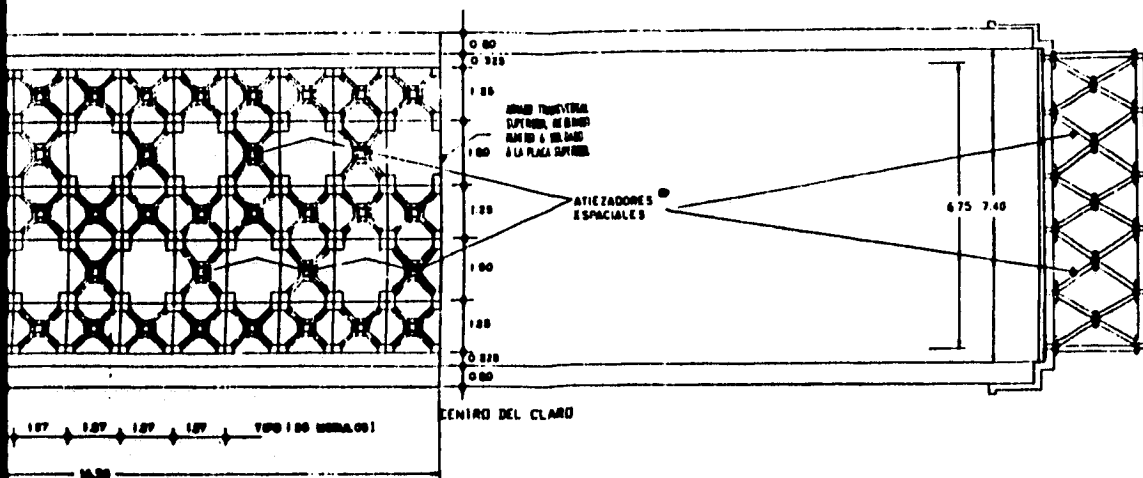


ELEVACION DETALLE COLACION DE LOSA PARA COLAR

NOTAS: ... LAS COTAS SON EN METROS.  
... COTACIONES EN METROS.

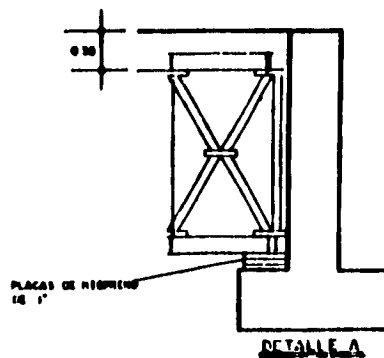
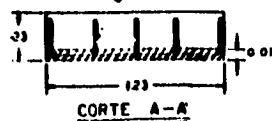
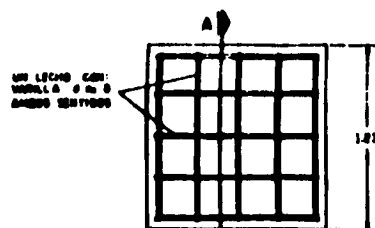
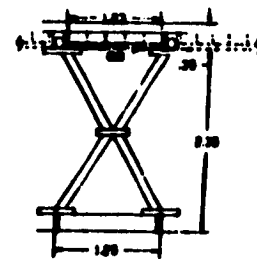
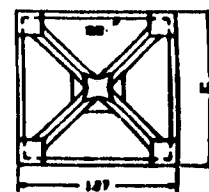
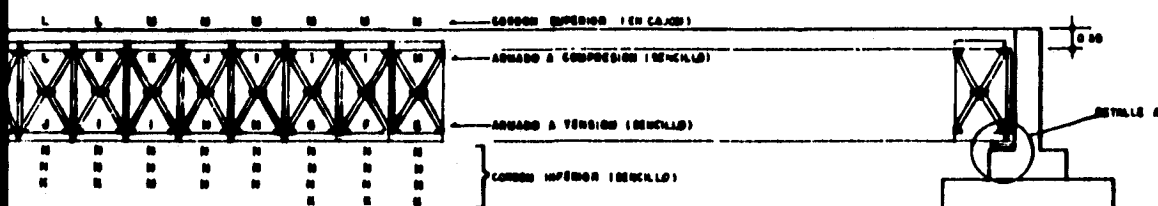
U N A M
Facultad de Ingeniería
TESIS PROFESIONAL
DETALLES GENERALES
PUENTE SAN MIGUEL TOTOLAPAN
ADEMIR CRAZO DAMIAN PLANO N° 6





ANGULO	DIMENSION
B	1 X 1/8
C	1 X 3/16
D	1 1/2 X 1/8
E	2 X 1/8
F	2 X 3/16
G	2 1/2 X 3/16
H	2 1/2 X 1/4
I	3 X 1/4
J	3 X 5/16
K	4 X 1/4
L	4 X 5/16
M	4 X 3/8
N	4 X 7/16
O	5 X 3/8
P	5 X 7/16
Q	6 X 3/8
R	5 X 1/2
S	6 X 7/16
T	6 X 1/2
U	6 X 9/16
V	6 X 5/8
W	6 X 3/4
X	6 X 7/8
Y	6 X 1

DISEÑO PUENTE  
CON CARGA ASIDA  
M20-S16-44



BRA  
ADO.

U N A M
Facultad de Ingeniería
TESIS PROFESIONAL
TRABES
PUENTE: SAN MIGUEL TOTOLAPAN
ADEMIR ERAZO DAMIAN PLANO N°5

# **BIBLIOGRAFIA**



## **BIBLIOGRAFÍA .**

- **Enciclopedia Universal Ilustrada Tomo XLVIII ( 48 )**
  
- **Enciclopedia Ilustrada Cumbre Tomo X ( 10 )**
  
- **Anuario Estadístico del estado de Guerrero edición 1991**  
**INEGI**
  
- **Biblioteca del Ingeniero Civil Tomo I y II**  
**David A. Day, P.E**  
**Ciencia y Técnica Grupo Noriega Editores**
  
- **Manual del Ingeniero Civil Tomo I y II**  
**Frederick S. Merritt**  
**Mc. Graw Hill**
  
- **Método de la ruta crítica y sus aplicaciones a la construcción**  
**Antill**  
**Limusa**
  
- **Administración y Control Tomo I**  
**Determinación de la ruta crítica**  
**Dr. R. L. Martino**  
**Editorial Técnica S.A.**

- **Maquinaria para construcción**

**Ing. Rafael Aburto Valdes**

**Fundec A.C.**

- **Soldadura ( Tercera Edición )**

**James A. Pender**

**Mc. Graw Hill**

- **Control de calidad del concreto**

**Ing. Alvaro Ortiz Fernandez**

**Fundec A.C.**