



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE JAGÜEY-LAS LOMAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
VICENTE J. CASTAÑEDA FONS

CON LA ASESORÍA Y DIRECCIÓN DEL PROFESOR:
ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO



México, D.F.

2005

m.339971



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Autodiplo de la Facultad de Bibliotecas de la
UNAM a depositar en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Vicente Javier Castañeda

FONIA

FECHA: 17 ENERO DE 2005

FIRMA: 

Dedico esta Tesis con gratitud, cariño y respeto a mi familia, amigos y maestros que hicieron posible su realización. En especial para:

Mis padres

**Vicente Castañeda Borbón
Concepción Fons de Castañeda**

Mi Esposa

Alicia Náder de Castañeda

Mis Hijos

**Irma
Vicente
Mario
Alicia**

Mis Hermanos

Jorge Alberto

Ma. del Rosario

Aida del Carmen

A mi cuñado

Lic. Luis Abraham García Calderón

El Director de esta Tesis

Ing. Alejandro Ponce Serrano

APROBACIÓN DE TEMA DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/125/00

ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO
Presente.

El señor **VICENTE J. CASTAÑEDA FONS** de la carrera de **INGENIERO CIVIL**, me ha solicitado designar al profesor que le señale Tema de Tesis para su Examen Profesional.

En atención a esa solicitud ruego a usted se sirva formular el Tema solicitado y enviarlo a esta Dirección para comunicarlo oficialmente al interesado.

Doy a usted de antemano las más cumplidas gracias por su atención y le reitero las seguridades de mi consideración más distinguida.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 30 de octubre de 2000
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDEZ BRAVO

GFB/GMP*mstg

INDICE	PÀGINA
PORTADA	1
Aprobación del Tema de esta Tesis	3
INTRODUCCIÒN	
a) Función Social	7
b) Justificación del Proyecto	9
I. DESCRIPCIÒN GENERAL DEL PROYECTO	
a) Localización	14
b) Descripción física del puente	15
c) Estudios de mecánica de suelos	16
d) Métodos Hidrològicos	23
e) Estudios Geotécnicos	32
II. PROGRAMA DE OBRA	
a) Planeación de actividades	35
b) Asignación de recursos	36
c) Programación de obra	37
III. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
a) Catálogo de conceptos	42
b) Relación de insumos, de equipo, de materiales y de cuadrillas de mano de obra	43-45
c) Integración del factor de salario real	46
d) Descripción del desarrollo de un precio unitario	47
IV. PRESUPUESTO	
a) Análisis del factor de indirectos	50
b) Presupuesto de Obra	51
V. PROCESO CONSTRUCTIVO	
a) Sub Estructura	55
b) Super Estructura	58
c) Obras Complementarias	59
VI. CONCLUSIONES	
Recomendaciones y sugerencias	61

INTRODUCCIÒN

Introducción

Seguramente los ingenieros del mundo han contribuido mas que ningún otro grupo a conformar nuestra civilización, pues en toda sociedad su papel es crear, a partir de los conocimientos de su tiempo, aplicaciones tecnológicas que satisfagan necesidades prácticas; una rueda hidráulica para mover un molino; un sistema eléctrico para dar luz a una ciudad; un corazón artificial para proteger una vida; un puente para que miles de personas superen un obstáculo natural.

El ingeniero ha evolucionado con los siglos, de improvisador ingenioso, a especialista hábil y sistemático que aplica la riqueza de los conocimientos científicos en los complicados problema de hoy y de mañana.

Mas, a pesar de su función esencial en el progreso y bienestar del hombre, para muchos el ingeniero sigue siendo un personaje abstracto cuyas funciones no se llegan a entender cabalmente.

Una razón de esta impresión nublada que deja el ingeniero moderno, es su estrecha asociación con los científicos. Un vigilante que comprueba las identificaciones del personal a la puerta de la fábrica no sabe quién es quién. Y en industrias tan vastas como la petrolera o de comunicaciones, es difícil determinar dónde termina el campo del científico y dónde empieza el del ingeniero. La distinción básica entre tan vinculadas profesiones esta en sus metas: el científico va tras el descubrimiento de conocimientos nuevos, sean o no útiles, en tanto que el ingeniero se esfuerza en que el saber antiguo o reciente, sirva a las necesidades de la humanidad.

a) Función Social

El municipio de Minatitlán, se encuentra localizado en la parte sur del estado. Su altitud promedio sobre el nivel del mar es de 20 metros. Limita al norte con los municipios de Coatzacoalcos, Cosoleacaque, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río; al este con Las Choapas; al sur con el nuevo municipio de Uxpanapa y los estados de Chiapas y Oaxaca, y hacia el oeste con Hidalgotitlán y Jáltipan. Cuenta con una extensión territorial de 3,092.64 kms², ocupando el 4.27% del territorio estatal.

Durante 1995, el territorio municipal se dividió en 317 localidades. Cuenta con un clima cálido húmedo, una temperatura promedio anual de 26.1°, con lluvias abundantes en verano y a principios de otoño, con menor intensidad en invierno. Su precipitación media anual es de 2,409.4mm.

La cabecera municipal es Minatitlán y sus principales localidades son: Minatitlán, Mapachapa, Capoacán, Gral. Adalberto Tejeda, Emilio Carranza (Salinas), San Cristobal, El Remolino, El Tabasqueño, La Concepción, Francita, Cahuapan, López Arias, y Francisco I. Madero.

La geografía municipal se encuentra formada por rancherías, ejidos, congregaciones y colonias agrícolas.

Cuenta con todos los servicios como correos, escuelas, teléfono, además de servicios médicos, de alumbrado público, seguridad pública, agua potable, sistemas de drenaje y alcantarillado, y mercado público, entre otros.

El municipio se encuentra situado en la llamada "Provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur", en donde existen elevaciones máximas de 320 metros y mínimas de 10 metros.

La característica del municipio es que, además de la amplia superficie de tierra, cuenta con importantes cuerpos de agua, conformada por ríos, esteros y lagunas, de donde se benefician los pescadores locales.

En las últimas décadas, tanto en el estado como en el municipio, se ha registrado una disminución del crecimiento demográfico que se explica, fundamentalmente, por dos razones, la primera de ellas, el descenso de la población y la segunda, por la emigración de las personas, principalmente masculinas, hacia otras entidades de la República y el exterior, principalmente los Estados Unidos de Norteamérica.

Minatitlán representa aproximadamente el 2.2% de la población estatal. Ocupa el sexto lugar en número de habitantes después de Veracruz, Xalapa, Coahuila, Córdoba y Orizaba, considerados como los principales polos de concentración de la población en el estado.

Al analizar la estructura de la población minatitlica por edades, se puede concluir que se trata de una población expansiva, debido al volumen de personas menores de edad. En este rubro, la población infantil representa aproximadamente el 23%; porcentaje similar revela la población joven; la población adulta, manifiesta el 48%; y la población de la tercera edad o senecta alcanza un porcentaje mínimo, es decir 6%.

La población del municipio durante los años 1995-2000 decreció de 202,965 a 152,983 habitantes, teniendo en este último año una densidad poblacional de 49.5 habitantes por Km.², y una baja en la tasa de crecimiento media anual (-6.40%), que deriva principalmente de la desintegración de aproximadamente 700 Km.² del territorio y población de siete congregaciones de Minatitlán, para crear junto con otras porciones territoriales de Hidalgotitlán y Jesús Carranza, el municipio de Uxpanapa en el año de 1997.

La mayor parte de la población, el 73% para ser más precisos, se asienta en la cabecera municipal y en la localidad de Mapachapa, y el resto, es decir, el 27% radica en localidades rurales como Capoacán, Gral. Adalberto Tejeda, Emilillo Carranza (Salinas), San Cristóbal, El Remolino, Atoyac, Díaz Ordaz, La Concepción, La Breña, Carrizal 5 de Febrero, Rancho Nuevo Carrizal y otras localidades, incluidas las de una y dos viviendas.

En Minatitlán, aproximadamente 6.3% de la población de 5 años y más, habla alguna lengua indígena, y de estos, el 3.2% no habla español.

La situación geográfica del municipio permite a la cabecera municipal una buena comunicación por las vías terrestre, en donde existen carreteras como la troncal federal con una extensión de 38.2 Km. de alimentadoras estatales: pavimentada 10 kilómetros y revestida 84 Km. y 51 kilómetros de caminos rurales revestidos, 19 kilómetros de carretera de cuota a cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), además de carreteras y caminos correspondientes a PEMEX y Comisión Federal de Electricidad (CFE).

b) Justificación del proyecto

El municipio de Minatitlán tiene que enfrentar con profunda visión los enormes retos que se le presentan en el futuro inmediato. Por su ubicación geográfica e influencia en el entorno regional, los avances que hasta hoy presenta, tienen que fortalecerse.

En la región sureste del estado, el municipio de Minatitlán, ha sido motivo de diversos estudios y análisis, derivados todos ellos, por la favorable situación estratégica que ésta presenta en el mapa nacional. Sin lugar a

dudas, la enorme existencia de hidrocarburos, el desarrollo industrial, comercial y de servicios que se despliega en esta parte del territorio veracruzano, y que involucra a los municipios de Coatzacoalcos, Cosoleacaque y Minatitlán, junto a otros municipios cercanos, resalta la importancia que esta región tiene en el desarrollo nacional y estatal.

- La situación geográfica es favorable. La conurbación que existe junto con los municipios de Coatzacoalcos y Cosoleacaque, le permite situarse en una zona estratégica para la modernización e impulso de nuevas actividades comerciales y de servicios. Cuenta con vías de comunicación terrestre, marítima y aérea, adecuadas para lograr la integración regional, sin embargo hacía falta la construcción del puente "El Jagüey" para evitar los inconvenientes de cruzar el río en una panga.

Minatitlán se ubica en la Cuenca del Río Coatzacoalcos, el cual nace en el estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a una altura de 2 mil metros sobre el nivel del mar, y tras recorrer 37 Km. hacia el noroeste, cambia de dirección al oeste hacia Santa Ma. Chimapala; aguas abajo, adquiere una dirección NNE que conserva hasta desembocar en la Barra de Coatzacoalcos, junto a la ciudad del mismo nombre. El río Coatzacoalcos recibe otras afluentes importantes, por su margen derecha al río Solosúchil que también nace en Oaxaca, fluye hacia el norte, recibiendo al río Chalchijapa por su margen izquierda a 9 kilómetros aguas arriba de la confluencia con el Coatzacoalcos, a 15 kilómetros de Tecolotepec; otro afluente es el Coachapa, que nace en el estado de Veracruz y fluye de sur a norte, que se une al río Coatzacoalcos 5 kilómetros aguas arriba de Minatitlán. El afluente más cercano es el Jagüey, a tan solo 3 kilómetros del centro comercial de Minatitlán, sobre cuyo caudal se construyó el puente motivo de esta Tesis.

El último afluente importante que recibe por la margen derecha es el Uxpanapa, que se une al cauce principal a 5 kilómetros aguas abajo de

Minatitlán, que nace en el estado de Oaxaca, fluye en dirección sur a norte y en su curso medio pasa por Cerro de Nanchital, lugar que a su vez recibe una afluente de importancia llamada río Desengaño, cuyo último tramo se llama río Nanchital. Esta cuenca representa un potencial hidráulico, y pese a ello, aún no se construye una obra hidráulica que permita aprovechar sus recursos naturales.

La comercialización al menudeo se da en forma dinámica en Minatitlán, y cuenta con un total de 3,482 establecimientos comerciales, número que le permite estar dentro de los primeros 6 municipios de la entidad con esta característica, así mismo 2 tianguis, 6 mercados públicos, un rastro mecanizado y 40 tiendas Diconsa, las que en su mayoría están ubicadas en comunidades rurales.

Adicionalmente, existe una Central de Abastos, en la que hay 150 bodegas y 32 locales comerciales.

Las necesidades que requieren de una mayor atención en las localidades rurales, por orden de importancia son la reparación de calles, la construcción de drenaje y alcantarillado, la construcción de caminos, el alambrado público y la construcción de parques y jardines. Por otra parte, los problemas más relevantes que enfrentan las localidades rurales de este municipio son el desempleo, la pobreza y la falta de educación, mientras que la vivienda, el combate a la corrupción y la delincuencia también son importantes factores de bienestar que exigen los habitantes de las comunidades rurales. Estos problemas se podrán combatir con mas eficacia con la construcción del puente que facilitará la comunicación de la cabecera municipal con el area rural.

Aunado a lo anterior, se tendrá que realizar un recuento de los

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

a) Localización.

El puente Jagüey-Las Lomas se encuentra ubicado en la ciudad de Minatitlán, Ver., que es cabecera del municipio del mismo nombre al sur del Estado de Veracruz. La localización geográfica de la ciudad de Minatitlán es 17^a 59' de latitud norte y 94^a 31' de longitud oeste y su territorio municipal es uno de los más grandes del Estado pero no está bien comunicado, sobre todo en el medio rural, por la cantidad tan grande de ríos y arroyos que lo surcan.

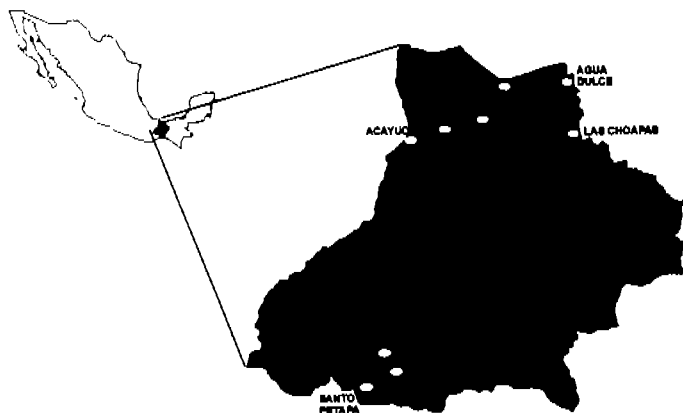
En los caminos que cruzan estos afluentes actualmente se ocupan pangas o improvisados andamiajes de tubería recuperada que dona la paraestatal Petróleos Mexicanos, o de troncos de madera tropical que pronto se deterioran.

Para acelerar el crecimiento económico y social de las comunidades rurales del municipio de Minatitlán, se necesitan 17 puentes de distintas longitudes que van desde los 20 m. hasta los 300 m.

El puente Jagüey-Las Lomas es de 75 m. de largo y, su importancia radica en ser el primero que se construye y es símbolo de desarrollo y esperanza de progreso entre la población de la zona rural de Minatitlán.

El río Jagüey pertenece a la cuenca del río Coatzacoalcos que forma parte de la región hidrológica No. 29, ubicada en la denominada llanura costera del Golfo de México, limitada al sur por la Sierra Madre del Sur y al norte por la cuenca del río Papaloapan. Esta cuenca tiene un área calculada en 23, 956 Km²., que representa el 1.2% de la superficie total de la República Mexicana y comprende territorialmente 32 municipios de los cuales 9 pertenecen al Estado de Oaxaca y 23 a Veracruz.

MARCO GEOGRÁFICO DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO COATZACOALCOS



b) Descripción física del puente.

El puente mide 62.20 m. de largo por 10.80 m. de ancho, y tiene como superficie de rodamiento una losa de concreto $f'c = 250 \text{ Kg / cm.}^2$, de 25 cm. de espesor armada con varillas de acero alta resistencia $f_y = 4200 \text{ Kg / cm.}^2$. Esta losa de concreto armado es soportada por cuatro traveses de carga en sentido longitudinal y doce vigas transversales de concreto armado con las mismas especificaciones de la losa.

La estructura de concreto armado que forman el conjunto de traveses, vigas y losa, es soportada por 48 pilotes hechos con tubos recuperados de acero de 18" de diámetro rellenos de concreto armado. Estos pilotes se encuentran distribuidos en grupos de cuatro, que se alinean en cada uno de los doce ejes transversales que tiene el puente, de tal manera que cada pilote se ubica debajo de la intersección de las traveses con las vigas.

Para lograr mayor rigidez, se unen los pilotes con diagonales en forma de "X" construidas con tuberías recuperadas de acero de 12" de diámetro.

La superficie de rodamiento tiene una elevación de nivel de un metro en el centro del puente a manera de parteaguas para evitar encharcamientos sobre el puente y para transmitir parte de la carga hacia los muros de atraque colocados en las márgenes del río.

El puente tiene ocho lámparas para iluminación nocturna y un fuerte barandal hecho con tubería de acero al carbón de 6" de diámetro.



c) Estudios de mecánica de suelos.

En cimentaciones y mecánica de suelos, más que en cualquier otra rama de la ingeniería civil, es necesaria la experiencia para actuar con éxito. El proyecto de las estructuras comunes cimentadas sobre suelos, debe necesariamente basarse en simples reglas empíricas, así que estas pueden ser utilizadas con propiedad solamente por el ingeniero que posee un capital suficiente de experiencia. Las obras de mayor importancia, con características poco comunes, suelen justificar la aplicación extensiva de métodos científicos en su proyecto, pero, a menos que el ingeniero a cargo de las mismas posea una gran experiencia, no podrá preparar convenientemente el programa de ensayos requeridos ni interpretar sus resultados en la forma debida. Como la experiencia personal no llega nunca a ser lo suficientemente extensa, el ingeniero se ve muchas veces obligado a basarse en informes sobre experiencias ajenas. Si estos informes contienen una Descripción adecuada de las condiciones del suelo, los mismos constituyen una fuente estimable de conocimientos; de otro modo pueden conducir a conclusiones erróneas. Por esta razón, uno de los principales propósitos perseguidos en los esfuerzos recientes para reducir los riesgos inherentes a todo trabajo con suelos, ha consistido en buscar métodos para diferenciar los distintos tipos de suelos de una misma categoría. Las propiedades en que se basa dicha diferenciación se conocen con el nombre de **propiedades índice** y los ensayos necesarios para determinarlas, **ensayos de clasificación**.

PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS	
Propiedades de los granos del suelo	Propiedades de los agregados del suelo
1.-Forma 2.-Tamaño 3.-Características mineralógicas de los suelos arcillosos.	1.-Densidad relativa para suelos sin cohesión 2.-La consistencia, para suelos cohesivos.

Según cual sea el origen de sus elementos, los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe, esencialmente, al

resultado de la descomposición física y química de las rocas, y suelos cuyo origen es esencialmente orgánico. Si los productos de la descomposición de las rocas se encuentran aún en el mismo lugar de origen, los mismos constituyen un suelo residual; en caso contrario, forman un suelo transportado, cualquiera sea el agente de transporte.

El espesor de los estratos de suelos residuales depende fundamentalmente de las condiciones climáticas y del tiempo de exposición a las mismas, y en algunos lugares alcanza a varias decenas de metros.

En zonas templadas, los suelos residuales son generalmente firmes y estables, salvo muy raras excepciones. Por el contrario, muchos depósitos de suelos transportados son blandos y sueltos hasta profundidades que alcanzan muchas decenas de metros. Por ello, los casos difíciles en problemas relacionados con suelos y cimentaciones van casi exclusivamente asociados a la presencia de suelos transportados.

Los suelos de origen orgánico se han formado casi siempre in situ, ya sea como consecuencia de la descomposición de vegetales - como en el caso de las turbas -, ya sea por la acumulación de fragmentos de esqueletos inorgánicos o de conchas de ciertos organismos. No obstante, la expresión suelo orgánico, se aplica generalmente a suelos transportados, producto de la descomposición de las rocas, que contienen cierta cantidad de materia orgánica vegetal descompuesta.

Las condiciones de los suelos del lugar donde ha de construirse una estructura, son comúnmente exploradas por medio de sondeos, perforaciones o excavaciones a cielo abierto. El técnico que las efectúa, examina las muestras a medida que las mismas son extraídas, y las clasifica anotando el nombre del suelo e indicando su compactación, color y otras características. Estos datos le sirven luego para preparar el perfil de la perforación, donde indica cada capa de suelo por su nombre y proporciona las cotas entre las cuales la misma se extiende. Los datos así obtenidos pueden ser completados más tarde con un resumen de los resultados de ensayos de laboratorio efectuados sobre muestras de los suelos del perfil.

El método más simple para obtener al menos alguna idea sobre el grado de compactación del suelo in situ, consiste en contar el número de golpes que se requieren para hincar la cuchara saca muestras 30 cm. en el terreno con un peso determinado y una altura de caída fija. Las dimensiones de una cuchara que se considera normal, son 80cm. de largo, por 3.5 cm. de diámetro interior, y debe hincarse con un peso de 65 Kg. y 75 cm. de caída. Para operar el sacamuestras, se limpia primero la perforación por medio de inyección de agua o, con

un barreno, y luego se baja la cuchara enroscada al extremo de las barras de sondeo. Una vez que la cuchara ha llegado al fondo de la perforación, se golpea la cabeza de las barras de sondeo para que el sacamuestras penetre unos 15 cm. en el suelo. Se inicia entonces el ensayo de penetración, contando el número de golpes necesarios para hacer penetrar la cuchara 30 cm. más. Este procedimiento se conoce como ensayo normal de penetración y, como proporciona una información vital con muy poco esfuerzo extra, no debiera ser omitido jamás.

Para obtener muestras inalteradas, las perforaciones deben llevarse a cabo con tubos de pared delgada. Si el proyecto a ejecutar requiere una información precisa con respecto al contenido de humedad, la resistencia al corte y la sensibilidad de un estrato de arcilla, deben ejecutarse perforaciones, como ya dijimos, con toma de muestras en tubos de pared delgada.

En razón de que el caño camisa que se utiliza generalmente en perforaciones exploratorias tiene un diámetro interno de 2.5", el tubo sacamuestras más grande que se puede utilizar con el equipo normal es el de 2" de diámetro. Como, por otro lado, las muestras obtenidas con tubos de mayor diámetro a pesar de resultar considerablemente más costosas, raramente resultan más satisfactorias, se concluye que los sacamuestras de 2" satisfacen por lo común todos los requerimientos de la práctica. Cuando se quieren obtener datos sobre la consistencia de la arcilla en su estado original, debe evitarse toda alteración innecesaria de la misma por parte de la herramienta sacamuestras, por ello las paredes deben ser lo más delgadas posible pero, por otro lado, deben también ser suficientemente robustas como para aguantar la resistencia que el suelo ofrece a la penetración sin que se produzca su pandeo. Una vez que se ha hincado el sacamuestras se hacen rotar las barras de sondeo para cortar el extremo inferior de la muestra, y se levanta y retira el sacamuestras. Se limpian ambos extremos de éste con cuidado, sacándole parte del material recuperado, de modo que se puedan insertar discos de metal para proteger las caras extremas de la muestra del suelo, y finalmente sobre los discos metálicos se echa parafina con el objeto de formar un tapón que evite la evaporación. Comúnmente, después de obtener dos muestras, se avanza con la camisa hasta pocos cm. de la cota alcanzada, y el pozo se limpia con una cuchara o por medio de la inyección de agua, para luego tomar las dos muestras siguientes. Repitiendo este procedimiento, se puede obtener un panorama casi continuo de la constitución del estrato de arcilla.

Para el desarrollo de este proyecto, se tomaron en cuenta fundamentalmente solo dos aspectos: seguridad y economía.

Se eligió enseguida el punto más favorable para cruzar el río "Jagüey" considerando la distancia a cubrir con el puente (75 m), la profundidad mínima y máxima del agua en un período de diez años (3.23 m. y 7.95 m.). Habiendo sido informados por los habitantes del lugar, que la profundidad promedio se mantiene la mayor parte del año en 4.33 m.

Para sostener este puente se pensó en un sistema de pilotes hechos con tubería de acero recuperada de 18" de diámetro considerando en 66.36 toneladas la capacidad de carga de cada uno de estos pilotes según el criterio de VESIC, que una vez hincados hasta la capa resistente del subsuelo, se cortan al nivel de la trabe de carga del puente y se rellenan de concreto armado de alta resistencia. Este tipo de pilotes son muy utilizados en la región para la construcción de estaciones de compresión y todo tipo de instalaciones industriales debido a que el suelo está compuesto del material propio de los pantanos como son la turba, arcillas y limos.

Para obtener el perfil estratigráfico que nos permita conocer la profundidad a la que se encuentra la capa resistente hasta donde deberán llegar los pilotes para cimentar el puente, solicitamos los servicios de un laboratorio de mecánica de suelos, quien nos proporcionó el siguiente informe:

Estratigrafía

La estratigrafía definida en función de los resultados de la exploración y pruebas de laboratorio se presenta como un suelo compuesto por estratos muy bien definidos y de espesor uniforme.

En general, predominan los suelos cohesivos. Intercalado, se detecta un estrato de arena limosa de espesor promedio de 5 m. aproximadamente y a la profundidad de 6 m. en las márgenes y 12 m. en el centro del cauce del río.

La consistencia del suelo, varía de muy blanda a media hasta los 17 m. de profundidad. A partir de esta profundidad, la consistencia aumenta rápidamente hasta llegar a ser muy dura, detectando el estrato resistente (más de 50 golpes en la penetración estándar) a los 13 m. en la margen norte y 22 m. en la margen sur (ver perfil estratigráfico).

El nivel de desplante de los pilotes no deberá ser a profundidades menores de las indicadas en el perfil estratigráfico.

CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL

CRITERIO DE VESIC

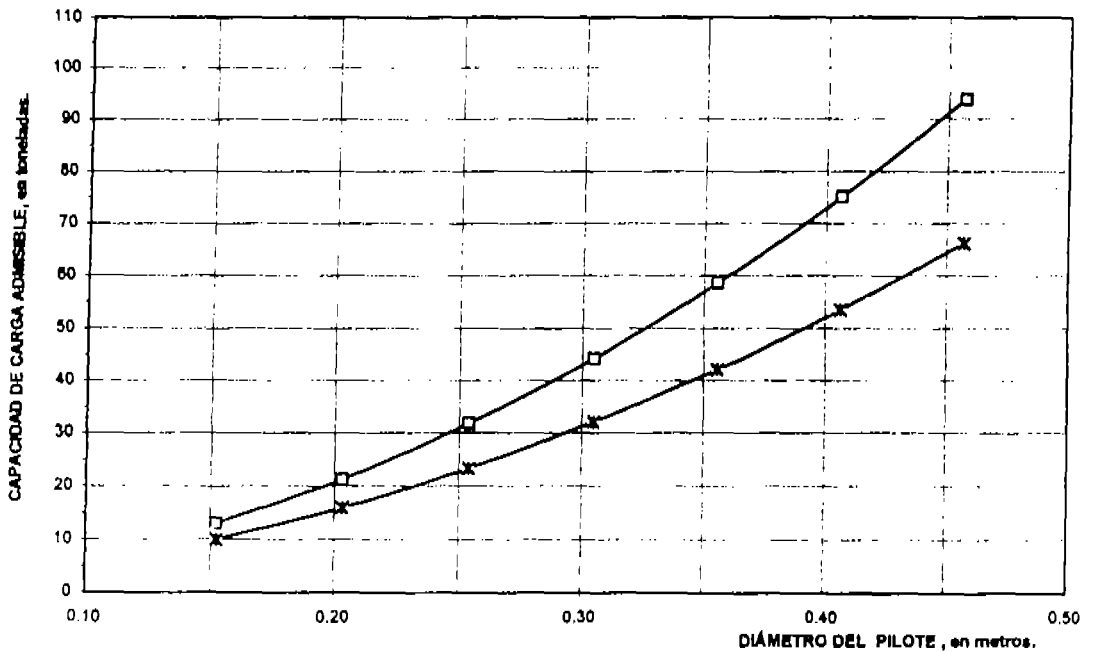
(CONO ESTÁTICO, POR CORRELACIÓN CON LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR)

PUENTE "EL JAGUEY - LAS LOMAS"

Nivel de desplante = 22 m. de profundidad a partir del N.A.M.E.

Pilotes tubulares de acero cédula estándar

DIÁMETRO		PARÁMETROS	Ap (m ²)	Qpu (ton)	Qfu (ton)	Q _{adm.estática} (ton)	Q _{adm.sísmica} (ton.)
(pulg)	(m)						
6	0.15	c = 60 ton/m ³	0.02	18.24	7.76	9.98	13.00
8	0.20	φ = 0 grados	0.03	32.43	10.34	15.98	21.39
10	0.25	N = 50 golpes	0.05	50.67	12.93	23.35	31.80
12	0.30	qc/N = 2	0.07	72.97	15.51	32.08	44.24
14	0.36	qc = 100 kg/cm ²	0.10	99.31	18.10	42.15	58.71
16	0.41	A _{cv} (m ²) 64	0.13	129.72	20.68	53.58	75.20
18	0.46		0.16	164.17	23.27	66.36	93.72



—x— CONDICIÓN ESTÁTICA

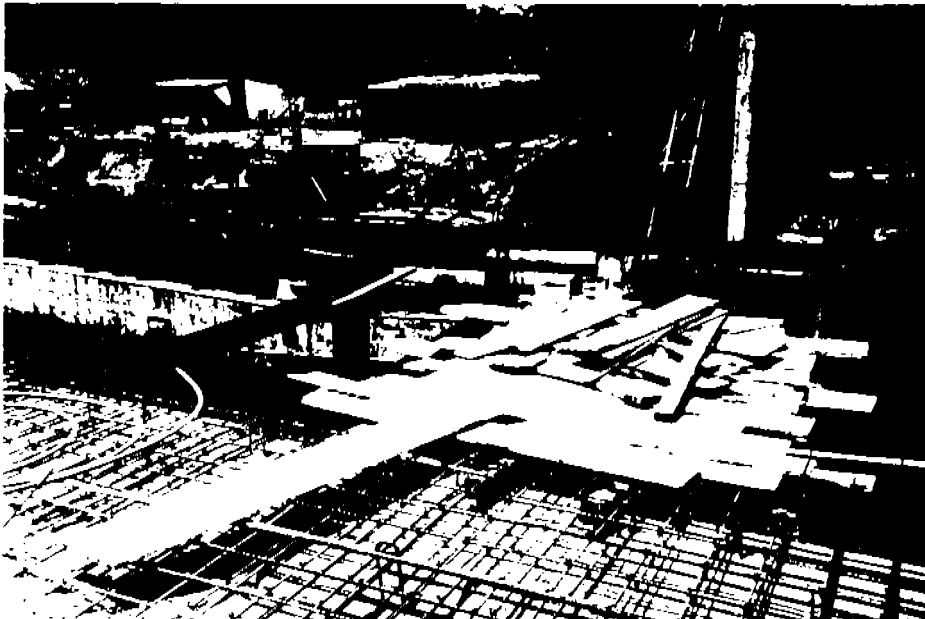
—□— CONDICIÓN SÍSMICA

La colocación de los pilotes deberá ser mediante hincado a percusión y en todos los casos, el criterio para suspender el hincado deberá ser cuando se cumplan las dos condiciones siguientes:

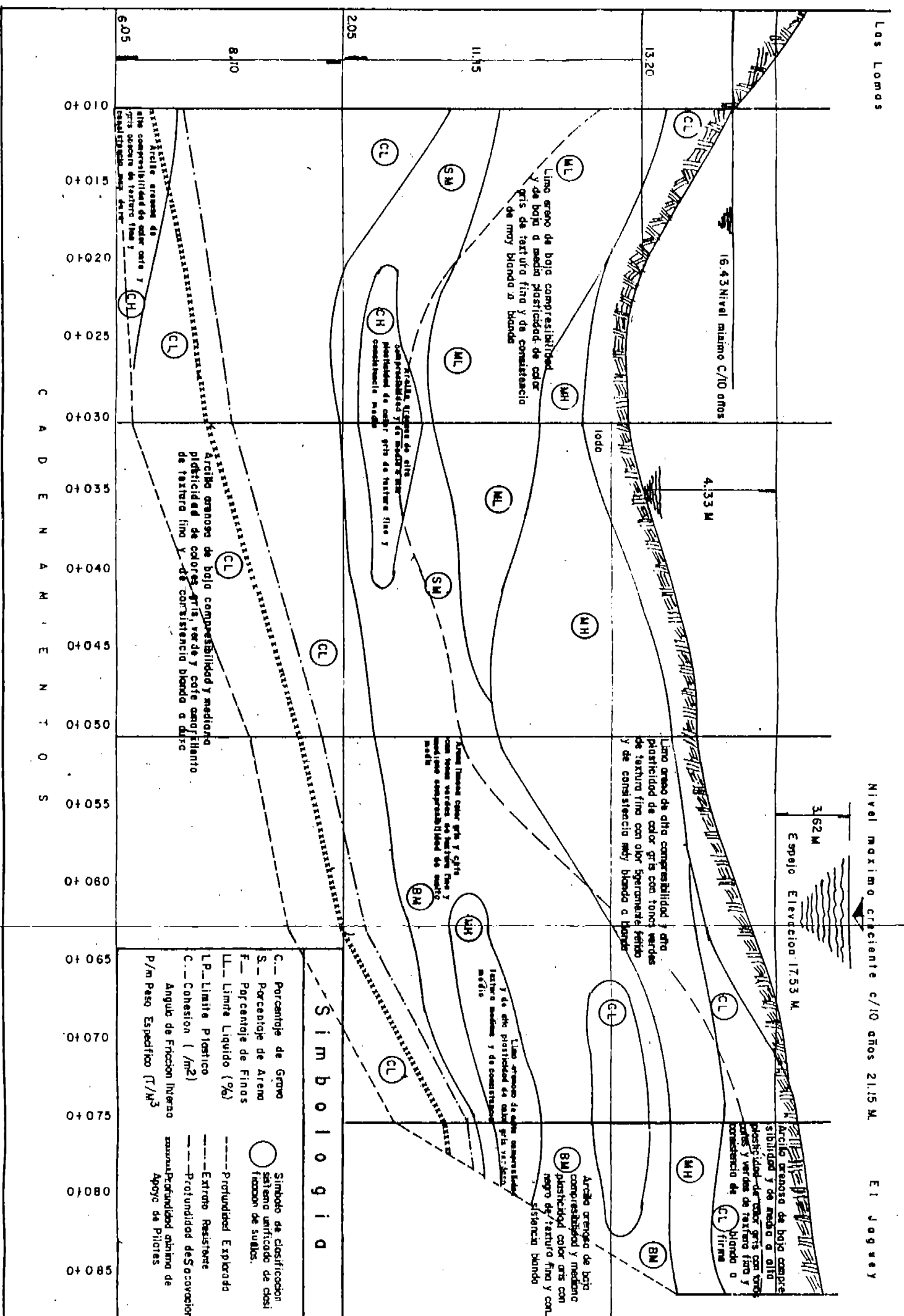
- 1.- Alcanzar el nivel de proyecto
 - 2.- Obtener un rechazo de 10 cm. en los últimos 20 golpes de hincado
- Una sección tipo transversal para este puente quedaría como muestra la figura No. 1.

En el corte longitudinal se observa la separación entre secciones transversales de la No. 1 a la No. 12 así como una ligera elevación en la parte central que aporta beneficios a la seguridad estructural y evita encharcamientos en la superficie de rodamiento.

Camión Grúa, posicionado sobre una barcaza, ejecuta las maniobras para el hincado de pilotes



F L E V A C I O N E N M E T R O S



Los Lomos

Nivel máximo creyente c/10 años 21.15 M. El Jockey

C A D E N A M I E N T O S

6.05
8.10
2.05
11.15
13.20
16.43 Nivel máximo C/10 años
4.33 M
3.62 M
Especulo Elevación 17.53 M.

CL
CH
ML
SM
MH
BM

Limo arenoso de baja compresibilidad y de baja a media plasticidad de color gris de textura fina y de consistencia de muy blanda a blanda

Arcilla arenosa de baja compresibilidad y mediana plasticidad de color gris, verde y café con fragmento de textura fina y de consistencia blanda a firme

Limo arenoso de alta compresibilidad y alta plasticidad de color gris con tonos verdes de textura fina con olor ligeramente feo y de consistencia muy blanda a blanda

Limo arenoso de alta compresibilidad y de alta plasticidad de color gris verdoso con tonos verdes de textura fina y de consistencia de muy blanda a blanda

Arcilla arenosa de baja compresibilidad y mediana plasticidad de color gris con tonos negro de textura fina y con consistencia blanda

Limo arenoso de alta compresibilidad y de alta plasticidad de color gris verdoso con tonos verdes de textura fina y de consistencia de muy blanda a blanda

Y de alta plasticidad de color gris verdoso con tonos negro de textura fina y de consistencia blanda

Arcilla arenosa de baja compresibilidad y mediana plasticidad de color gris con tonos negro de textura fina y con consistencia blanda

Sim b o l o g i a

- C- Porcentaje de Grano
 - S- Porcentaje de Arena
 - F- Porcentaje de Finos
 - LL- Límite Líquido (%)
 - LP- Límite Plástico
 - C- Cohesión (/m²)
 - Angulo de Fricción Interno
 - P/m Peso Especifico (T/m³)
- Simbolo de clasificación
 - sistema unificado de clasificación de suelos.
 - Profundidad Explorada
 - Extrito Resistente
 - Profundidad de Socavacion
 - Profundidad mínima de Apoyo de Pilotes

d) Métodos Hidrológicos.

En este capítulo haremos una muy breve reseña de los métodos hidrológicos que son utilizados para determinar la cantidad de precipitación que puede ocurrir en un área determinada y las consecuencias en la variación de los niveles del tirante de agua en los ríos, debido a que para el caso del río Jagûey, se tiene el comportamiento estadístico observado por la población desde hace más de noventa años. Por ejemplo, se tiene documentada la precipitación media anual que es de 2,450 mm., superior al promedio nacional de 777 mm.. Las precipitaciones más elevadas se presentan en las zonas contiguas a la laguna del Ostión, donde llegan a oscilar entre 3,000 y 4,000 mm. Todas las subcuencas formadas por las áreas de drenaje de los afluentes del río Coatzacoalcos, están sujetas a un régimen muy intenso de lluvias, dando lugar a muy altos coeficientes de escurrimiento (hasta 80% y posiblemente mayores).

En la cuenca escurren en promedio 36,670 millones de metros cúbicos anuales, contribuyendo el río Coatzacoalcos con el 42.7% y el río Uxpanapa con 25.2%. Del total de agua superficial disponible sólo se utiliza menos del 1% desembocando en el Golfo de México el 99% restante. Los principales problemas de la cuenca asociados a la construcción del puente resultan ser los fenómenos meteorológicos extremos que provocan inundaciones periódicas elevando el nivel de los ríos entre un metro y un metro y medio.

Hidrología es la ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza, es decir, precipitación y escurrimiento sobre la superficie de la tierra y bajo de ésta en sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso.

La Hidrología recurre a numerosas ciencias como Geografía, Meteorología, Climatología, Hidráulica, Geología, Estadística, etc.

La investigación hidrológica prosigue y progresa para la determinación del caudal de los ríos y las fluctuaciones de su volumen para conocer los niveles que pueden llegar a alcanzar cuando se presentan las precipitaciones máximas y de esta forma diseñar las estructuras sobre los ríos o cercanas a ellos considerando estos niveles para dejarlas a salvo de inundaciones. Por lo tanto la Hidrología es en la actualidad una herramienta importante para el ingeniero interesado en el comportamiento de las aguas naturales.

La precipitación es probablemente el primer elemento meteorológico medido por el hombre. Existe la evidencia de que los registros de la precipitación fueron utilizados en la India en el siglo IV A.C., y que en Corea se utilizaron registros de lluvias por el año 1442. Los registros más modernos se comenzaron a usar en Europa después del siglo XV.

La precipitación es el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico, proveniente de la atmósfera. Para que se origine la precipitación es necesario que una parte de la atmósfera se enfríe hasta que el aire se sature con el vapor de agua, originándose la condensación del vapor atmosférico. El enfriamiento de la atmósfera se logra por la elevación del aire. De acuerdo a la condición que provoca dicha elevación, la precipitación se puede presentar de las siguientes formas:

Llovizna.- Consiste en gotas de agua con diámetro menor a 0.5 mm.

Lluvia.- Son gotas de agua que caen de las nubes con un diámetro superior a 0.5 mm.

Granizo.- Está constituido por bolas de hielo de 5 a 50 mm.

Nieve.- La constituyen cristales de hielo de color blanco, traslúcido, ramificado generalmente en forma de estrellas exagonales.

Rocío.- Es el vapor de agua que se condensa sobre la superficie a causa de que el aire sufre un descenso de temperatura.

Tipos de precipitación:

En general las nubes están formadas por enfriamiento del aire por debajo del punto de saturación. Este enfriamiento puede ser el resultado de uno o más procesos, pero el enfriamiento adiabático por disminución de presión debido a un ascenso de nivel, es el único proceso por el cual las masas de aire pueden enfriarse rápidamente por debajo de su punto de rocío.

Precipitación ciclónica:

Es la debida al conjunto de fenómenos meteorológicos llamados ciclones, los cuales son centros de baja presión que hacen que los vientos calientes y muy húmedos asciendan rápidamente al llegar al torbellino ciclónico, con lo cual se expanden y bajan de temperatura.

Precipitación por convección:

Es la más común en los trópicos. Se origina por el levantamiento de masas del aire más ligero y cálido al encontrarse a su alrededor con masas de aire densas y frías, o por el desigual calentamiento de la superficie terrestre y la masa de aire. Al irse elevando dichas masas de aire, se expanden y se enfrían dinámicamente, originándose la condensación y la precipitación.

Precipitación orográfica:

La precipitación debida al levantamiento de aire producido por las barreras montañosas se denomina orográfica. No es muy claro si el efecto de las montañas ejerce una acción directa de sustentación o si induce a turbulencias y corrientes de convección secundarias, pero en cualquier caso ocurre un desplazamiento vertical de la masa de aire, produciéndose un enfriamiento de ésta, ocasionando condensación y precipitación.

Medición de la precipitación:

La cantidad de lluvia recibida por la superficie de la tierra, es un dato de mucho interés, no solo con valor climático, sino también por los beneficios que su conocimiento reporta a la agricultura y a la industria en general, por lo cual se lleva un riguroso control de ella.

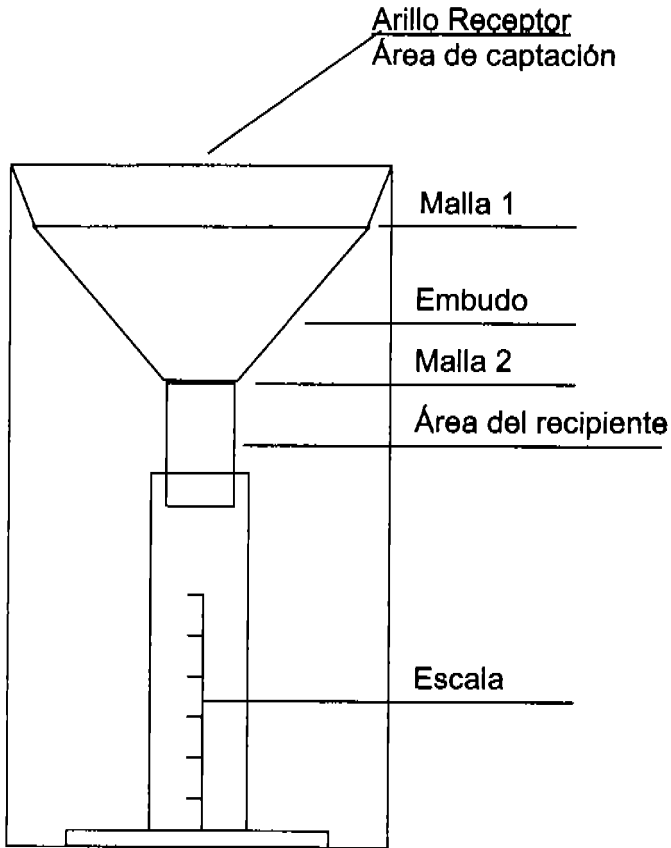
La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua y se expresa comúnmente en milímetros. Los aparatos de medición se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. Los aparatos de medición se clasifican, de acuerdo con el registro de las precipitaciones en pluviómetros y pluviógrafos. En la República Mexicana se dispone aproximadamente de 3,000 pluviómetros y 400 pluviógrafos. Estos aparatos están operados principalmente por la Secretaría de Agricultura, la Comisión Federal de Electricidad, el Servicio de Meteorología Nacional y la Comisión Internacional de Límites y Aguas.

Pluviómetros

Su misión es medir la altura de agua caída con una aproximación hasta décimas de mm. Suponiendo que la tierra fuera impermeable y que la evaporación no existiera, se dice que ha caído un milímetro de precipitación cuando sobre un metro cuadrado de tierra, la altura alcanzada por la lluvia fuera un mm. El volumen del agua caída puede calcularse entonces al multiplicar el área por la altura de la siguiente manera:

Área ($1\text{m}^2 = 10,000\text{ cm}^2$) x altura ($1\text{mm} = 0.1\text{ cm.}$) y será el siguiente volumen:

$V = 10,000\text{ cm}^2 \times 0.1\text{ cm.} = 1,000\text{ cm}^3 = 1\text{ litro.}$



PLUVIOMETRO

El pluviómetro consiste en un recipiente cilíndrico de lamina de aproximadamente 20 cm. de diámetro y 60 cm. de altura, la tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa. Esto permite medir la altura de la lluvia en la probeta, ya que cada cm. medido en ella corresponde a un mm. de altura de lluvia. Para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada con la cual se toma la lectura.

Las observaciones de precipitación con el pluviómetro se hacen internacionalmente cada 24 horas entre las 7 y 8 hrs. de la mañana.

Pluviògrafos.

Existen tres tipos: de flotador, de pesada o resorte y basculante.

De flotador es el comúnmente usado. Consiste en un dispositivo semejante a un pluviòmetro. En el recipiente donde descarga el embudo tiene un flotador que se conecta a una varilla vertical que tiene una plumilla que marca sobre una gràfica que gira en un dispositivo de mecanismo de reloj. Cuando se llena el depòsito se vacia automáticamente por un sifòn.

De pesada o resorte. Consiste en un recipiente colocado sobre una bàscula. El resorte calibrado actúa como una plumilla que incide en una gràfica movida por un mecanismo de reloj. Se vacia también por un sifòn.

Basculante. El agua es recolectada por un embudo que la transporta a unos recipientes basculantes, los cuales se voltean cuando estan llenos, descargando su contenido, de tal forma que mientras uno se llena, el otro no recibe agua. El movimiento alterno cierra circuitos elèctricos que mandan una señal que se registra en una gràfica movida por un mecanismo de reloj.

Utilizando el pluviògrafo se conoce la intensidad de precipitación que se define como la relación entre la altura de precipitación y el tiempo en que se originò.

$$i = h/d$$

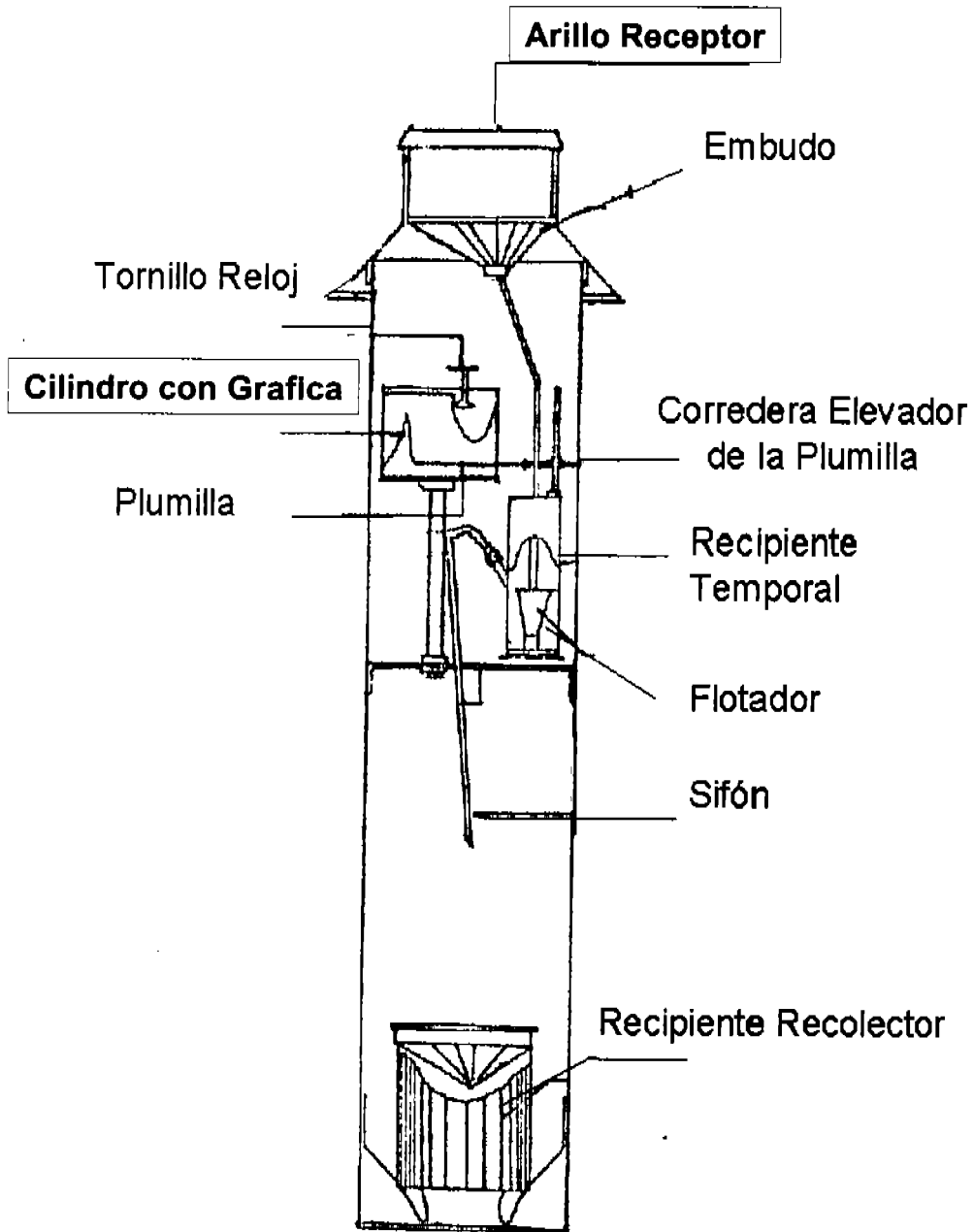
i = intensidad de precipitación cm. o mm.

h = altura de precipitación cm. o mm.

d = duración (horas)

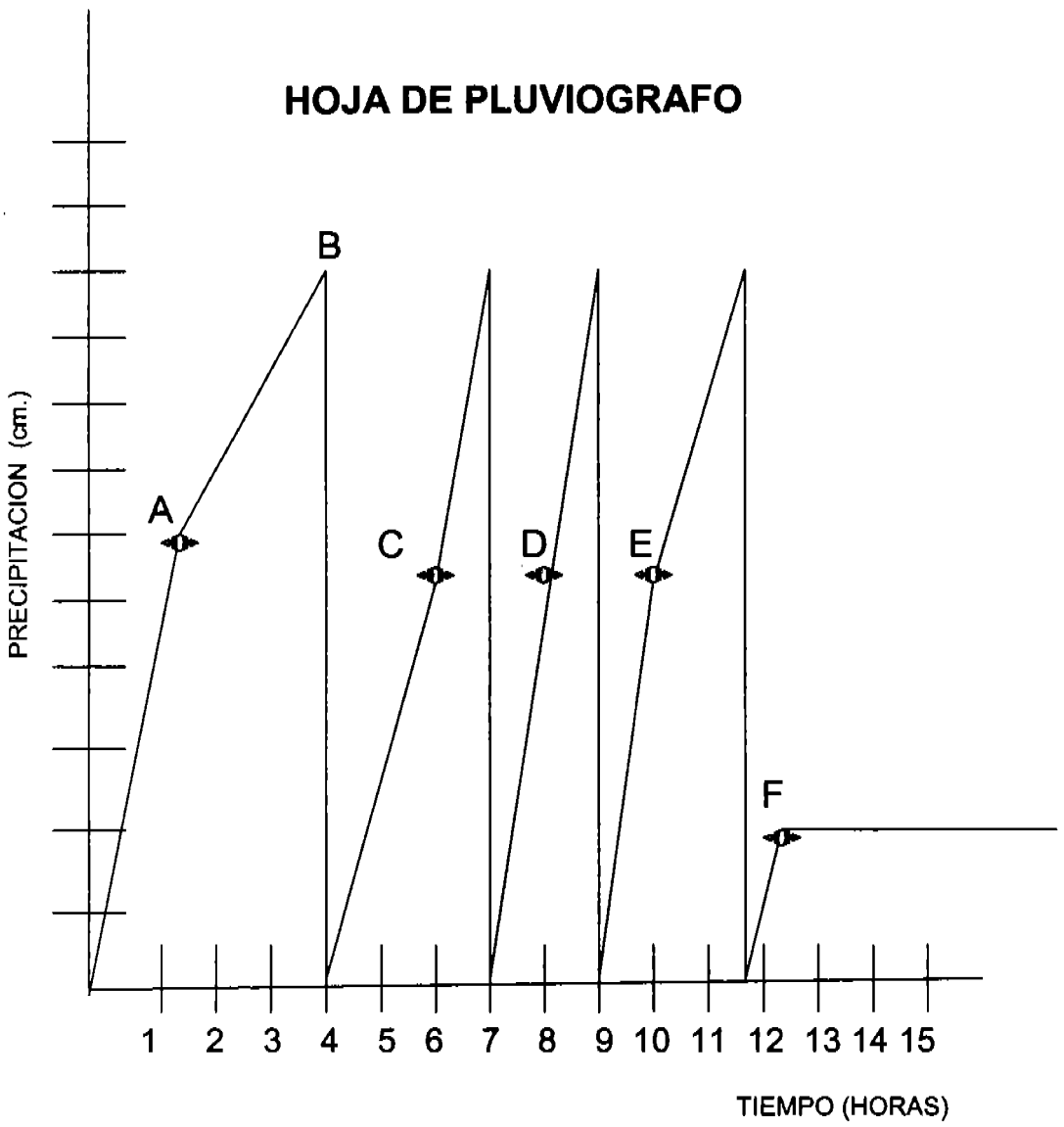
Los registros del pluviògrafo son la base para el trazo de la curva masa de una tormenta, la cual nos muestra la variación de la altura de lluvia respecto al tiempo, esta curva masa nos permite obtener el histograma de la tormenta.

El histograma es una gràfica que indica la variación de la altura de lluvia o de su intensidad con respecto a un intervalo de tiempo.



PLUVIOGRAFO DE FLOTADOR

HOJA DE PLUVIOGRAFO



MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE AVENIDAS MÁXIMAS

CLASIFICACIÓN.

Se pueden clasificar los métodos para determinar las avenidas máximas como sigue:

Empíricos
Semiempíricos
Estadísticos
Hidro-meteorológicos

Los métodos empíricos se emplean para obtener una idea preliminar cuando no se conocen las características de la precipitación en la zona correspondiente a la cuenca en estudio, ya que en ellos intervienen como variables únicamente las características físicas de la cuenca.

Los métodos semiempíricos son similares a los empíricos, pero hacen intervenir además de la intensidad de la lluvia, el conocimiento del ciclo hidrológico.

Los métodos estadísticos son de gran utilidad en sitios en los que se cuenta con un buen registro de los gastos ocurridos. Se basan en suponer que los gastos máximos anuales aforados en una cuenca, son una muestra aleatoria de un conjunto de gastos máximos. Difieren entre ellos en la forma de la función de distribución de probabilidades que suponen tiene el conjunto.

Los métodos hidro-meteorológicos se basan en la determinación de la precipitación máxima probable, a partir de los métodos meteorológicos, para determinar la tormenta máxima y en convertir dicha tormenta en el hidrograma de diseño mediante una relación precipitación-escurrimiento.

Existe otro método que no fue citado en el listado anterior y que describiremos brevemente a continuación considerando además sus principales ventajas e inconvenientes de utilización.

Racional Americano.

La determinación de la descarga máxima en un punto dado de un cauce después de ocurrida la lluvia, ha sido preocupación de primer orden, para lo cual se han desarrollado un gran número de formulas y

métodos, pero uno de los más aceptados, y probablemente uno de los más utilizados es el método Racional americano.

Su origen es un tanto oscuro, remontándose los antecedentes de este método al año de 1889. Fue utilizado por Kuichling para determinar gastos máximos que nos lleven a conocer el tirante máximo de aguas que puede llegar a tener un río. Algunos autores sostienen que la fórmula racional fue desarrollada por Mulvaney en Irlanda el año de 1851. Sin embargo, en Inglaterra el método en el que interviene la fórmula racional es conocido como método de Lloyd-Davis desarrollado en 1906.

El método consiste en aplicar la fórmula axiomática expresada como:

$$Q = 0.278 C i A$$

Donde:

Q = gasto en m³/seg.

C = coeficiente de escurrimiento dependiendo de las características de drenaje de la cuenca; expresa la relación del caudal llovido entre el escurrido.

i = intensidad de lluvia (mm./hr.).

A = área drenada (Km²).

0.278 = factor de homogeneidad de unidades.

Características del área de drenaje	Pendiente %	Valores de C
Con regular vegetación		
Suelo arenoso plano	2%	0.5 - 0.1
Suelo arenoso medio	2-7%	0.1 - 0.15
Suelo arenoso inclinado	7%	0.15 - 0.20
Suelo grueso plano	2%	0.13 - 0.17
Suelo grueso medio	2-7%	0.18 - 0.22
Suelo grueso inclinado	7%	0.25 - 0.35

Una de las hipótesis en que se basa la fórmula racional expresa que el gasto producido por una lluvia de intensidad constante sobre una cuenca es máxima cuando dicha intensidad se mantiene por un lapso igual o mayor que el tiempo de concentración, el cual se define como el tiempo de recorrido del agua desde el punto hidráulicamente más alejado hasta el punto de salida de la cuenca, ya que al cumplir con esta condición toda el área de la cuenca contribuye al escurrimiento.

e) Estudios Geotécnicos

Así como el objetivo de la mecánica de suelos, es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para que en función de ellas se defina el perfil de los diversos estratos que lo conforman, y se obtengan los parámetros que permitan realizar un diseño racional de la cimentación del edificio, proponiendo el tipo de cimentación y su nivel de desplante; el propósito del diseño geotécnico es dimensionar los elementos estructurales de la cimentación.

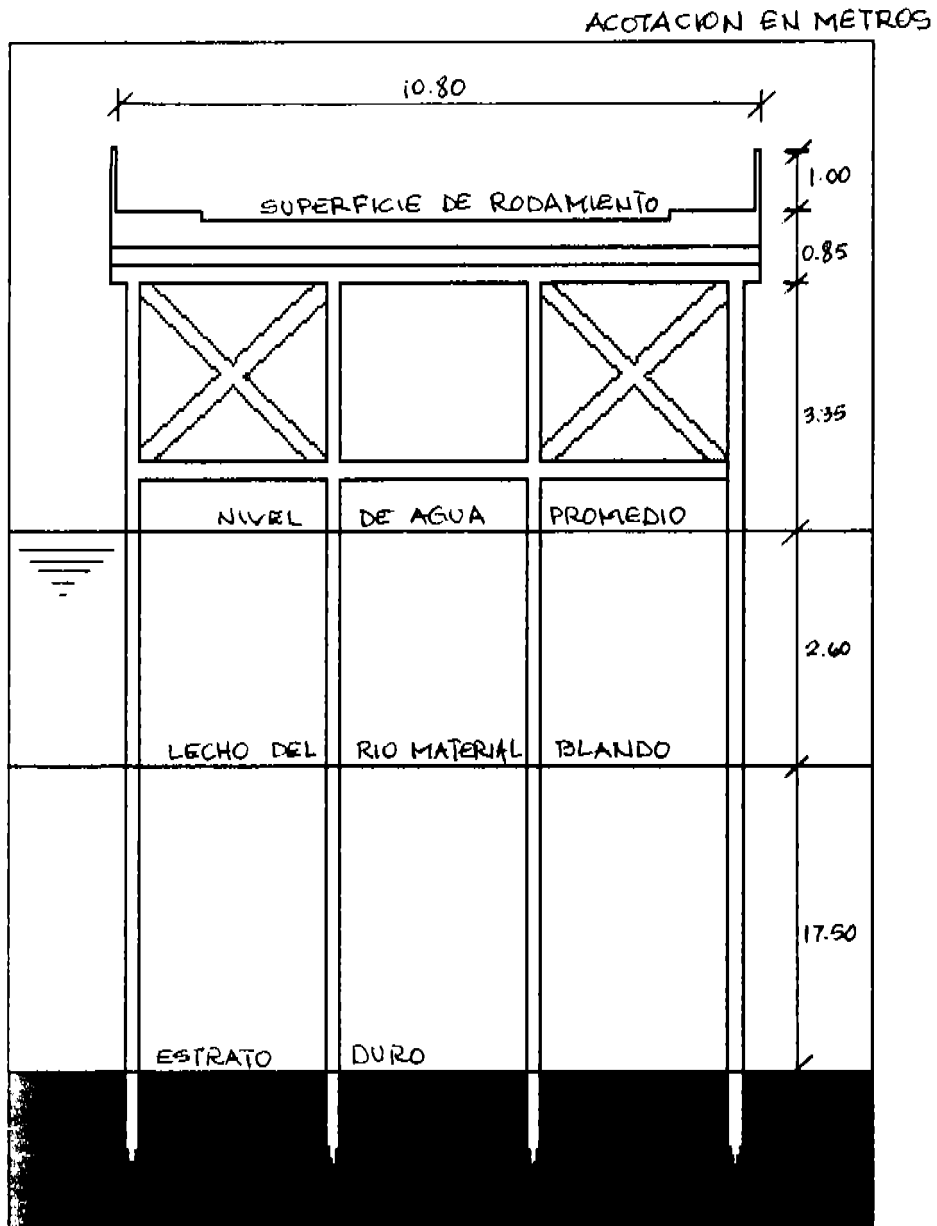
El conocimiento de las dos etapas mencionadas, - estudio de mecánica de suelos y diseño geotécnico de la cimentación-, nos permitirá realizar una construcción de manera racional que conjugue la seguridad y la economía.

Estos estudios fueron realizados por un laboratorio especializado, para lo cual se efectuaron seis sondeos, dos de ellos en tierra y los tres restantes en el agua con la utilización de una balsa.

En función de los resultados de la mecánica de suelos, el análisis de la cimentación se desarrollará tomando en consideración las condiciones del suelo y de la estructura del puente.

Se estableció que el tipo de cimentación que proporciona la solución es del tipo profundo mediante el uso de pilotes; los cuales por las características de la obra se propone que sean tubulares de acero de cédula estándar. La profundidad mínima de desplante para los pilotes, será variable desde la cota +4.00 hasta la -6.00 en los márgenes del Jagüey y las Lomas, respectivamente. El nivel de desplante puede observarse en el perfil estratigráfico mediante la línea que señala el estrato duro obtenido con la prueba de penetración estándar. Se propone el diseño geotécnico de la cimentación, mediante el uso de grupos de 4 pilotes con un espaciamiento entre ellos de 3.00 m en cada uno de los 12 ejes sumando un total de 48 pilotes

Haciendo un cálculo del peso propio mas carga muerta obtenemos 1.00 ton / m² y considerando la carga viva máxima como lo es un convoy de tráileres cargados, tenemos 2.5 ton / m² adicionales, esto significa que los pilotes deberán de soportar como carga admisible 47.86 ton cada uno. Observando la gráfica de capacidad de carga vertical (cono estático por correlación con la penetración estándar) tenemos que los pilotes tubulares de 18 pulgadas de diámetro cumplen esa condición.



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

Figura No. 1

II. PROGRAMA DE OBRA

II. Programa de Obra .

a) Planeación de actividades.

Las actividades relacionadas con este capítulo se deben hacer antes de iniciar la construcción del puente para conocer algunos detalles que nos facilitarán la construcción como son: el tiempo de entrega de materiales, los tipos, cantidades y tiempo de empleo de los equipos, la clasificación y número de obreros necesarios y los períodos de tiempo durante los cuales se necesitarán. Esta planeación de actividades nos revelará la existencia de factores que afectarán el costo de la obra y estaremos en condiciones de obtener un presupuesto más completo.

Para facilitar la planeación, dividiremos el proyecto en diez operaciones de construcción, de acuerdo a la especialidad de los obreros y al tipo de maquinaria que se utilizará.

- 1.- Trazo y nivelación del terreno
- 2.- Cimbra de madera en losas
- 3.- Suministro y colocación de acero de refuerzo en pilotes
- 4.- Suministro y colocación de acero de refuerzo en losas
- 5.- Cimbra de madera en trabes
- 6.- Suministro y colocación de concreto $f'c = 250 \text{ Kg./cm}^2$
- 7.- Fabricación de banquetas de concreto
- 8.- Soldadura en tubos de recuperación
- 9.- Hincado de pilotes
- 10.- Fabricación de barandal

Para estar en condiciones de poder estimar el avance de la obra determinaremos la cantidad de trabajo que deba emplearse en cada operación, expresándola con una unidad apropiada.

Estimaremos después la probable rapidez con la que se lleve a cabo el trabajo, deduciendo los tiempos perdidos por lluvia y otros motivos. Con estos datos será posible calcular el tiempo total que se requiera para terminar cada operación. Las fechas estimadas de inicio y terminación pueden mostrarse en una gráfica de barras. Al programar las operaciones deberemos tomar en cuenta la relación de la secuencia de las operaciones. Los programas de obra en cuya construcción se requiera menos de un año, pueden dividirse en semanas, mientras que los programas para obra en cuya construcción se requiera más de un año generalmente se dividen en meses. En nuestro caso el programa de obra estará dividido en semanas.

b) Asignación de recursos

Habiendo formado nuestro diagrama de barras, con cada una de la operaciones en que dividimos la construcción del puente procedemos a calcular el importe de cada operación multiplicando su precio unitario por la cantidad de unidades que tenga esa operación, a continuación dividimos el importe entre el número de semanas que durarán los trabajos de esta operación según nuestro diagrama de barras para obtener la cantidad de recursos económicos que necesitamos invertir semanalmente en nuestra obra por concepto de cada operación, y lo anotamos en el diagrama de barras en el espacio destinado a cada semana de trabajo; acto seguido sumamos verticalmente el importe de todas las operaciones que deban llevarse a cabo en la misma semana desde la primera hasta la última y tendremos un panorama general de la inversión que se requiere hacer tanto por semana o por mes durante el tiempo que dure la obra, como se muestra en el diagrama de barras que se anexa.

La inversión en la compra de materiales resulta ser la mas cuantiosa, pero es el pago de la nómina a los trabajadores, la partida mas importante



c) Programación de Obra

Para la construcción del Puente Jaguey – Las Lomas, los trabajos se inician con la preparación del área de labores, que debe tener los espacios apropiados para instalar una bodega que almacene los materiales y herramientas de mano, un patio para habilitar el acero de refuerzo, un área para fabricar los pilotes y almacenar los tubos de acero recuperados, otro mas para los agregados grava y arena así como los materiales y equipo que puedan permanecer a la intemperie. Enseguida se procede a realizar el trazo y nivelación del área de 1620 m² donde quedará ubicado el puente, al mismo tiempo se inician los trabajos para habilitar el acero de refuerzo que se utilizará en pilotes y estructuras de concreto y la soldadura de los tubos de acero para fabricar los tramos y las puntas de los 48 pilotes que se habrán de utilizar.

En estos trabajos iniciales transcurrirá la primera semana de nuestro programa de trabajo y se invertirán \$53, 790.00 .

El trazo y la nivelación quedarán concluidos en cuatro semanas a un costo de \$ 7, 905.60 en tanto que habilitar el acero de refuerzo para los pilotes durará 23 semanas a un costo de \$ 46, 634.36.

La soldadura para unir los tramos de tubería se terminarán en 30 semanas y costarán estos trabajos \$ 902, 827.55.

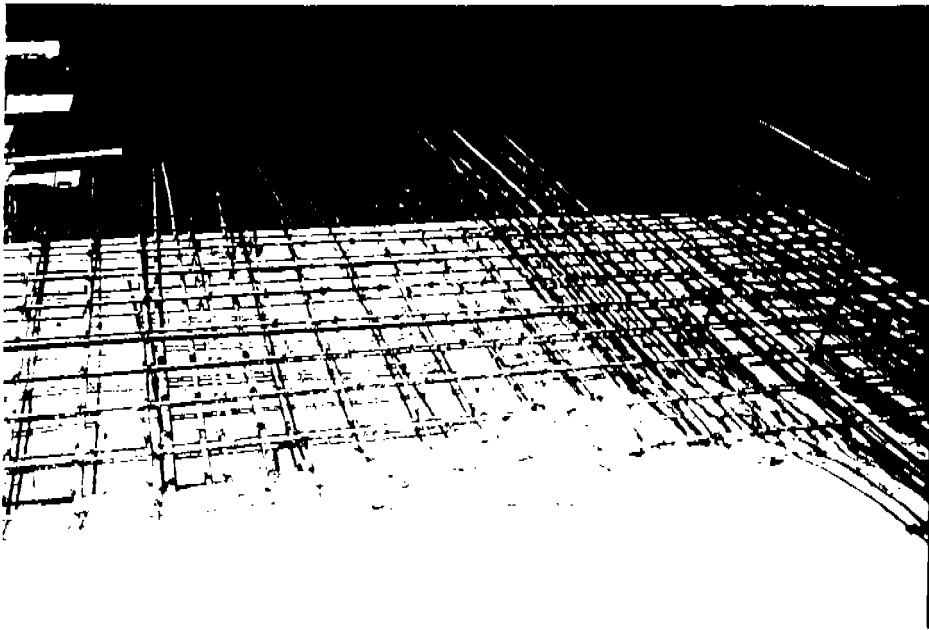
A partir de la segunda semana se da inicio al hincado de pilotes sobre la margen izquierda del río Jaguey, utilizando un equipo para pilotear con martillo de caída libre instalado sobre una barcaza con capacidad de 150 ton. Los trabajos para hincar los pilotes se desarrollarán durante 21 semanas con un costo de \$ 839, 421.74.

En la tercera semana se da inicio a la fabricación de concreto $f'c=250/cm^2$ para el colado de los muros cabezales de la margen izquierda y continuar el colado de pilotes, traveses y losa. El colado de los pilotes debe llenar completamente el tubo hasta el nivel bajo de la trabe de carga. Los pilotes se colarán al mismo tiempo que las traveses y la losa en secciones de 55 m² aproximadamente. La elaboración y vaciado de concreto $f'c=250 Kg/cm^2$ ocupará 28 semanas con un costo de \$ 550, 726.41.

La cimbra del fondo de las traveses de carga y de las vigas está formada por medias cañas de tubo de 18" de diámetro que se unen por medio de soldadura a los pilotes formando cuadrículas metálicas a las cuales se pueden soldar piezas para soportar la cimbra de madera que llenará los espacios entre las traveses para recibir el acero de refuerzo para colar la losa de 25 cm. de espesor.

Los trabajos para colocar la cimbra de traves, se iniciarán en la quinta semana cuando ya se tengan hincados los primeros ocho pilotes de la margen izquierda del río; estos trabajos durarán 21 semanas y tendrán un costo de \$167,987.52

Cuando ya se tiene colocada la cimbra del fondo de las traves, se procede a instalar la cimbra de madera para la losa apoyándola en soportes metálicos soldados a la tubería de acero. La colocación de la cimbra para la losa se terminará en 18 semanas y su costo será de \$311,176.85



La utilización de medias cañas de tubería de acero como fondo de las traves, soldadas a los pilotes, agiliza los trabajos y proporciona beneficios adicionales.

El acero de refuerzo para la losa, se colocará a partir de la novena semana cuando ya se tenga cimbrado el primer tramo de 55m² sobre la margen izquierda del río, el armado consistirá en una doble parrilla de varillas de acero de alta resistencia de los números 4, 6 y 8.

Los trabajos para armar la losa de concreto, durarán 18 semanas y su costo será de \$276,208.80

En la semana número 10 deberemos de estar en condiciones de iniciar la construcción de la banqueta para el tránsito de personas que será de 1.00 m de ancho por 0.15 m de espesor. Este concepto se desarrollará durante 21 semanas y su costo será de \$71,240.40

La colocación del barandal de protección, es el último concepto del proceso constructivo y nos va señalando metro a metro el porcentaje de avance que lleva la obra. Este trabajo se inicia en la semana número 11 y se debe concluir en 21 semanas a un costo de \$50,842.40

En la gráfica que se presenta abajo se puede observar que en gran parte del tiempo programado en la construcción, se deberá trabajar simultáneamente en todos los conceptos del proceso constructivo que ya mencionamos, desde el hincado de pilotes hasta la construcción del barandal.



La construcción del barandal nos señala el avance de la obra

III. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Trazo y nivelación de trabajo incluye la colocación de bancos, cotas, referencias y puntos de liga.	M2	1620.00
Cimbra de madera en losas de concreto incl. Suministro de materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mordazas de apoyos, cimbrado, nivelación y decimbrado.	M2	751.00
Suministro y colocación de acero de refuerzo, en anillos y separadores para colocado de pilotes incl. Acarreos, corte, dobleces, traslapes, ganchos, mermas y desperdicios.	Kg	6708.00
Acero de refuerzo en estructura de losa y pilotes incl. Suministros, acarreos, cortes, ganchos, dobleces, traslapes y desperdicios.	Kg	34440.00
Suministro y colocación de cimbra en trabes, incl. acarreos, cortes, mermas, mordazas, sistema de nivelado, cimbrado y descimbrado	M2	432.00
Concreto f' \approx 250Kg/cm ² suministro de materiales, fabricación, acarreo, colocación, aditivos, vibrado, curado, mermas y desperdicios.	M3	481.40
Hechura de banquetas de concreto armado para paso de peatones. Incl. Suministro de materiales, fabricación, terminado, cimbrado y decimbrado, curado, acarreos, mermas y desperdicios.	M2	180.00
Soldadura en tubos de recuperación, incl. suministro de los materiales, hechura de los biseles, limpieza y aplicación, fondeo, retiro de escoria, aplicación de pintura alquídica primaria, mermas y desperdicios.	ML	1545.62
Hincado de pilotes con martillo de caída libre, hasta la profundidad requerida incl. El suministro de los materiales de consumo, mano de obra y maniobras.	ML	254.00
Fabricación de barandal de protección con tubo de recuperación, incl hechura, acarreos, soldadura, montajes y fijación, cortes, mermas y desperdicios.	ML	140.00

RELACIÓN DE EQUIPO		
Descripción	Unidad	Precio Unitario
Tránsito topográfico	hora	\$18.75
Nivel topográfico	hora	26.50
Revolvedora de un saco	hora	37.80
Equipo de Corte oxi-acetileno	hora	18.50
Máquina de soldar 300 amp.	hora	14.25
Equipo para hincar pilotes	hora	98.25

RELACIÓN DE MATERIALES

Descripción	Unidad	Precio Unitario
Clavo de 4" y 2 ½"	Kg.	\$ 6.20
Madera de pino 2ª.	P-T	8.60
Madera de pino 3ª.	P-T	8.00
Pintura de esmalte	L.	32.50
Triplay de pino 16mm.	M2.	96.50
Alambre recocido	Kg.	6.50
Diesel	L.	4.62
Varilla $f_y=4200$ Kg./cm ²	Ton.	3700.00
Cemento gris normal	Ton.	1350.00
Arena L.A.B. Obra	M3.	122.00
Grava L :A.B. Obra	M3.	122.00
Tubo PVC sanitario 2" diam.	MI	12.50
Gas Oxígeno	M3	29.89
Gas acetileno	Kg	102.00
Soldadura E- 7018 XX 1/8	Kg	26.00
Pintura primaria tipo 49 S W.	L	24.76
Thiner	L	5.26

FONDO PARA LA INFRAESTRUCTURA SOCIAL MUNICIPAL
ESTUDIO DE LOS SALARIOS DE MANO DE OBRA POR HORA EN MINATITLAN VER.

CATEGORIA	SALARIOS			IMPORTE		
	REAL DE MERCADO	REAL POR HORA	POR FACTOR SAL. REAL 1.7372	POR HORA NORMAL	HORA EXTRA DOBLE	POR HORA TRIPLE
ALMACENISTA	1500.00	31.25	54.29	54.30	108.60	162.90
AYUDANTE ESPECIALISTA	380.00	7.92	13.75	13.80	27.60	41.40
AYUDANTE GENERAL	340.00	7.08	12.31	12.30	24.60	39.90
CABO DE OFICIO MEC-ELECTRICISTA	1750.00	36.46	63.34	63.30	126.60	189.90
CABO DE OFICIOS OBRA CIVIL	1500.00	31.25	54.29	54.30	108.60	162.90
CHOFER	1200.00	25.00	43.43	43.40	86.80	130.20
ING. RESIDENTE	2000.00	41.87	72.38	72.40	144.80	217.20
OFICIAL ALBAÑIL	620.00	12.92	22.44	22.40	44.80	67.20
OFICIAL CARPINTERO	620.00	12.92	22.44	22.40	44.80	67.20
OFICIAL ELECTRICISTA	750.00	15.63	27.14	27.10	54.20	81.30
OFICIAL ESPECIALIZADO	800.00	16.87	28.95	29.00	58.00	87.00
OFICIAL FIERRERO	650.00	13.54	23.52	23.50	47.00	70.50
OFICIAL MANOBRISTA	1250.00	26.04	45.24	45.20	90.40	135.60
OFICIAL PINTOR	620.00	12.92	22.44	22.40	44.80	67.20
OFICIAL PAJERO CALIFICADO	1000.00	20.83	36.19	36.20	72.40	108.60
OFICIAL SOLDADOR	900.00	18.75	32.57	32.60	65.20	97.80
OFICIAL SOLDADOR ESPECIALISTA	1100.00	22.92	39.81	39.80	79.60	119.40
OFICIAL YESERO Y/O TABLARROQUERO	900.00	18.75	32.57	32.60	65.20	97.80
OPERADRO EQUIPOMENOR	1100.00	22.92	39.81	39.80	79.60	119.40
PEON	340.00	7.08	12.31	12.30	24.60	36.90
SECRETARIA	1200.00	25.00	43.43	43.40	86.80	130.20
SOBRESTANTE OBRA PAILERA	2000.00	41.87	72.38	72.40	144.80	217.20
SUPERINTENDENTE GENERAL	4000.00	83.33	144.77	144.80	289.60	434.40
TOPOGRAFO	1600.00	33.33	57.91	57.90	115.80	173.70
VELADOR	520.00	10.83	18.83	18.80	37.60	56.40
OFICIAL MONTADOR DE ESTRUCTURA	1200.00	25.00	43.43	43.40	86.80	130.20

FONDO PARA LA INFRAESTRUCTURA SOCIAL MUNICIPAL MINATITLAN VER.
 CALCULO DE FACTOR DE SALARIO REAL PARA MINATITLAN VER.

SALARIO BASE	1		
PERCEPCION ANUAL	1*365	365	365
PRIMA VACACIONAL	1*6*0.25	1.5	1.5
GRATIFICACION ANUAL	1*15	15	15
TOTAL DEVENGADO(SALARIO INTEGRADO)		381.5	381.5
CUOTA IMSS SALARIO IGUAL AL MINIMO	381.50*0.249925	95.35	
CUOTA IMSS SALARIO MAYOR AL MINIMO	381.50*0.201425		76.84
GUARDERIA IMSS	381.50*0.01	3.82	3.82
IMPUESTO SOBRENUMERACIONES PAGADAS	381.50*0.01	3.82	3.82
IMPUESTO DEL 2% SOBRE NOMINA	381.50*0.02	7.63	7.63
CUOTA INFONAVIT	381.50*0.05	19.08	19.08
SEGURO PARA EL RETIRO SAR.	381.50*0.02	7.63	7.63
SUMA PAGADA ANUAL		518.83	500.32

DIAS NO LABORABLES			
DOMINGOS	52	VIERNES SANTO	1
SABADÓS	0	SABADO DE G.	1
1 DE ENERO	1	3 DE MAYO	1
5 DE FEBRERO	1	DIAS DE MUERTO	2
1 DE MAYO	1	31 DE DIC.	1
16 DE SEPTIEMBRE	1		
20 DE NOVIEMBRE	1		
25 DE DICIEMBRE	1		
VACACIONES MINIMAS	6		
DIAS DE ENFERMEDAD	3		
MAL TIEMPO	3		
JUEVES SANTO	1		
SUMA DE DIAS NO LABORABLE	77		
DIAS LABORABLES	288		

FACTOR DE SALARIO REAL PARA SALARIO IGUALES AL MINIMO	1.8015	
FACTOR DE SALARIO REAL PARA SALARIO MAYORE AL MINIMO	1.7372	

d) Descripción del desarrollo de un precio unitario

Un precio unitario es básicamente la suma de tres factores, **COSTO DIRECTO, COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD**, referidos a una porción unitaria de un trabajo, servicio u objeto determinado. El costo directo representa la mayor parte de un precio unitario y está formado por los costos de los materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta y equipo.

El costo indirecto y utilidad son recursos para cubrir los gastos que no necesariamente se reflejan directamente en la obra, pero que son indispensables para su realización, como son los gastos administrativos, de asesoría legal, de vigilancia, de capacitación, de comunicación, etc; y por supuesto una utilidad razonable. Este costo generalmente se fija con un porcentaje del costo directo y puede variar según las circunstancias entre un 15% y un 45%.

Para desarrollar convenientemente un precio unitario, se requiere tener conocimiento de todos los factores que intervienen en la realización de un trabajo, servicio u objeto determinado, y una gran experiencia para evaluar las cantidades de materiales que se deben emplear en la unidad que se analiza, así como el rendimiento que se debe esperar de la mano de obra en sus distintas categorías, además de los costos por hora de la maquinaria y equipo que se deban utilizar.

Salvo que se cuente con un expediente de los análisis de los precios unitarios que hoy nos ocupan y que se hayan calculado con anterioridad, lo más recomendable es consultar los manuales o programas especializados de computadora, que nos informan sobre las cantidades de materiales que se deben considerar en un análisis determinado y los rendimientos promedio de la mano de obra, que ajustaremos según las circunstancias de cada proyecto.

Como muestra analizaremos uno de los precios unitarios que intervinieron en la construcción del puente El Jagüey

Concepto : Soldadura perimetral en tubos de acero recuperados de 18" de diámetro. Incluye suministro de los materiales, hechura de los biselés, limpieza y fondeo, vistas, retiro de escoria, aplicación de pintura alquídica primaria, mermas y desperdicios.

**ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO
SOLDADURA PERIMETRAL EN TUBOS DE 18" Ø**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
Gas Oxígeno	M3	\$ 29.89	0.53676	\$ 16.04
Gas Acetileno	Kg.	102.00	0.06710	6.84
Soldadura E-7018	Kg.	26.00	2.07500	53.95
Pintura Primaria	L.	24.76	0.01377	0.34
Pintura Esmalte	L.	32.50	0.01198	0.39
Thiner	L.	5.26	0.02556	0.13
Oficial Pailero	Hr.	36.20	4.00000	144.80
Ayudante Esp.	Hr.	13.80	4.00000	55.20
Of. Montador Estruct.	Hr.	43.40	2.00000	86.80
Ayudante Esp.	Hr.	13.80	2.00000	27.60
Oficial Pintor	Hr.	22.40	0.30000	6.72
Cabo de Of. Civil	Hr.	54.30	0.03000	1.63
Herramienta	M.O.	322.75	0.08000	25.82
Equipo de corte	Hr.	18.50	1.84010	34.04
Máquina de soldar	Hr.	14.25	2.00000	28.50

Rendimiento de Mano de Obra y Maquinaria: 1 ML

Subtotal de Materiales.....\$ 77.69

Subtotal de Mano de Obra..... 322.75

Subtotal de Maquinaria, Herramienta Y Equipo.....88.36

COSTO DIRECTO.....\$488.80

INDIRECTOS Y UTILIDAD 19.5 %..... 95.32

PRECIO UNITARIO.....\$584.12

IV. PRESUPUESTO

a) Análisis del Factor de indirectos

Debido a que el Factor de indirectos resulta de la relación del costo indirecto entre el costo directo, se hace necesario calcular tanto el costo directo como el costo indirecto de la obra para conocer cual es nuestro factor de indirectos.

El costo directo se obtiene de los análisis de precios unitarios, y se compone de la suma de los costos de los materiales, mano de obra Maquinaria, herramienta y equipo. En nuestra obra el costo directo asciende a \$2'698,721.03

El costo indirecto está representado por los gastos que tenemos que hacer para cubrir los honorarios por trabajos y servicios que no son aplicados directamente a la obra pero que son indispensables para su realización, como son los siguientes:

Concepto	Admón. Central	Admón.. de campo
Honorarios, Sueldos y Prestaciones	\$36,837.54	\$147,350.17
Depreciación, Mantto. Y Rentas	\$26,312.53	\$105,250.12
Consultores, Asesores y Servicios	\$ 5,262.50	\$ 21,050.02
Fletes y acarreo	\$15,787.52	\$ 63,150.07
Gastos de oficina	\$13,682.52	\$ 54,730.06
Seguros y Fianzas	\$ 7,367.51	\$ 29,470.04
SUMA	\$105,250.12	\$421,000.48
		<u>\$105,250.12</u>
TOTAL COSTO INDIRECTO		<u>\$526,250.60</u>

Aplicando la fórmula para obtener el Factor de Indirectos tenemos:

$$\% \text{ IND.} = \text{Costo Indirecto} / \text{Costo Directo}$$

$$\% \text{ IND.} = \frac{\$526,250.60}{\$2'698,721.03} = 19.5$$

b) PRESUPUESTO DE OBRA

Por definición el Presupuesto de una obra es el cálculo anticipado del costo de su realización y está formado por una relación ordenada de todos los conceptos que intervienen en su construcción.

Cada uno de estos conceptos deben ser analizados para obtener sus precios unitarios con la suma del costo directo, costo indirecto, Financiamiento y Utilidad.

Para el caso que nos ocupa en esta tesis, por ser una obra del gobierno Municipal, se han excluido los costos de Financiamiento y de Utilidad.

A continuación se presentan en las siguientes dos hojas, el texto del Presupuesto.



Por tratarse de una región con mucha humedad en el ambiente, serán los componentes metálicos de la estructura los que requieran mayor gasto de mantenimiento.

PRESUPUESTO DE OBRA

NOMBRE DE LA OBRA: Construcción del puente Jagüey-Las Lomas

Ubicado en el Arroyo Ojochapa

Longitud Total: 68.25m.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA		HOJA DE			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
'001	Trazo y nivelación de trabajo incluye la colocación de bancos, cotas, referencias y puntos de liga.	M2	1820.00	\$4.88	\$7,906.80
'002	Cimbra de madera en losas de concreto incl. Suministro de materiales, acarreo, cortes, desperdicios, mordazas de apoyos, cimbrado, nivelación y decimbrado.	M2	751.00	\$414.35	\$311,176.85
'003	Suministro y colocación de acero de refuerzo, en anillos y separadores para colocado de pilotes incl. Acarreo, corte, dobleces, traslapes, ganchos, mermas y desperdicios.	Kg	5708.00	\$8.17	\$46,634.36
'004	Acero de refuerzo en estructura de losa y pilotes incl. Suministros, acarreo, cortes, ganchos, dobleces, traslapes y desperdicios.	Kg	34440.00	\$8.02	\$276,208.80
'005	Suministro y colocación de cimbra en traves, incl. acarreo, cortes, mermas, mordazas, sistema de nivelado, cimbrado y decimbrado	M2	432.00	\$388.66	\$167,987.52
'006	Concreto f'=250Kg/cm2 suministro de materiales, fabricación, acarreo, colocación, aditivos, vibrado, curado, mermas y desperdicios.	M3	481.40	\$1144.01	\$550,728.41
'007	Hechura de banquetta de concreto armado para paso de peatones. Incl. Suministro de materiales, fabricación, terminado, cimbrado y decimbrado, curado, acarreo, mermas y desperdicios.	M2	180.00	\$395.78	\$71,240.40

PRESUPUESTO DE OBRA

NOMBRE DE LA OBRA: Construcción del puente Jagüey-Las Lomas

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	HOJA DE					
	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
'008	Soldadura en tubos de recuperación, incl. suministro de los materiales, hechura de los biseles, limpieza y aplicación, fondeo, retiro de escoria, aplicación de pintura alquídica primaria, mermas y desperdicios. Hincado de pilotes con martillo de caída libre, hasta la profundidad requerida incl. El suministro de los materiales de consumo, mano de obra y maniobras. Fabricación de barandal de protección con tubo de recuperación, incl. hechura, acarreo, soldadura, montajes y fijación, cortes, mermas y desperdicios.	ML	1545.62	\$584.12	\$902,827.55	
'009		ML	254.00	\$3304.8	\$839,421.74	
'010		ML	140.00	\$363.16	\$50,842.40	
					SUBTOTAL	\$3,224,971.83
					15% I.V.A.	\$483,745.74
					TOTAL	\$3,708,717.37

(*TRES MILLONES SETECIENTOS OCHO MIL SETECIENTOS DIECISIETE PESOS 37/100)

V. PROCESO CONSTRUCTIVO

a) Sub Estructura

Consideraremos como Sub Estructura, a toda la obra que realicemos por debajo de la losa de rodamiento, las vigas transversales y las trabes longitudinales de carga.

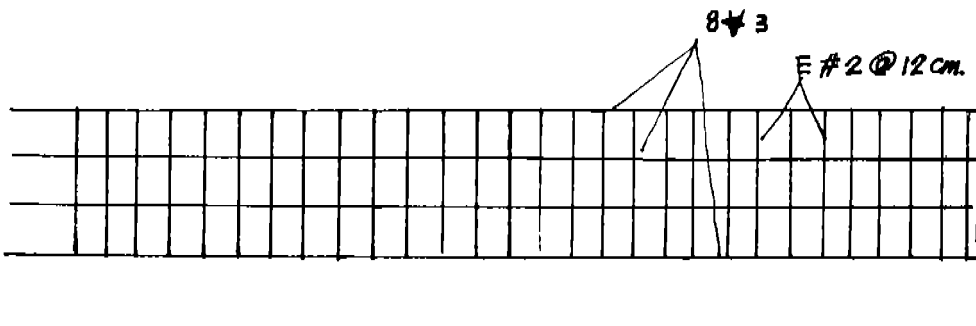
Para iniciar el proceso constructivo se requiere haber terminado los estudios de mecánica de suelos y conocer el perfil estratigráfico del sitio, contar con el equipo y el personal que intervendrán en la obra, así como el 30% por lo menos del material que se utilizará en la construcción y una bodega con oficinas de campo para un buen control de toda la obra.

El proceso constructivo se inicia cuando la cuadrilla de topografía comienza su trabajo de trazo de los ejes, colocación de cotas, referencias y puntos de liga. Este trabajo es fundamental para todo el tiempo que dure la obra, ya que los puntos de referencia serán utilizados durante toda la obra.

Como en toda obra que se utilice concreto armado, el habilitado del acero de refuerzo es uno de los trabajos que deben iniciar el proceso constructivo en un área destinada especialmente para este trabajo y que cuente con "muertos" de concreto para dobleces de varilla, y fabricación de estribos; que tenga una o dos cortadoras de varilla, suficientes amarradores para sujetar el alambre recosido y una tijera para cortar alambres de $\frac{1}{4}$ ".

En las primeras semanas la cuadrilla de obreros fierros se dedicará a habilitar el acero de refuerzo para el colado de los pilotes.

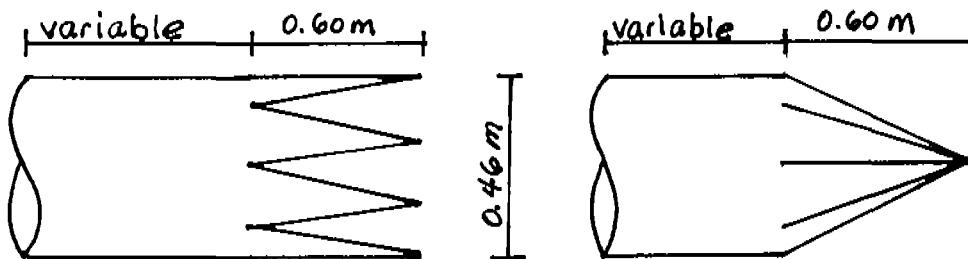
Es muy importante que el ingeniero residente de la obra, verifique las medidas de los tramos de varilla corrugada que deban cortarse para formar los estribos y demás componentes del armado para evitar desperdicios del material cuando le sobra varilla en el doblé final o deba desecharse la varilla porque resultó muy corta.



Armado tipo para los pilotes

El tercer concepto que inicia esta obra es la soldadura en tubos para fabricar las puntas de los pilotes y para acondicionar cada uno de los tramos de tubería de acero de 18" de diámetro que deberán conformar cada pilote de una longitud promedio de 24.60 m.

Fabricación de las puntas para pilotes

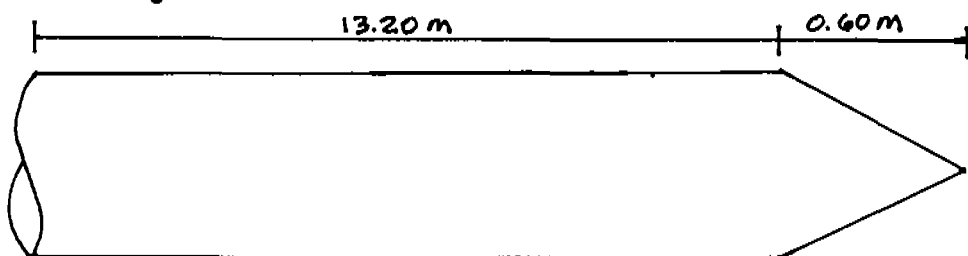


Desglose de la longitud promedio de cada pilote

De la trabe hacia el nivel de agua.....	3.35 m
Del nivel de agua al lecho del río	2.60 m
Del lecho del río a estrato duro	18.25 m
<u>Para cortar tubo golpeado.....</u>	<u>0.40 m</u>
Longitud promedio.....	24.60 m

El ingeniero residente dará instrucciones al sobrestante para que prepare los tramos iniciales de cada pilote, conteniendo la punta y 13.80 m de largo, considerando que deben cubrir las siguientes distancias:

Altura de la barcaza sobre el agua.....	2.20 m
Tirante de agua del río.....	2.60 m
Capa de lodo en el lecho del río.....	1.00 m
<u>Tramo para hincar.....</u>	<u>8.00 m</u>
Longitud del tramo inicial.....	13.80 m



Tramo inicial con punta para todos los pilotes

También se deben de preparar los tramos de tubería que se unirán por medio de soldadura al tramo inicial para completar el hincado del pilote, la longitud de estos tramos de tubería dependen de la altura que permita el equipo que se utilice para pilotear, en nuestro caso serán de 8.00 m de largo, y los llamaremos tramos secundarios.

El proyecto nos indica que se deben de fabricar 48 tramos iniciales con punta, y se calculan otros 48 tramos secundarios que se deben habilitar al mismo tiempo que los tramos con punta.

Continuando el proceso constructivo de la sub-estructura, y teniendo ya localizada la ubicación de los puntos que trazó el topógrafo para hincar cada uno de los pilotes, así como los tramos de tubería de 18" de diámetro que serán utilizados para este efecto, le damos la instrucción al sobrestante para que inicie los trabajos de hincado de los pilotes, partiendo de la margen izquierda del río.

Se cuenta con un equipo para pilotear con martillo de caída libre instalado sobre una barcaza cuyo rendimiento es de 1/5 parte de un equipo similar que trabaje en tierra.

Esto quiere decir que debemos esperar un avance en promedio de 11m de tubo colocado cada día, considerando los 48 pilotes de un tamaño promedio de 24.60 m. este trabajo debe terminarse de no haber contratiempos en 18 semanas.

El muro cabezal de la margen izquierda se construye al mismo tiempo que se pilotea y siguiendo las instrucciones del proyecto, el ingeniero residente supervisa antes de colocar la cimbra, que las medidas y el espaciamiento del acero de refuerzo estén correctas; mientras los fierros terminan de armar y colocar el acero de refuerzo en su lugar, los carpinteros habilitan los tableros de madera para cimbra con las medidas que indica el proyecto.

En cuanto el acero de refuerzo queda listo, los carpinteros colocan la cimbra de madera que debe cumplir cuando menos tres condiciones básicas : verticalidad, hermeticidad (contra las fugas de lechada de cemento), y resistencia al empuje del concreto.

Antes de terminar la colocación de la cimbra, se deben tener en la obra los materiales para la elaboración del concreto y dos revolvedoras. El agua para mezclar el cemento con la grava y la arena, debe suministrarse en pipas para que sea limpia y se debe evitar la tentación de utilizar agua del río que se encuentra turbia y contaminada.

Cuando los carpinteros terminen de colocar la cimbra de madera, se debe verificar que se cumplan las tres condiciones que ya mencionamos y el topógrafo revisará que la ubicación sea la correcta. Es conveniente no dejar la cimbra sin colar por mas de 24 horas, para evitar deformaciones ó desajustes provocados por el medio ambiente.

En esta etapa de nuestro proceso constructivo se están hincando los pilotes en la margen izquierda del río y los soldadores continúan fabricando los tramos de tubería que formarán los pilotes subsecuentes.

Los primeros cuatro pilotes hincados sobre el eje transversal No.1, quedarán ahogados en el muro cabecero y no serán visibles; este muro además de contraventear los pilotes, tiene la función de sostener un extremo del puente y estabilizar el talud de la margen del río. Los siguientes cuatro pilotes sobre el eje transversal No. 2 deberán de hincarse antes de colar el muro cabecero de la margen izquierda para permitir la unión por medio de soldadura de las medias cañas de tubería con los pilotes al nivel bajo de las traveses de carga.

Estamos en condiciones de colar el muro cabecero de la margen izquierda; para llegar a este colado, fue necesario el trazo y nivelación, excavación a mano, colocación de plantilla de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, colocación de acero de refuerzo y colocación de la cimbra de madera. El colado se hizo en dos partes, primero se coló toda la zapata y después el muro. Para este colado se elaboró concreto $f'c=250\text{kg/cm}^2$ en la obra con un agregado máximo de $\frac{3}{4}$ ". Para este tipo de colados, es indispensable el uso de una revolovedora de concreto y un control muy preciso de la cantidad de cemento, agua y agregados para obtener un concreto de alta calidad.

Con la unión de los pilotes con tuberías de acero por medio de soldadura para formar estructuras más estables y resistentes, concluimos los trabajos de la Sub-Estructura.

b) Super- Estructura

De acuerdo a la definición que dimos al principio de este capítulo, los trabajos que se ejecutarán en la Super-Estructura serán todos los que tengan que ver con la losa de rodamiento, las vigas transversales y las traveses longitudinales de carga.

Para realizar estos trabajos, se requieren obreros especialistas en habilitado y colocación de cimbra de madera, habilitado y colocación de acero de refuerzo, elaboración y vaciado de concreto $f'c=250\text{kg/cm}^2$, organizados de tal manera que su trabajo cumpla con los tiempos programados y no se rompa la continuidad que se requiere a lo largo de todo el puente.

También es necesario considerar en esta etapa de la obra, preparar los anclajes, dispositivos e instalaciones que servirán para ejecutar convenientemente las obras complementarias como son la protección lateral ó barandal y la iluminación para uso nocturno de este puente.

Se decidió colar el sistema de traveses y losa en tramos de 6.50 m de largo aproximadamente por todo el ancho del puente que son 10.80 m. Esto nos permitirá mantener la continuidad de los trabajos y utilizar la cimbra de madera entre cuatro y cinco veces.

Al colar el último tramo sobre la margen derecha, damos por terminados los trabajos de la Super-Estructura, y procedemos a construir el muro cabecero del lado derecho aprovechando el acceso que nos brinda el propio puente.

c) Obras Complementarias.

Para proteger principalmente a las personas que caminarán sobre las banquetas de este puente, se construyó un barandal a cada lado con tubería de acero de 6" de diámetro. Primeramente se soldaron los postes verticales de 1 m de altura a las placas metálicas que para ese efecto se dejaron al colar las banquetas, dejando una distancia de 1.30 m entre cada poste.

El siguiente paso es unir mediante soldadura la parte superior de cada poste con un tubo horizontal del mismo diámetro, y por último, se unen los postes en su parte media con otro tubo horizontal. Se protegerá el barandal con dos manos de pintura anticorrosiva.

Otra obra complementaria, no menos importante lo representan la instalación de 8 luminarias que permitirán a los usuarios del puente transitar con seguridad durante la noche.



VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Recomendaciones y sugerencias

El estudio de mecánica de suelos que se llevó a cabo, solo tiene validez y representatividad para el sitio en el cual se realizaron los sondeos de exploración y muestreo de suelos.

Dependiendo de la magnitud de los elementos mecánicos, en las tablas y gráficas del diseño geotécnico podrá tomarse la alternativa que se ajuste a dichas sollicitaciones.

El nivel de desplante de las pilas no deberá ser a profundidades menores de las indicadas en el perfil estratigráfico.

La colocación de los pilotes, deberá ser mediante hincado a percusión y dependiendo del diámetro de los pilotes, deberá seleccionarse el equipo de hincado de acuerdo con la tabla correspondiente. En todos los casos indicados en esa tabla, el criterio para suspender el hincado, debe ser: alcanzar el nivel de proyecto y obtener un rechazo de 10 cm. en los últimos 20 golpes de hincado. El martillo de hincado será de acción sencilla o doble y su eficiencia no será menor de 75 %

El mantenimiento y protección de las partes metálicas del puente consistirá en la aplicación periódica de dos capas de pintura anticorrosivo alquidámica. Este mantenimiento se hará por lo menos cada año y antes de pintar las partes metálicas, se retirará la pintura que se encuentre en mal estado, limpiando perfectamente la superficie, dejándola libre de polvo y grasa.

BIBLIOGRAFÍA .

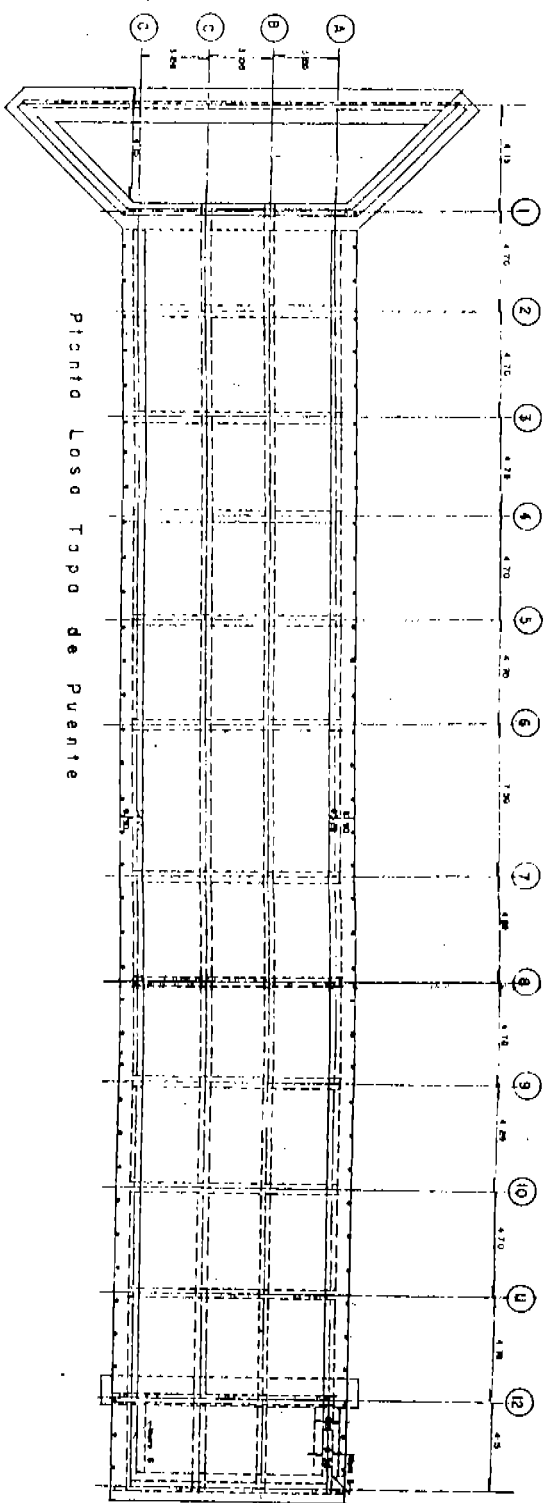
Proyecto Ejecutivo Para la Construcción del Puente Jagüey – Las Lomas

Colección Científica de Time Life

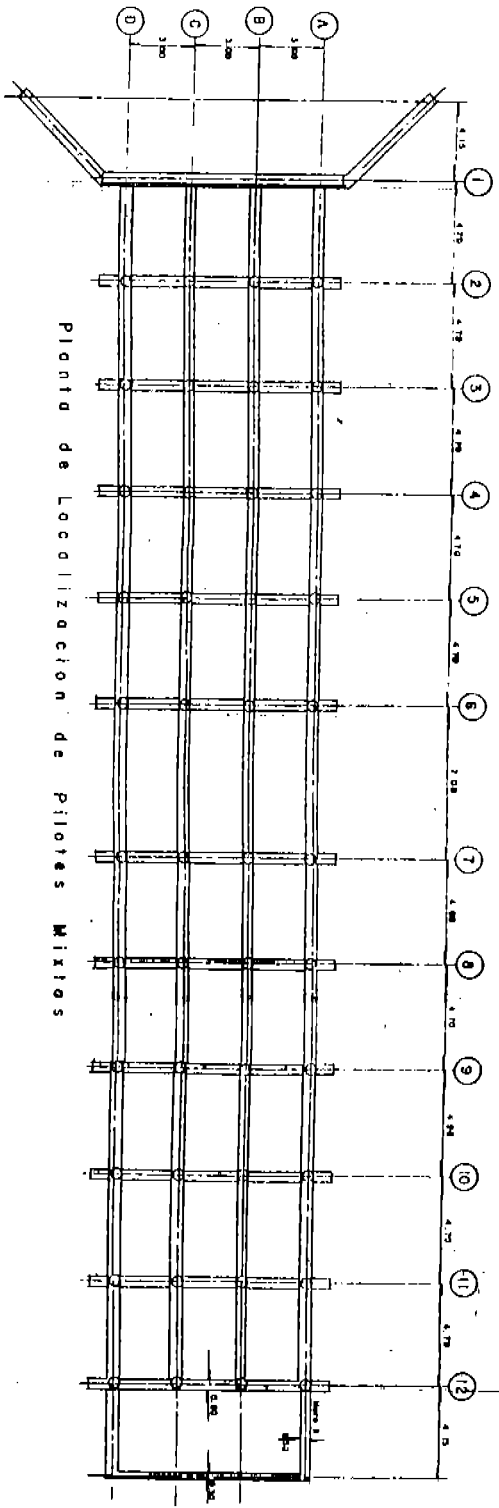
Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica. Karl Terzaghi

Ralph B. Peck

Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción. R. L. Peurifoy



Planta Loso Tapa de Puente



Planta de Localizacion de Pilotes Mixtos

Puente Vehicular.

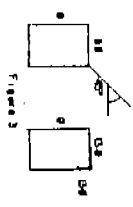
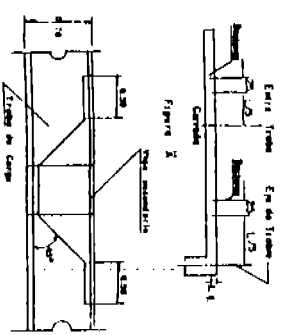
NOTAS GENERALES

1. Acercamiento en ambos extremos de la obra.
2. Tramo de 100 metros, desde el inicio de la obra hasta el inicio de la obra de los pilotes.
3. La longitud de los pilotes debe ser suficiente para que se asegure el anclaje en el fondo de la obra de los pilotes.
4. Especificaciones de concreto:
 - a. Concreto de peso estándar $P_{28} = 2.4 \text{ ton/m}^3$ $f'_{c} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b. Concreto de peso estándar $P_{28} = 2.4 \text{ ton/m}^3$ $f'_{c} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - c. Concreto de peso estándar $P_{28} = 2.4 \text{ ton/m}^3$ $f'_{c} = 250 \text{ kg/cm}^2$
5. Los pilotes deben ser de tipo "T" y de tipo "L" de un solo lado.
6. Los pilotes deben ser de tipo "T" y de tipo "L" de un solo lado.

1. Las especificaciones de los pilotes se detallan en el anexo 1 de este proyecto. La longitud de los pilotes debe ser suficiente para que se asegure el anclaje en el fondo de la obra de los pilotes.

NOTAS DE IRBBS Y VIGAS

1. Las especificaciones de los pilotes se detallan en el anexo 1 de este proyecto. La longitud de los pilotes debe ser suficiente para que se asegure el anclaje en el fondo de la obra de los pilotes.



Tramo	Longitud (m)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Peso (ton)
1	100	100	100	100
2	100	100	100	100
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100
10	100	100	100	100
11	100	100	100	100
12	100	100	100	100

Puente Vehicular

