

13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA
DE SILICA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTAN:
HERACLEO AVIÑA ULLOA
JUAN CARLOS BLAS SANCHEZ
ANTONIO CARUZO MIRANDA

ASESOR:
ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ



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.



REPUBLICA NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-122/97

Señores
HERACLEO AVIÑA ULLOA
JUAN CARLOS BLAS SANCHEZ
ANTONIO CARUZO MIRANDA
JESUS ROBERTO TRIPP RIVERA
Presentes

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONSTRUCCION DE UNA PLANTA PRODUCTORA SILICA

INTRODUCCION

- I. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA
- II. CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL
- III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- IV. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
- V. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes 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 11 de septiembre de 1997.
EL DIRECTOR.

ING JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
BMCS/GMP/Imf



CD. UNIVERSITARIA
RECONOCIMIENTO A MI FAMILIA.

2001.

Dedico la presente tesis a la persona que tuvo el coraje de enfrentarse al mundo para sacarnos adelante a mí y a mis hermanos:

Mi Mamá

A ti te debo toda la confianza que tengo en el Ser Humano y la certeza de que somos hijos de Dios en un mundo hecho para aprender y ser cada día mejores.

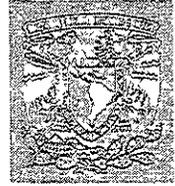
Eternamente agradecido: Tu hijo.

A Periquito, porque usted es nuestro Angel de la Guarda. Pilar indispensable en épocas cruciales de nuestras vidas. Por su ayuda y amor desinteresados:

Muchas gracias.

A Carlos, Irma, Rocío, María Elena, Marisol y Josefina Aviña Ulloa, mis queridos hermanos porque con su cariño y apoyo han hecho más amable mi camino por la vida y porque juntos hemos compartido el reto de ir descubriendo el mundo e ir madurando en busca de la felicidad:

Siempre Agradecido: Su hermano.



AL AMOR DE MI VIDA.

También dedico la presente Tesis con todo mi amor y cariño a:

Mi esposa, mi amada Rocío.

Porque juntos hemos aprendido lo que es realmente importante.

Porque la Vida ha sido injusta: eres mucho más de lo que merezco. (Que bueno, no es reclamo, Vida).

Por la lealtad, el amor y la amistad que me regalas todos los días.

Por siempre agradecido: Heracleo.



RECONOCIMIENTO ESPECIAL A MI COMPAÑERO:

JUAN CARLOS BLAS GALINDO.

Porque sin lugar a dudas eres el más "ingeniero" de entre nosotros.

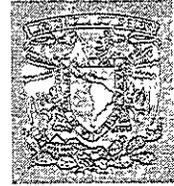
Porque tu participación fue indispensable e insustituible en la elaboración del presente trabajo.

Porque la presente tesis es también tuya.

Porque tus esfuerzos en este mundo no fueron vanos y te permitirán seguir evolucionando donde te encuentres.

Porque seguirás siendo un ejemplo a seguir entre los que aún estamos de este lado del muro.

Muchas Gracias: Tu compañero Heracleo.

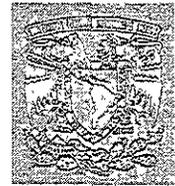


CONTENIDO

INTRODUCCION	.....	1
I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA	.....	5
1.1 MECANICA DE SUELOS.	.....	7
1.1.1 ESTUDIOS GEOTECNICOS.	.....	7
1.1.2 INGENIERIA DE CIMENTACIONES.	.....	27
1.1.3 INGENIERIA DE PAVIMENTOS.	.....	44
1.1.4 CONSIDERACIONES	.....	59
1.2 IMPACTO AMBIENTAL.	.....	63
MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL.	.....	65
1.2.1 SECCION I.	.....	70
1.2.2 SECCION II.	.....	70
1.2.3 SECCION III.	.....	75
1.2.4 SECCION IV.	.....	77
1.2.5 SECCION V.	.....	79
1.2.6 SECCION VI.	.....	81
1.2.7 CONCLUSIONES	.....	86
II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.		89
2.1 METODOS DE ANALISIS.	.....	92
2.1.1 CONCEPTOS GENERALES.	.....	92
2.1.2. METODO DE CROSS.	.....	94
2.1.3. METODO DE KANI.	.....	96
2.1.4 METODO DE LAS RIGIDECES.	.....	97
2.1.5 METODO DEL ELEMENTO FINITO.	.....	103
2.1.6 CONSIDERACIONES DE LOS METODOS DE ANALISIS.	.....	103



2.2 BASES DE DISEÑO.	.....	104
2.2.1 ALCANCES Y REFERENCIAS.	.....	104
2.2.2 EJECUCION.	.....	105
2.2.3 MATERIALES.	.....	107
2.2.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.	.....	109
2.3 ESTRUCTURACION DE EDIFICIOS.	.....	111
2.3.1 EDIFICIO DE FILTROS PRENSA.	.....	113
2.3.2 EDIFICIO DE SILOS	.....	114
2.3.3 EDIFICIO DE SPRY DRYER.	.....	114
III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	.....	115
3.1 PLANEACIÓN.	.....	115
3.1.1 FASES DE LA PLANEACION.	.....	118
3.1.2 PROCESOS CONSTRUCTIVOS.	.....	127
3.2 PROGRAMACION.	.....	179
3.2.1 MÉTODO DEL CAMINO CRITICO.	.....	181
3.3 CONTROL DE OBRAS.	.....	193
3.3.1 INTEGRACION Y CONTROL DEL COSTO DE OBRA.	.....	195
3.4 PRESUPUESTO DE OBRA.	.....	219
3.4.1 PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA.	.....	223
3.4.2 PRESUPUESTO DE OBRA POR PARTIDA.	.....	227
3.4.3 TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS.	.....	249
3.4.4 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.	.....	255
3.4.5 ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.	.....	267



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	.....	271
4.1 EVOLUCION DE LA CALIDAD.	.....	273
4.1.1 INTRODUCCION.	.....	273
4.1.2 DESARROLLO DE LA CALIDAD.	.....	276
4.2 MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.		281
4.2.1 ALCANCE	.....	281
4.2.2 POLITICA Y OBJETIVOS	.....	281
4.2.3 INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA.	.....	281
4.2.4 REQUISITOS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	.....	282
4.3 PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO.	.....	293
4.3.1 PROPOSITO.	.....	293
4.3.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO.	.....	293
4.3.3 OBJETIVOS DE CALIDAD DEL PROYECTO.	.....	295
4.3.4 ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES.	.....	295
4.3.5 PRINCIPIOS DE CALIDAD Y PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO.	.....	300
4.3.6 AUDITORIAS DE LA CALIDAD.	.....	311
4.3.7 CONTROL DE REVISIONES Y DISTRIBUCION DEL PLAN DE CALIDAD.	.....	312
V.- CONCLUSIONES.	.....	313
BIBLIOGRAFIA	.....	319

INTRODUCCION



INTRODUCCION

Como consecuencia de los cambios tecnológicos y la apertura económica que hoy día se verifica en el ámbito mundial en todos los campos de la actividad humana, la aparición de nuevos conceptos y metodologías dentro de las actividades industriales, tales como la reingeniería y el aseguramiento de la calidad, han tenido fuerte repercusión dentro de la industria por lo que se está dando un fuerte movimiento tendiente a lograr la implantación de estos modernos criterios en el menor tiempo posible y en todas las áreas y actividades que participan en la producción.

La industria de la construcción no ha quedado al margen de dicho movimiento, ya que paulatinamente está adoptando estos nuevos criterios complementándolos con nuevas variantes en lo que se refiere a la construcción de obras de gran magnitud, donde se conjuntan las diferentes disciplinas que participan en la planeación, proyecto, construcción y operación.

Esta modalidad conocida como IPCO (Ingeniería, Procuración, Construcción y Operación), garantiza la ejecución de la obra dentro de niveles óptimos de Calidad, Costo y Tiempo

Por lo que resulta de gran interés conocer los procedimientos aplicados en una obra de gran complejidad, como lo es una planta industrial, al aplicar esta nueva metodología.

En lo que se refiere a la construcción de plantas industriales en las zonas creadas ex profeso (parques industriales) en los que existe un entorno previamente desarrollado de obras de infraestructura, los aspectos a cuidar se relacionan directamente con el uso específico de la planta. En el caso que se expone, los aspectos más importantes para la construcción de una planta industrial de procesamiento de sílice son: la disponibilidad de los insumos, la accesibilidad a la planta, los niveles de contaminación, y la disposición final de los residuos, lo que constituye el punto de partida del proyecto de factibilidad.

En los capítulos que abarca el desarrollo de este tema, hablaremos de las etapas necesarias para la construcción de dicha planta, así como del procedimiento constructivo empleado.

En el Capítulo I, Estudios Preliminares, se describen los estudios necesarios de mecánica de suelos para la determinación de las variables en el diseño de las cimentaciones y pavimentos; así como el procedimiento a seguir para la determinación del daño al medio ambiente con sus correspondientes acciones de mitigación.

En el Capítulo II, Criterios de Análisis y Diseño Estructural, se establecen los procedimientos de análisis y diseño más adecuados para la obtención de los elementos mecánicos y el dimensionamiento de las estructuras. Además, se describe el proyecto ejecutivo, entendiéndose éste como el conjunto de planos y procedimientos requeridos para la ejecución de la obra.

En el Capítulo III, Procedimiento Constructivo, se describen las diferentes etapas que se requieren para la ejecución de este proyecto mediante la organización de los recursos, tanto humanos como materiales dentro de los parámetros de calidad, costo y tiempo



En el Capítulo IV, Aseguramiento de calidad, se describe el desarrollo programado de las actividades, con la finalidad de implantar y dar seguimiento a una metodología de prevención y verificación, dando cumplimiento a las normas y especificaciones.

En la parte correspondiente a las conclusiones se describe la forma en que cada etapa del proceso interactúa con las demás.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA



1.1 MECANICA DE SUELOS.

En este subcapítulo trataremos los siguientes tópicos:

- a) Estudios Geotécnicos: Para conocer las cualidades hidráulicas y mecánicas del suelo y de los materiales pétreos que se utilizarán.
- b) Ingeniería de Cimentaciones: Según el tipo de edificio o estructura se estudia y propone la solución de cimentación adecuada, el tipo de material y el procedimiento constructivo adecuado.
- c) Ingeniería de Pavimentos Se proponen y diseñan pavimentos ya sean de tipo flexible o rígido para vialidades principales, área de estacionamiento y patio de maniobras y para la losa de piso del almacén en función de los estudios de mecánica de suelos y del tránsito vehicular

También se estudian las cualidades índice más relevantes de los materiales pétreos aledaños al sitio de la obra, con la finalidad de identificar bancos de préstamo adecuados para los pavimentos, así como para nivelar el terreno en general

1.1.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

En esta sección presentaremos los siguientes apartados

- a) Definiciones y Procedimientos: Contiene las definiciones de parámetros y de las variables necesarias para calcularlas, así como los procedimientos de las pruebas aplicadas. Todo ello con la finalidad de obtener las características índice del suelo.
- b) Análisis e Interpretación de Resultados



1.1.2.1 DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS.

1.1.2.1.1 Procedimientos de Muestreo.

Los procedimientos de muestreo son las técnicas que se aplican para obtener especímenes alterados o inalterados de diferentes profundidades del subsuelo, con los que posteriormente se realizan pruebas de laboratorio para conocer sus propiedades índice y mecánicas

Muestras Alteradas.- Son muestras cuyo acomodo estructural se pierde a consecuencia de su extracción: se utilizan en el laboratorio para identificar el tipo de suelo a que corresponden, realizar pruebas índice y preparar especímenes compactados para someterlos a pruebas mecánicas.

Muestras Inalteradas.- Son muestras cuyo acomodo estructural está relativamente inalterado, ya que necesariamente se inducen cambios de esfuerzo por su extracción y estos generan cambios volumétricos. Estas muestras se utilizan en el laboratorio para identificar el tipo de suelo a que corresponden, para realizar pruebas índice y mecánicas.

1.1.2.1.2 Trabajos de Laboratorio.

Por el lugar donde se realizan, los trabajos asociados al estudio de los suelos se dividen en trabajos de campo y en trabajos de laboratorio. En el campo, esto es, en el sitio en donde se ubica el suelo cuyas propiedades se quieren conocer, en general se obtienen las muestras ya sean alteradas o inalteradas, por métodos manuales o bien mecánicos. Además de la obtención de las muestras, en el campo es posible realizar una clasificación gruesa de los suelos en base a su color, olor, textura y otras características

En particular en nuestro caso se contó con la ayuda de una máquina Mobile Drill modelo B-53, con la cual se hicieron cuatro sondeos profundos, dos de ellos a 30.20 m y los dos restantes a 15.30 m de profundidad promedio; la excavación manual consistió de dieciocho sondeos superficiales a una profundidad de 1.35 m en promedio y en la localización de bancos de material.

El muestreo seguido en los sondeos alterados SE, fue llevado a cabo en forma continua. Este muestreo se realizó mediante el penetrómetro estándar del tipo tubo partido (TP), determinando



simultáneamente la resistencia a la penetración. Las muestras así recuperadas, todas ellas alteradas, fueron conservadas en bolsas de polietileno, herméticamente cerradas para evitar en lo posible pérdidas en su contenido inicial de agua.

El muestreo de los sondeos mixtos, SM, consistió en la recuperación de muestras de suelo alteradas e inalteradas, empleando en el primer caso el penetrómetro estándar del tipo tubo partido, TP, determinando simultáneamente la resistencia a la penetración estándar de subsuelo a cada 0.60 m de profundidad; mientras que en el caso de muestras inalteradas se utilizaron tubos de pared delgada tipo shelby, de 3 y 4" (7.5 y 10 cm) de diámetro por 0.80 m de longitud hincados a presión, dentro de la secuencia de materiales finos de consistencia blanda a media

El muestreo seguido a través de la exploración superficial, PCA'S, fue llevado a cabo con especial atención, procediendo a recuperar muestras alteradas, MA, representativas del material de relleno colocado. La profundidad del muestreo dentro de estos sondeos quedó restringida por la presencia del nivel de agua freática, NAF, detectada a partir de 0.50 m de profundidad.

Adicionalmente se tomaron tres muestras de agua freática de los sitios donde se ejecutaron los sondeos profundos, mientras que de los bancos de material se tomaron tres muestras integrales, MR.

1.1.2.1.3 Trabajos de Laboratorio.

Con relación a los trabajos de laboratorio diremos que tienen el inconveniente de que las muestras, por mayor esfuerzo que se haga, siempre sufren alteraciones, ya sea por pérdidas de humedad, abundamiento o deterioro de su estructura por la vibración durante su traslado. Las muestras también sufren variaciones por condiciones de humedad o similares en el mismo laboratorio o por la manipulación de las mismas, aún que ésta se haga con cuidado, pero a cambio es posible contar con todo tipo de equipos y seguir procedimientos que difícilmente es posible cumplir en campo. Claro que es posible contar con un laboratorio de campo cuando la obra lo amerita, pero generalmente esto no es válido en términos financieros y en nuestro caso no lo es.

Las muestras de suelos obtenidas durante los trabajos de campo ingresaron al laboratorio para ser sometidas a un programa de ensayos índice y mecánicos con el objeto de (1) verificar y/o



complementar la descripción de los materiales detectados y (2) determinar parámetros que definieran sus características de resistencia y compresibilidad.

A continuación se presentan las pruebas que se realizaron en campo:

1.1.2.1.4 Pruebas de Campo.

a) Clasificación del Suelo Utilizando SUCS:

Clasificación y descripción visual y al tacto, siguiendo las normas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS, tomando en cuenta el tamaño y formas de las partículas, así como la plasticidad de la fracción fina

El objetivo de este sistema consiste en reconocer que las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos constituidos por partículas menores que la malla 200, pueden deducirse cualitativamente a partir de las características de plasticidad. En cuanto a los suelos formados por partículas mayores que la malla mencionada, el criterio básico de clasificación es aún el granulométrico que, aunque no es lo determinante para el comportamiento de un material, sí puede usarse como base de clasificación de los materiales granulares. (Ref. 1).

b) Determinación del contenido inicial de agua, w.

Contenido de agua o humedad de un suelo es la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Porcentual.

$$w = W_w / W_s$$

En algunas de las muestras se realizaron los siguientes ensayos:

c) Determinación del Contenido de Finos por lavado, F.

Consiste en auxiliarse de agua para hacer pasar por la malla 200 la fracción fina de una muestra de suelo.



d) Límites de consistencia, líquido L_w y plástico P_w .

La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico se conoce como Límite Líquido. En el laboratorio este valor se obtiene utilizando la Copa de Casagrande, en ella se coloca una muestra del suelo y se busca determinar la humedad que deberá tener el suelo para que con 25 golpes, la ranura que se le practicó se cierre.

Así mismo, la frontera convencional entre los estados plástico y semisólido se conoce como límite plástico. En el laboratorio, se busca determinar el contenido de agua asociado al evento en que al moldear un rollito de suelo con los dedos en un vidrio o en un papel secante, éste empiece a presentar grietas.

e) Densidad de sólidos, S_s .

También se conoce como peso específico relativo de la fase sólida y se define como:

$$S_s = \text{Peso específico sólido} / \text{peso específico agua}$$

f) Peso volumétrico natural, PVN .

También peso específico de la masa de un suelo:

$$(m) = W_m / V_m$$

donde:

W_m es el peso de la muestra y V_m es el volumen de la muestra

g) Relación de vacíos, e , y grado de saturación, G_w .

Relación de Vacíos, Oquedad o Índice de Poros a la relación entre el volumen de los vacíos y el de los sólidos de un suelo

$$e = V_v / V_s$$



Grado de Saturación de un suelo es la relación entre su volumen de agua y el volumen de sus vacíos, (porcentual):

$$G_w = V_w/V_v$$

En relación al estudio del agua freática se estudió:

Determinación del potencial hidrógeno, Ph. del porcentaje de cloruros y del de sulfatos, Cl y So.

Con relación a estos estudios diremos solamente que en el caso del primero se busca conocer la acidez o alcalinidad del agua. En el caso de las dos pruebas restantes importa conocer la concentración de estas sustancias. Las conclusiones de estos estudios sirven para elegir el tipo de materiales o las precauciones que han de tomarse en el diseño y construcción de los elementos que están en contacto con dicha agua, en particular la cimentaciones.

1.1.2.1.5 Ensayes Mecánicos.

Posteriormente el programa entró en la fase de ensayos mecánicos estudiando el comportamiento de los materiales recuperados en forma inalterada (arcillas) así como en forma reconstruida (arenas) realizando los ensayos siguientes:

a) Compresión axial no confinada (compresión simple) q_u .

En esta prueba se mide la resistencia del suelo a partir de someter una muestra no confinada del mismo a esfuerzos axiales.

Esta prueba se realiza con. La función de resultados se construye a partir de poner el porcentaje de deformación unitaria en el eje de las abscisas y el esfuerzo axial en kg/m^2 en el eje de las ordenadas.



b) Compresión triaxial no consolidada no drenada, tipo UU.

Este ensaye se utiliza para evaluar los parámetros de resistencia de un suelo, cuando está sujeto a un campo uniforme de esfuerzos. Esta modalidad de la prueba triaxial, (esto es no consolidada y no drenada), se aplica a suelos saturados para medir la presión de poro.

c) Consolidación unidimensional, C_v , en odómetro.

El objetivo de esta prueba es determinar el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce en un espécimen de suelo confinado lateralmente y sujeto a una carga axial. Durante la prueba se aplica una serie de incrementos crecientes de carga axial y, por efecto de éstos, el agua tiende a salir del espécimen a través de piedras porosas colocadas en sus caras. El cambio de volumen se mide con un micrómetro montado en un puente fijo y conectado a la placa de carga sobre la piedra porosa superior.

d) Determinación el módulo de rigidez al corte, en una cámara de vibración torsional libre amortiguada. PVTL.

La prueba permite obtener el módulo de elasticidad μ en función de la distorsión angular γ y del esfuerzo de confinamiento $\bar{\sigma}_c$.

Con estos datos se construye una gráfica que relaciona el módulo de elasticidad μ en función de varios ensayos en los cuales se hace variar $\bar{\sigma}_c$. El valor de la rigidez dinámica del suelo μ se aplica a las ecuaciones sismo - dinámicas para la onda de superficie, las ondas de cuerpo irrotacional y de cortante.

1.1.2.1.6 Pruebas para el Diseño de Pavimentos.

Finalmente, con el objeto de definir las características de calidad de los materiales del sitio y provenientes de los bancos inspeccionados, así como establecer parámetros de soporte para el diseño de los pavimentos contemplados en las vialidades y losas de piso del proyecto se ejecutaron las siguientes pruebas:



a) Análisis granulométrico por mallas, G.

El objetivo es determinar la distribución de las partículas que forman el suelo en función del tamaño de las mismas, para con ello clasificar el suelo y tratar de correlacionar las características mecánicas e hidráulicas del mismo (en el caso de suelos gruesos).

b) Equivalente de arena, EA.

Esta prueba valúa en forma cualitativa la cantidad y la actividad de los finos que existen en la mezcla de partículas que constituyen el suelo que se va a utilizar. Se define como Equivalente de Arena:

LNSAn = Lectura en el nivel superior de arena

LNSAc = Lectura en el nivel superior de arcilla

$$E.A. = 100 \left(\frac{LNSAn}{LNSAc} \right)$$

c) Peso volumétrico seco máximo, PVSM.

Es el cociente del peso de la muestra a volumen de la misma para su condición seca y compacta.

d) Peso volumétrico seco suelto, PVSS.

Es el cociente del peso de la muestra a volumen de la misma para su condición seca y abundada.

e) Valor relativo de soporte estándar, VRSE.

El valor relativo de soporte (VRS) se obtiene de una prueba de penetración, en la que un vástago de 19.4 cm² (3") de área se hace penetrar en un espécimen de suelo a razón de 0.127 cm/min. (0.05 plg/min.); se mide la carga aplicada para penetraciones que varíen en 0.25 cm (0.1 plg). El Valor Relativo de Soporte del suelo se define como la relación, expresada como porcentaje, entre la



presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm (0 1 plg) y la presión requerida para tener la misma penetración en un material arbitrario, adoptado como patrón, que es una piedra triturada en la que se producen las presiones en el vástago.

f) Ensaye de compactación AASHTO Estándar (Proctor Standard).

Descripción y objetivo.- Es una prueba de compactación de tipo dinámico y se realiza con muestras alteradas y secadas al aire. Se busca conocer el contenido de agua que con la energía de compactación suministrada, proporcione el peso volumétrico máximo, para con ello correlacionar su aplicación en la obra.

g) Ensaye de AASHTO modificada al 95 %. o Proctor Modificado

Con respecto a la prueba estándar es diferente en que se modifican varias cosas: el número de golpes por capa siguen siendo los mismos 25, pero el número de capas es ahora de 5 en vez de tres; así mismo el pistón de compactación pasa de 2 5Kg a 4 5 Kg y la altura de caída varía de 30 5 cm (12") a 45.7 cm (18").

Con las modificaciones anteriores, se calcula una energía de compactación de 27 2 kg cm/cm³ (56,200 libras pie/pie³), en vez de 6 Kg cm/cm³ (12.300 lb pie/pie³)

h) Prueba Porter

Es una prueba de compactación estática sirve para encontrar las relaciones entre el peso volumétrico seco (PVS) y el contenido de agua (w) cuando a una muestra de suelo se le aplica una energía especificada en magnitud y forma de aplicación. De estas relaciones se define como contenido de agua óptimo (Wop) el que corresponde al peso volumetrico máximo (PVM)

i) Penetración Estándar.

El objetivo de esta prueba depende del tipo de suelo al que se aplique. En suelos puramente incohesivos (por ejemplo arenas) la prueba permite conocer, por medio de correlaciones la



compacidad de los mantos y el ángulo de fricción interna, ϕ . En arcillas permite conocer el valor de la resistencia a la compresión simple, q_u . Lo anterior se logra conociendo el número de golpes necesario para penetrar 30 cm en el suelo que se está ensayando. Adicionalmente esta prueba permite obtener muestras de suelo alteradas. En suelos puramente friccionantes, las correlaciones son bastante confiables, no así con las arcillas, en los cuales los valores q_u solamente da una idea gruesa de estos valores y no deben de ser usados para fines de proyecto.

1.1.2.1.7 Parámetros Para el Diseño de Pavimentos.

Para el diseño de los pavimentos, se obtuvieron los siguientes parámetros:

a) Módulo de Reacción.

El módulo de reacción, k :

$$k = p/A \quad [\text{kg/cm}^3]$$

Donde p es la presión que se aplica al suelo y A , la deformación correspondiente. En la práctica, el valor k , se obtiene de una prueba de placa. A la placa se le suministra presión por medio de gatos hidráulicos apoyados a un camión lastrado. La deformación que se genera al pavimento se mide por medio de micrómetros sujetos a barras que se apoyan fuera del área de influencia de las deformaciones. La carga se aplica lentamente a una velocidad de 0.005 cm/min. y en cada carga no se aplica más del 10% de la carga total que se considera la máxima a aplicar.

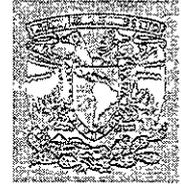
b) Módulo de Resistencia a la Tensión en Flexión.

Que se expresa como un esfuerzo y puede obtenerse experimentalmente probando una viga estándar, pero que con mayor frecuencia se valúa a partir de correlaciones con el valor f'_c , resistencia del concreto a la compresión simple tras 28 días de fraguado.

En general:

$$0.10 f'_c < MR < 0.17 f'_c$$

El valor de MR corresponde a la condición de ruptura; el valor correspondiente que aparece en los gráficos de diseño es el de trabajo, con un factor de seguridad comprendido entre 1.75 y 2, respecto al de ruptura.



1.1.1.2 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

1.1.1.2.1 Descripción General.

Topografía: El terreno seleccionado exhibe una topografía plana, con ligera pendiente hacia el sureste, definida ésta entre los niveles +2.0 a +3.5 m.

Niveles Originales: El nivel del terreno original se encontró definido al nivel +0.0 m, habiendo sido sobreelevado durante los trabajos de dragado efectuados para abrir el canal de navegación en 1982, a la cota +2.5 m. Este relleno de material indujo al subsuelo una sobrecarga uniforme que en el tiempo ha provocado hundimientos importantes en toda la zona.

Con base en los análisis realizados, la magnitud de dicho hundimiento será de 70.0 cm para el año 2015, de éstos a 1985 el proceso se había verificado en un 86%, es decir hundimientos del orden de 60.2 cm, esperando por ello un hundimiento adicional de 9.8 cm en el transcurso de los siguientes 20 años.

En el evento de sobreelevar los niveles de las terracerías actuales 1.0 m (Elevación +3.5 m), el proceso de hundimientos se reactivará en forma similar a lo observado en un predio vecino donde se ubica una bodega construida por Fertimex en 1992, donde los hundimientos acumulados a 1995 eran de 21.9 a 24.1 cm

Instalaciones de Proyecto: En relación con las instalaciones en proyecto, se puede mencionar que estas están compuestas por una serie de edificios y tanques con las características siguientes.

EDIFICIO/ESTRUCTURA (M2)	AREA (TON)	CARGA MAXIMA/PRESION (TON/M2)
1 Tanque efluentes TK-110	45.60	10.20
2 Tanque efluentes TK-120	45.6	10.20
3 Tanque c/ incendio TK-130	29.23	8.00
4 Fosa tratamiento/agua	40.0 x 30.0	
5 Fosa tratamiento/agua	22.0 x 30	
6 Edificio Mantenimiento	0.0 x 15.0	15.0/col



7. Edificio Oficinas / lab.	40.0 x 15	20.0/col.
8. Tanque Sílica TK-303a/b	16.40	7.90
9. Tq. Agua caliente TK-313	29.23	8.00
10. Tq. A/sulfúrico TK-301	16.40	4.20
11. Edificio Cuarto control	20.0 x 20.0	20.0/col.
12. Edificio Subestación	7.5 x 5.0	10.0/col
13. Cobertizo calderas	28.0 x 10.0	
14. Edificio Filtro prensa	30.0 x 20.0	-110.0 a 200 0/col.
15. Edificio Silos	15.0 x 15 0	- 66.1 a 284.0/col.
16. Edificio Almacén	55.1 x 55.1	- 51.0 a 26.0/col.
17. Rack de tuberías		
18 Edificio Spray dryer	12.4 x 25.6	30.0 a 70.0/col.
19. Chimenea Spray dryer	2.21	15.40
20. Tq. Spray dryer	16.40	7.90

La mayoría de los edificios en los que se desarrollará el proceso de fabricación de la Sílica fueron resueltos mediante marcos de acero estructural, debido a la altura y a las condiciones del terreno. Como ejemplo algunas estructuras tienen una altura cercana a los 40 metros de altura, por lo que este material es más conveniente para obtener estructuras ligeras, que se comportan mucho mejor ante eventos sísmicos y con el diseño adecuado también tienen buen comportamiento ante acciones de viento.

El resto de las edificaciones, mismas que albergan funciones de administración y servicios son cerrados y de escasa altura, por lo que fueron resueltos a base de marcos ortogonales de concreto reforzado.

Así mismo los tanques serán en todos los casos metálicos, del tipo API, con techo fijo, cilíndricos y con tapa.



1.1.1.2.2 Niveles de Proyecto.

Dado que durante la operación de la planta, todas las instalaciones se encontrarán interrelacionadas, se concluyó en la conveniencia de mantener los niveles actuales del terreno, a fin de no ocasionar hundimientos adicionales por concepto de terracerías.

En este sentido los trabajos de terracerías y pavimentos se limitarán a la nivelación del área de proyecto.

1.1.1.2.3 Estratigrafía.

Los suelos varía con mayor rapidez en dirección vertical que en dirección horizontal, de tal forma que son aproximadamente homogéneos a una misma profundidad, pero pueden ser bastante heterogéneos en sentido vertical. Se habla de la estratigrafía de un suelo porque su proceso de formación suele dar lugar a diferentes estratos o capas cuyas características y comportamiento pueden ser muy diferentes entre sí. Por todo lo anterior es indispensable conocer cualitativa y cuantitativamente dichos estratos si queremos conocer el comportamiento del sistema, esto es, del suelo en su conjunto.

Descripción: Con base en los trabajos de campo y laboratorio se pudo establecer con suficiente claridad las condiciones y características de la secuencia estratigráfica del terreno

En la figura 1 se presenta la distribución de los estudios realizados en campo

En base en los sondeos ejecutados se obtuvieron los cortes estratigráficos del subsuelo, cuyo promedio se presenta en la figura 2.

De acuerdo con esta información se puede concluir que la secuencia estratigráfica esta compuesta por cinco unidades geotécnicas básicas.

La unidad 1 esta formada por una arena fina a muy fina poco arcillosa, con fragmentos aislados de conchas y de coral, color café claro y gris verdoso claro, en estado medianamente compacto con una resistencia a la penetración de 16 golpes en promedio. El espesor de este material es de 2.50 m, siendo el resultado de los trabajos de dragado del canal de navegación.

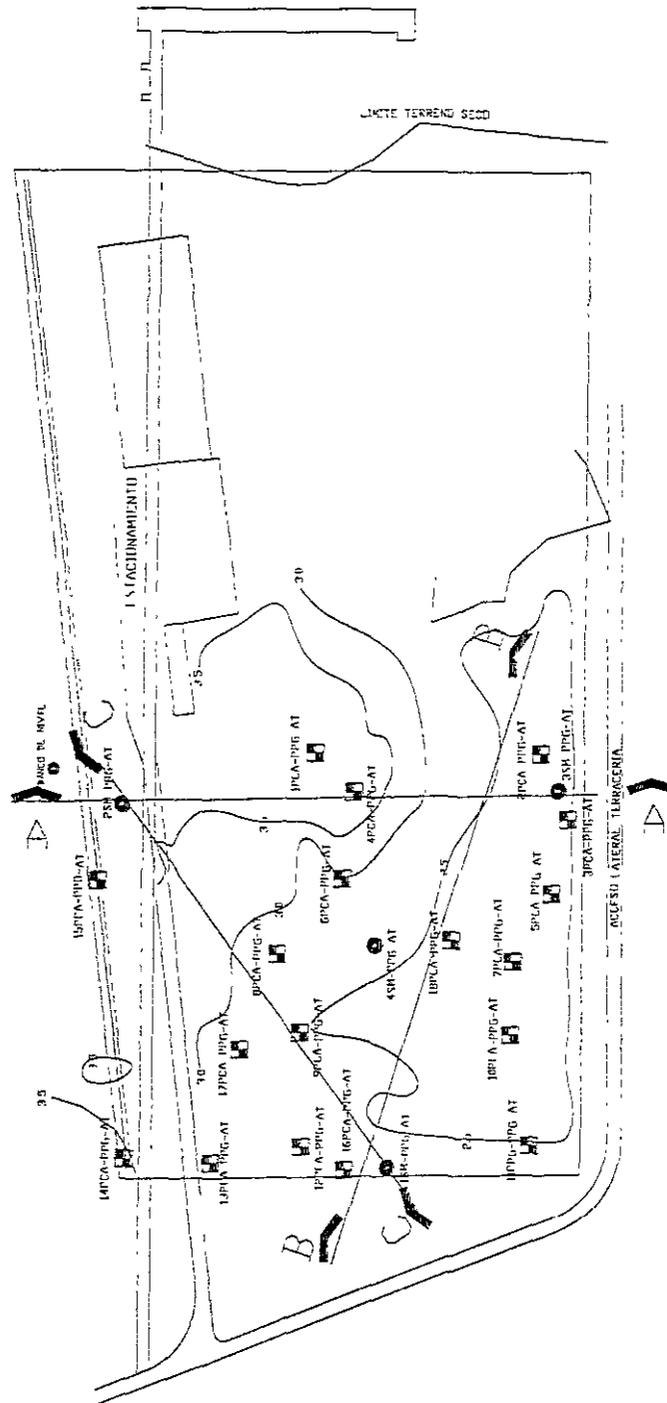


Figura 1. Arreglo general de las instalaciones del Proyecto de la Planta de Producción de Sílica y Localización de sondeos.

PROPIEDADES ELASTICAS, ESTATICAS Y DINAMICAS

DESCRIPCION	H	N	w	F	L _w	Pi	γ _w	σ _c	q _u	M _v	K _{vo}	φ	C	m _v	β	ζ	C _u	M _z	μ _z	E _o	G _a	μ _d	Ed	Gd
	m	golpes	%	%	%	%	Ton/m	Ton/m	Kg/cm ² /Kg	Kg/cm ² /Kg		grados	Kg/cm ² /Kg	-	-	-	cm ² /seg	cm/seg	-	Kg/cm	Kg/cm ²	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²
ARCILLA FINA A MEDIA, POCO APICULOSA, CAFÉ CLARO (RILFNO)	2.50	15	29.1	10.0	26.5	13.4	1.280	1.61	0.10	0.0600	0.600	28.0	0.00	0.0840	0.80	0.100		0.1170	0.30	10.5	4.04	0.40	448.0	160.0
ARCILLA FINA VERDESO CLARO CON AGREGACIONES DELGADAS DE MARGA Y CORCHILLAS DE ALTA CONSISTENCIA CON PRESENCIA BLANDA A MEDIA (CH)	6.00	4	51.0	9.2	9.0	64.4	1.654	4.16	0.23	0.0236	1.000	2.5	0.13	0.0230	4.07	0.320	0.0260	0.0296	0.43	42.4	14.82	0.48	159.8	54.0
ARCILLA MEDIO GRIS AZULO DE CONSISTENCIA FIRME (CH)	2.00	11	37.5	9.7	81.3	60.0	2.100	6.95	0.54	0.0136	2.136	3.0	0.30	0.0290	8.15	0.060	0.0100	0.0090	0.35	73.5	27.23	0.04	255.6	90.0
ARCILLA FINA APICULOSA, GRIS VERDESO COMPACTA (SC)	2.50	15	20.6	20.1	27.6	11.6	2.100	9.31	0.37	0.0015	0.200	22.0	0.10	0.0054	0.25	0.090		0.0037	0.32	222.2	84.17	0.38	1,075.4	390.0
ARCILLA FINA A MEDIO FINA APICULOSA VERDESO A MEDIO VERDESO EN ESTADO COMPACTO (SC)	1.50	>50	19.7	25.2	33.4	16.7	2.120	13.11	0.40	0.0012	0.125	32.0	0.00	0.0013	0.22	0.085		0.0018	0.30	250.0	96.10	0.36	1,085.0	400.0
ARCILLA FINA CAFÉ VERDESO, MUY MEDIO (CH)	1.00	>50	27.8	64.8	37.4	31.6	2.060	16.00	0.70	0.0014	0.100	10.0	1.00	0.0015	0.18	0.010		0.0021	0.31	200.0	76.33	0.35	685.6	254.3
ARCILLA FINA APICULOSA GRIS VERDESO MUY COMPACTA (SC)	3.00	>50	17.1	15.9	36.6	24.9	2.140	18.46	1.20	0.0020	0.100	38.0	0.00	0.0012	0.15	0.010		0.0017	0.30	500.0	192.30	0.36	1,224.0	450.0

D. G. G. G. G.

ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MECANICA DE SUELOS.

Fig. 2 Estratigrafía y Parámetros de Análisis en el Area de la Planta de Producción de Sílica. Altamira, Tamaulipas





Adicionalmente dentro de esta primera unidad se detectó la presencia del nivel de aguas freáticas, NAF, a una profundidad de 0.65 m (Elev. +1.85). Este nivel resulta muy alto para corresponder a un sitio ubicado muy próximo a la línea de costa,. Esta situación se explica en razón de la baja permeabilidad que presenta el material que le subyace, lo que implica que el agua infiltrada se mantenga almacenada dentro de esta primera unidad, deformando la línea de agua freática hacia arriba.

La unidad estratigráfica 2 esta compuesta por un potente estrato de arcilla gris verdosa con apreciable cantidad de láminas de arena fina y conchillas café claro, de naturaleza lacustre, con un espesor variable de entre 5.0 a 6.0 m. Su consistencia inicial es blanda a media, con 5 golpes de resistencia a la penetración estándar en promedio, así mismo su plasticidad es alta, exhibiendo una baja resistencia al esfuerzo cortante y una muy alta compresibilidad. Este material es en esencia el que limita las condiciones de cimentación y provoca los mayores hundimientos del terreno, al mantener una condición normalmente consolidada, en la cual ante cualquier nueva condición de carga a que se le someta experimentará un comportamiento viscoplástico importante. De acuerdo con lo anterior, dentro de los análisis de comportamiento de elementos profundos, se consideró que este material no participa en el desarrollo de fricción positiva sobre el fuste de los elementos que contribuya a incrementar el valor de la capacidad de carga, sino por el contrario induce una carga adicional por fricción negativa que reduce dicha capacidad de carga.

Subyace a continuación un estrato de arcilla poco arenosa de color gris verdoso (Unidad 3), mostrando características de plasticidad similares a los definidos en la unidad anterior, aunque en ésta se aprecia un sensible incremento en su consistencia inicial, pasando de media a firme, lo que se traduce en un aumento de su resistencia a la penetración, registrándose valores promedio de 14 golpes. Este material presenta un espesor de 1.50 a 3.50 m, con tendencia a aumentar hacia la colindancia Este del área de proyecto. Por otra parte, por lo que se refiere a los análisis de elementos profundos se estableció que a partir de esta Unidad se puede aceptar iniciar el desarrollo de fricción positiva para la evaluación del comportamiento de los cimientos.

Bajo la arcilla anterior se tiene la presencia de un estrato de arena arcillosa y/o arcilla arenosa gris verdosa claro (Unidad 4), de 4.50 a 5.50 m. de espesor, mostrando una compacidad densa a muy densa y una consistencia dura a muy dura, con una resistencia a la penetración de 36 golpes en



promedio. De acuerdo con los análisis realizados para resolver las cimentaciones de las estructuras en proyecto, a partir del nivel -9.0 m. los elementos de cimentación estudiados comienzan a tomar las cargas comunicadas por los edificios o tanques, dado que la fricción positiva que se desarrolla a partir del nivel -6.0 m. logra contraponerse a la fricción negativa desarrollada hasta ese mismo nivel.

Finalmente del nivel -11.0 a -12.5 m hasta la profundidad máxima explorada (nivel -28.0 m) se detectó un potente estrato de arena fina a muy fina arcillosa, estratificada con láminas de arcilla areno-limosa, de color gris verdoso con manchas café amarillentas, en estado muy compacto, con un valor de 50 golpes en forma consistente en la prueba de penetración estándar. Dentro de este material se propone desplantar la punta de los elementos de cimentación de la mayor parte de los edificios y tanques en proyecto, razón por la cual para lograr llevar estos elementos a dichos niveles se hace necesario realizar una perforación previa, hasta un (1.0) metro por arriba del nivel estipulado. En este sentido el diámetro de dichas perforaciones será de 1" (2.54 cm) menor que el diámetro equivalente de la sección seleccionada.

Estratigrafía de Cálculo. Con objeto de realizar el análisis de cimentaciones, se consideró necesario definir una estratigrafía de cálculo que permitiera generalizar los resultados obtenidos a toda el área. Como resultado de este requerimiento se formuló una estratigrafía que combina la información de los sondeos 1SM, 3SM, y 4SM, que son los que cubren el área de proyecto. En las figuras 2 y 3 se presenta tanto la estratigrafía de cálculo como la distribución de esfuerzos efectivos de esa secuencia estratigráfica.

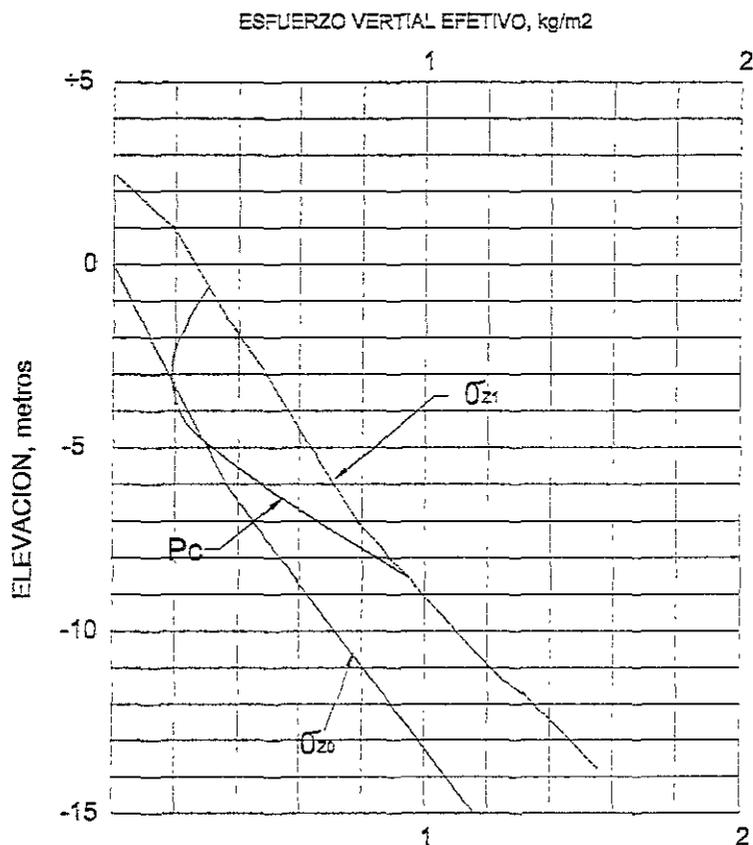


Figura 3.- Distribución del esfuerzo vertical total del subsuelo en el área de la Planta para la producción de Sílica en Altamira, Tamps.

1.1.1.2.4 Bancos de préstamo.

Un banco de préstamo es una mina de materiales pétreos cuyas características hidromecánicas cubren ciertos requisitos útiles para la construcción de estructuras de tierra tales como terraplenes de carreteras, superficies de rodamiento o presas.



Dichos bancos de préstamo deben su nombre al hecho de que muchas veces no es posible contar con suficientes materiales pétreos en el lugar mismo de la obra, o la calidad de los mismos no es la adecuada y hay que "tomar prestado" materiales que se encuentran en lugares diferentes, a veces cerca, a veces lejos, pero siempre a distancias económicas.

Con el propósito de contar con materiales de mejor calidad a los existentes en el sitio para la construcción de las vialidades, patio de maniobras, estacionamientos y losas de piso, se visitaron diversos bancos de préstamo en la región. De acuerdo con esta información se seleccionaron aquellos que reunieron las mejores características para ser utilizados en la conformación de estos pavimentos.

1.1.1.2.5 Química del Agua Freática.

El resultado de estos estudios es de interés debido a que de ello depende el tipo de concretos a utilizar, la viabilidad o no de utilizar el agua del lugar para la fabricación del concreto, el tipo de cimentaciones que se pueden utilizar y que cuidados se deben tener en el manejo de los materiales.

El agua corresponde al área donde se construyó la planta productora de Sílica.
Los resultados son los siguientes.

Muestra: Muestra del Sondeo 1SM-PPG-AT
Prof. 3 00 a 3 50 m

DETERMINACIONES	RESULTADOS
* Sulfatos	0.0147% (147 p.p.m)
* Cloruros	0 1349% (1349 p p.m)
* Ph	7 9



Muestra: Muestra de sondeo 2SM-PPG-AT.

Prof. 1.00 a 1.50 m

DETERMINACIONES	RESULTADOS
* Sulfatos	0.0113% (113 p.p.m)
* Cloruros	0.0390% (390 p.p.m)
* Ph	7.6

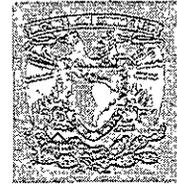
Muestra: Muestra de Sondeo 3SM-PPG-AT.

Prof. 4.00 a 4.50 m

DETERMINACIONES	RESULTADOS
* Sulfatos	0.0252% (252 p.p.m)
* Cloruros	1.3845% (13845 p.p.m)
* Ph	7.6

Límites Admisibles:

Grado relativo de Ataque al concreto	Porcentaje de sulfatos solubles en agua (SO4)	Cemento Recomendado en ppm
Insignificante	de 0 a 150	Tipo I
Evidente	de 150 a 1500	Tipo II



Considerable	de 1500 a 10000	Tipo V
Severo	Mayor de 10000	Tipo V + puzolana

Conclusiones: Con base en los resultados del análisis practicado se concluye que el terreno del área en proyecto presenta características físico - químicas inapropiadas para el concreto normal, por el alto contenido de sulfatos presentes. Se recomienda proceder con el empleo de cemento Tipo II para la construcción de las cimentaciones de los edificios.

1.1.2 INGENIERIA DE CIMENTACIONES

En esta sección se presentan los resultados del análisis efectuado para resolver las cimentaciones de los edificios y tanques que integran el Proyecto de la Planta de Sílica, que se ubicará en el Puerto Industrial de Altamira, Tamaulipas. El análisis se fundamenta en los resultados obtenidos durante los trabajos de campo y laboratorio, en la descripción estratigráfica y propiedades del subsuelo.

Pero antes de adentrarnos en nuestro caso, queremos presentar, a manera de introducción, la función estructural de las cimentaciones y la clasificación de las mismas

La subestructura o cimentación, constituye un elemento de transición entre la estructura propiamente dicha o superestructura, y el terreno en que se apoya. Su función es lograr que las fuerzas que se presentan en la base de la estructura se transmitan adecuadamente al suelo en que ésta se apoya.

La forma más común de clasificar las cimentaciones es en función de la profundidad de los estratos a los que se transmite la mayor parte de las cargas que provienen de la construcción. En estos términos, se subdividen en someras y profundas



Las cimentaciones someras son aquellas que se apoyan en estratos poco profundos que tienen suficiente capacidad para resistir las cargas de la estructura. En este grupo se encuentran las zapatas que son ensanchamientos de la sección de las columnas o muros con los que se distribuye la carga de estos en una área mayor de suelo. Las zapatas pueden ser aisladas (bajo una sola columna), combinadas (bajo dos o más columnas) o corridas (bajo un muro o una contratrabe).

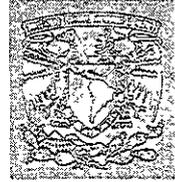
Otro tipo de cimentación somera está constituido por las losas de cimentación en las que el apoyo se realiza sobre toda el área de la construcción. Estas losas pueden ser planas (sin vigas) o con retículas de vigas (llamadas contratraves). En ocasiones la losa de cimentación, la losa de planta baja y las contratraves y muros de linderos forman cajones de cimentación que pueden llegar a profundidades relevantes y permiten aprovechar el peso del suelo excavado para compensar parcial o totalmente el peso de la construcción y aliviar así la presión neta en la superficie de contacto con el suelo.

Las cimentaciones profundas están constituidas esencialmente por pilotes que transmiten su carga por punta o por fricción y que se denominan pilas cuando su sección transversal es de gran tamaño. Los pilotes pueden colocarse bajo zapatas o bajo losas de cimentación y pueden combinarse con éstas de manera que la carga se resista en parte por apoyo somero y en parte por apoyo profundo.

Características del Proyecto

El proyecto se desarrollará sobre una superficie de 2 has, ocupando la esquina sureste (SE) del predio ocupado anteriormente por la empresa Fertimex. En la Fig. 4 se presenta un arreglo de las instalaciones de este proyecto pudiendo apreciarse que éste comprende la construcción de las estructuras referidas en la tabla que aparece en la sección II en el punto denominado "Instalaciones de Proyecto".

Por lo que respecta a los edificios, estos serán resueltos en la mayoría de los casos mediante estructuras formadas por marcos metálicos en dos direcciones, excepto las de los edificios de mantenimiento (6) y Subestación eléctrica (12), en los cuales se emplearán marcos de concreto reforzado. Así mismo, en relación a los tanques, estos serán metálicos, del tipo API con techo fijo.



Todos estos edificios mantendrán una interacción permanente durante su operación, motivo por el cual su nivel de piso terminado (NPT) deberá mantenerse constante en toda el área. En este sentido dicho nivel fue definido por el nivel actual que en promedio presenta esta área del terreno (Elev. +2.50 m), con objeto de no ocasionar hundimientos por concepto de la sobrecarga que las terracerías inducirán en el subsuelo. De esta forma también los movimientos de tierra se verán minimizados, con un impacto económico favorable. Por lo anterior los trabajos de terracerías y pavimentos se limitarán a la construcción de las vialidades, patio de maniobras, estacionamientos y a las losas de piso de los edificios en proyecto.

Parámetros de Diseño

Los parámetros de resistencia y compresibilidad tomados para representar las propiedades de esta secuencia estratigráfica fueron seleccionados de los ensayos de laboratorio efectuados, tomando los valores más bajos o en su defecto, a partir de correlaciones experimentales entre el ángulo de fricción interna y/o cohesión de los materiales arenosos y el valor promedio de la resistencia a la penetración estándar, N , registrada durante la ejecución de los sondeos. Como resultado de lo antes mencionado las Fig. 2, contiene la estratigrafía y parámetros de los análisis empleados, así como la distribución del esfuerzo vertical efectivo dentro de esta secuencia estratigráfica.

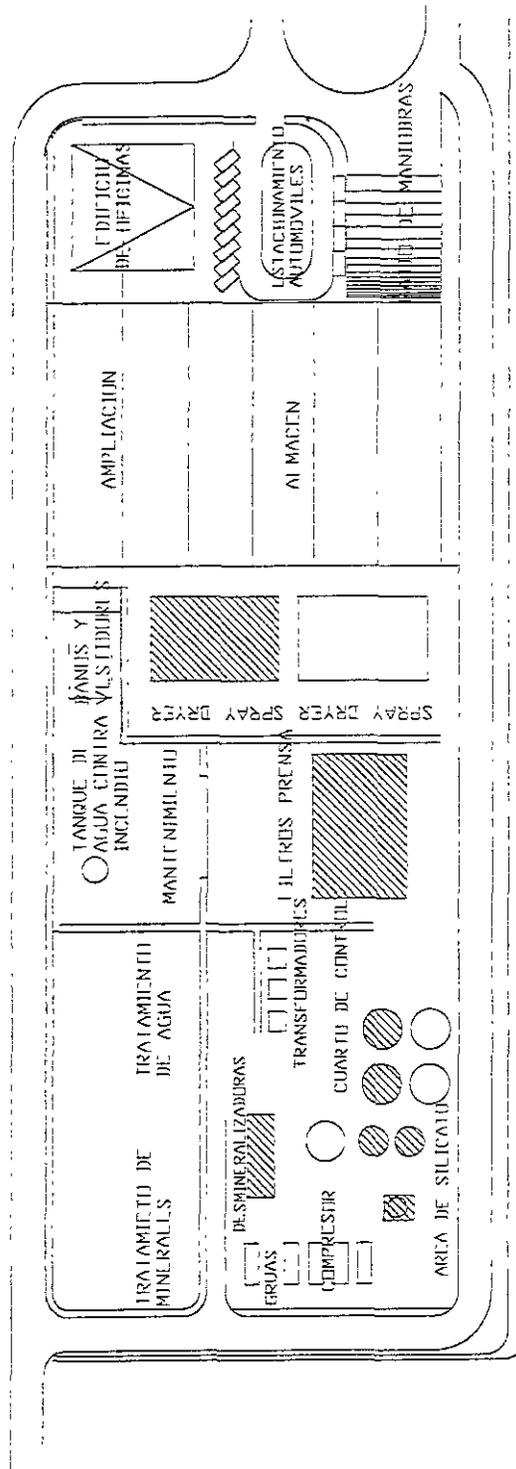


Figura 4. Arreglo de las Instalaciones de la Planta de Producción de Sílica en Altamira, Tamps.



Selección del Tipo de Cimentación

Tomando en consideración tanto las características de proyecto, la estratigrafía del terreno (Fig 2), así como la práctica de ingeniería de cimentaciones en la zona, se concluyó que las cimentaciones mas apropiadas para resolver este proyecto son de tipo profundo, a base de pilotes de concreto prefabricados, de sección cuadrada hincados a golpes con auxilio de una perforación previa, realizada ésta hasta un metro por arriba del nivel de desplante. Con esta finalidad se analizaron pilotes de 0.40 y 0.45 m por lado, apoyados a una profundidad variable entre las cotas -9.0 a -13.0 m con respecto al nivel medio del mar, a fin de decidir posteriormente la conveniencia de alojar la punta de los mismos en la Unidad Geotécnica 4 o 5 (arena arcillosa de compacidad media (4) a densa (5)).

Previamente a esta elección se efectuó un análisis para determinar la factibilidad de resolver algunas estructuras por superficie, empleando zapatas aisladas o corridas con un ancho no mayor a 2.0 m a fin de reducir los hundimientos a valores aceptables. En este sentido cabe señalar que el nivel de agua freática, NAF, obliga a niveles de desplante no mayores de 0.50 m a efecto de no complicar su ejecución en obra.

Adicionalmente hubo necesidad también de evaluar los hundimientos generados por el material de relleno colocado durante el dragado del canal de navegación. Lo anterior con el propósito de determinar por una parte, cual sería su evolución a partir de este momento, y por la otra estimar su comportamiento para el caso de requerir sobre elevar el nivel de terracerías a la elevación +3.50 m

Coefficiente Sísmico

Con objeto de establecer el coeficiente sísmico básico, C_s , que habrá de adoptarse para el diseño estructural de las edificaciones e instalaciones de la Planta de acuerdo con la Carta Sismológica de la República Mexicana (Ref 6), el Puerto de Altamira se localiza en la subregión A, caracterizada por la ocurrencia de sismos poco frecuentes de intensidad baja a intermedia, se procedió en primer lugar a determinar los parámetros dinámicos de la secuencia estratigráfica a efecto de poder definir el perfil característico del terreno y con base en ello obtener el valor del coeficiente sísmico antes indicado



De acuerdo con los módulos de rigidez al corte y/o velocidades de propagación de las ondas de corte, el terreno se ajusta al perfil tipo III, lo que significa que el coeficiente sísmico, C_s , adopte un valor de 0.20 g.

1.1.2.1 Cimentaciones Superficiales

De acuerdo con las características del proyecto, a los parámetros del subsuelo y al tipo de solución previsto, el análisis se llevó a cabo considerando una profundidad de desplante de 0.50 m, respecto al nivel de piso de las terrazas (NPT = +2.50 m), a efecto de apoyarse sobre la arena poco arcillosa de la Unidad 1. En lo que sigue se presentan los criterios y resultados obtenidos.

Capacidad de Carga.

La capacidad de carga admisible del terreno se obtuvo bajo condiciones de carga de servicio (estática) y de falla general (accidental).

La capacidad de carga última, para el caso de elementos desplantados sobre el terreno superficial (zapatas y/o losas de piso), se calculó conforme al procedimiento del Dr. L. Zeevaert, según el cual dicha capacidad de carga última, q_{ult} , se puede obtener considerando la forma del cimiento, la capacidad de carga última del terreno al nivel de desplante, la cohesión aparente del subsuelo bajo el nivel de desplante del cimiento, el ángulo de fricción interna, el esfuerzo vertical efectivo del terreno a nivel de desplante y la densidad relativa del material de apoyo.

La capacidad de carga admisible resultó de afectar el valor de la capacidad de carga última por un factor de seguridad de 3. En el caso de acciones accidentales, dicha capacidad observa un incremento del 30%.

Con la aplicación de este criterio de análisis se generaron los resultados que se presentan en la Tabla 1, concluyéndose de la misma que la capacidad admisible para el caso de zapatas aisladas es igual a 3.80 ton/m² en condiciones estáticas y de 4.90 ton/m² en condiciones accidentales. Para el caso de zapatas corridas dicha capacidad de carga resulta de 3.40 y 4.40 ton/m² respectivamente. Asimismo en el caso de losas de forma cuadrada, con ancho de 20 m, la



capacidad de carga resulta de 3.33 y 4.33 ton/m², respectivamente; mientras que en el caso de losas circulares (tanques) dicha capacidad es de tan solo 2.40 y 3.2 ton/m².

Hundimientos.

La magnitud de los hundimientos bajo las cimentaciones superficiales estudiadas se generaron mayormente en el tiempo, en razón del proceso de consolidación al

que se ve sometida la Unidad 2. El análisis se realizó en una primera fase para determinar la evolución de los hundimientos generados por el relleno de material colocado durante el dragado del canal de navegación y su influencia a partir de este momento en el comportamiento general de las estructuras de la Planta. Así mismo, se evaluaron los hundimientos que se generarían si se elevara el terreno a la cota +3.50 m, es decir un metro por arriba del nivel actual. Finalmente se evaluaron los hundimientos adicionales originados por las cimentaciones de las estructuras considerando que la presión neta de contacto cimentación - suelo es igual a la capacidad de carga admisible.

Para evaluar el hundimiento total en el tiempo se siguió el criterio del Dr. Zeevaert, Ref. 6, para el cual la magnitud del hundimiento en el tiempo, depende del coeficiente equivalente de compresibilidad en el mismo tiempo, del incremento del esfuerzo vertical debido a la compresión o de compresión del estrato que se analiza, de la profundidad de desplante, y del espesor total del estrato que se analiza.

Asimismo se asumió en el caso del relleno colocado que éste fue colocado hace 15 años (1982), razón por la cual la aplicación de la sobrecarga en el tiempo adoptó una distribución rectangular. En este caso con el objeto de determinar la magnitud del hundimiento, el análisis consideró un período de 33 años, es decir 20 años más a partir de 1995. Por otra parte, en el caso del análisis para evaluar los hundimientos causados por una sobrecarga adicional, por concepto de los probables trabajos de terracerías para sobreelevar el nivel del terreno a la cota +3.50 m, o bien el generado por las cimentaciones, el período de análisis se limitó a 20 años.

Por otro lado, dado que el desplante de las estructuras se fijó a una profundidad no mayor de 0.50 m, el hundimiento esperado se llevará a cabo básicamente por compresión del terreno.



Para determinar el coeficiente de compresibilidad equivalente se requiere conocer el coeficiente de compresibilidad volumétrica unitaria para la compresión primaria, el módulo de Poisson, el módulo de deformación elastoplástica, obtenido de los ensayos de módulo de deformabilidad en compresión triaxial, el factor adimensional que define el fenómeno viscoso intergranular (compresión secundaria), en términos a la compresión primaria, el grado de consolidación primaria y el tiempo en que ocurre el evento.

Los resultados de este análisis se presentan en la Fig. 5 para el caso de los hundimientos previstos por el relleno colocado y el que probablemente se requiera para sobreelevar el nivel actual del terreno. Los hundimientos adicionales provocados por la cimentaciones estudiadas se presentan en la tabla 1.

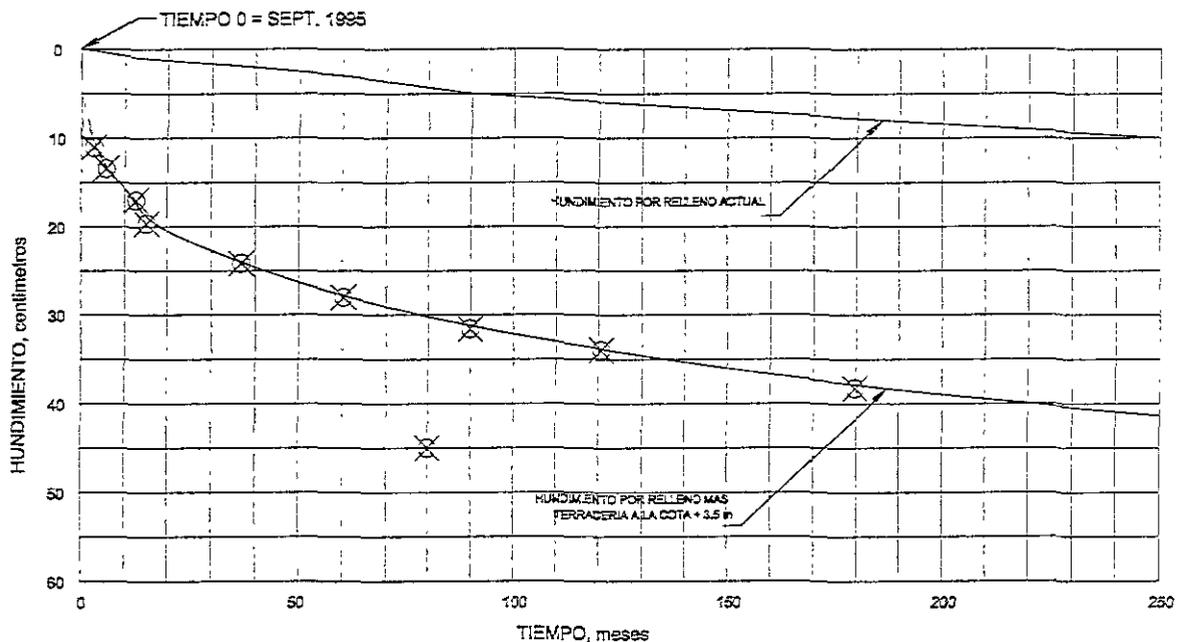


Figura 5. Evolución del hundimiento generado por el relleno en el área de la Planta de Sílica en Altamira, Tamps.

De acuerdo con estos resultados, el hundimiento generado por el relleno colocado en 1982, resulta de 70.0 cm para el año 2015, de este a 1995 se había verificado el 86%, esperando que en los



ELEMENTO	D_f m	A m^2	Q_{ade} ton/ m^2	Q_{ada} ton/ m^2	δ_e cm	$\Delta\delta_a$ cm	$\delta_e + \Delta\delta_a$ cm
ZAPATA AISLADA							
1.00 x 1.00	0.50	1.00	3.80	4.90	3.60	0.02	3.62
1.50 x 1.50	0.50	2.25	3.80	4.90	4.51	0.02	4.53
2.00 x 2.00	0.50	4.00	3.80	4.90	5.80	0.03	5.83
ZAPATA CORRIDA							
1.00 x 54.00	0.50	54.00	3.40	4.40	4.80	0.05	4.85
1.25 x 54.00	0.50	67.50	3.40	4.40	6.00	0.06	6.06
1.5 x 54.00	0.50	81.00	3.40	4.40	7.20	0.07	7.27
LOSA DE PISO							
20.00 x 20.00	0.50	400.00	3.33	4.33	38.40	0.13	38.53
4.60 m	0.50	16.62	2.40	3.20	26.50	0.08	26.58
6.10 m	0.50	29.22	2.40	3.20	29.84	0.10	29.94
7.00 m	0.50	46.57	2.40	3.20	34.45	0.11	34.56

Definición de
parametros.

D_f	Profundidad de desplante
A	Area de contacto cimiento- suelo
Q_{ade}	Capacidad de carga admisible bajo carga servicio
Q_{ada}	Capacidad de carga admisible bajo carga accidental
δ_e	Hundimiento total bajo cargas de servicio
$\Delta\delta_a$	Incremento del hundimiento durante un evento sismico
$\delta_e + \Delta\delta_a$	Hundimiento total máximo

Tabla 1. Resumen de la capacidad de carga admisible y hundimientos del terreno bajo los elementos de cimentación superficial. Proyecto Planta de Producción de Sílica, en Altamira Tamaulipas.



siguientes 20 años se generen todavía 9.8 cm más. Así mismo, en el caso de sobrecargar el terreno con un metro de material adicional, los hundimientos se reactivarán en forma similar a lo observado en el área donde se ubica la bodega construida por Fertimex en 1992, donde los hundimientos cinco años más tarde resultan de 21.9 a 24.1 cm y a futuro de 32.0 a 41.8 cm.

En el caso de las zapatas, los hundimientos previstos son del orden de 3.6 a 5.8 cm para el caso de zapatas aisladas con ancho no mayor de 1.50 m, de 4.8 a 7.2 cm para el caso de zapatas corridas con un ancho similar a las aisladas; mientras que en el caso de las losas, el hundimiento resultó en el intervalo de 26.5 a 38.4 cm. En todos los casos la presión de contacto de la cimentación, corresponde a la capacidad de carga admisible del terreno.

1.1.2.2 Cimentaciones Profundas.

Dado que la magnitud de cargas que comunican las estructuras de la Planta de Sílica son en la mayoría de los casos, superiores al valor de capacidad de carga admisible del terreno superficial, se requirió analizar elementos de cimentación profundos, que permitieran resolver las estructuras en forma adecuada, minimizando los hundimientos a valores muy pequeños.

Tomando en cuenta lo anterior, en esta sección se analiza el comportamiento de elementos profundos, a base de pilotes de concreto de sección cuadrada, hincados en el terreno con auxilio de una perforación previa; en todos los casos se consideró que estos elementos trabajarán por punta y fricción, ya que quedarán apoyados en la arena arcillosa que constituyen las unidades 4 y 5.

Capacidad de Carga en Compresión.

Atendiendo a la práctica de cimentaciones en la zona, se analizaron exclusivamente pilotes de 0.40 y 0.45 m por lado. Así mismo dadas las condiciones del terreno, los pilotes trabajarán tanto por punta como por fricción positiva a partir del nivel -6.0 m; entre las cotas 0.0 a la -6.0 m, el terreno se encuentra sometido a un proceso de consolidación que inducirá en los pilotes el desarrollo de fricción negativa.



Se determinó la capacidad de carga última de los pilotes trabajando por punta.

Al igual que para el caso de las cimentaciones superficiales, la capacidad de carga admisible de los pilotes trabajando por punta y por fricción se obtuvo dividiendo a la capacidad de carga última por un factor de seguridad igual a 3; se obtuvo además una capacidad de carga efectiva, restando a la capacidad de carga admisible el peso propio del elemento de cimentación y la fricción negativa; finalmente se obtuvo una capacidad de carga efectiva ante acciones eventuales multiplicando al factor anterior por un coeficiente de 1.3.

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 2 y 3, para una profundidad de apoyo variable entre las elevaciones -9 a -13 m, considerando en la primera de ellas que el terreno se mantiene al nivel actual (+2.50 m) y en la segunda que dicho nivel finalmente es sobreelevado a la cota +3.50 m.

Fricción Negativa.

Este fenómeno consiste en lo siguiente: Los pilotes de punta, o mixtos como en nuestro caso, apoyados en un estrato no consolidable y resistente permanecen comparativamente fijos, respecto a los suelos blandos que tendieran a bajar a lo largo de su fuste. Esta tendencia induce esfuerzos de fricción en el fuste de los pilotes que, por ser en sentido descendente, sobrecarga a éstos al colgarse materialmente de los pilotes.

Las consecuencias de este fenómeno son que el esfuerzo que el suelo induce al pilote, si esto no se considera en el diseño, puede llegar a producir el colapso del pilote por penetración en el estrato resistente. Otra consecuencia es que la estructura apoyada en los pilotes que trabajan por punta (aún los mixtos), parece emerger sobre la superficie del terreno. Desde luego este fenómeno es negativo porque consume una buena parte de la capacidad de carga del pilote, que está soportando al suelo circunvecino y no carga útil.

Para calcular la fricción negativa hay que tomar en cuenta el valor del producto de la adherencia entre el pilote y el suelo multiplicada por el área lateral de éste. En la práctica el valor de la adherencia suele tomarse igual al de la cohesión del suelo.



El Dr. L. Zeevaert ha hecho notar una consecuencia adicional de los efectos de la fricción negativa cuya importancia práctica quizá es mayor de lo que a primera vista pudiera pensarse. Este efecto consiste en lo siguiente: al colgarse el suelo del pilote por fricción negativa, parte del peso que gravitaba en la zona de la punta del pilote sobre el estrato resistente se ha aliviado; si el estrato resistente es de naturaleza friccionante, esta disminución de la resistencia al esfuerzo cortante y de la capacidad de carga propicia la penetración del pilote en el estrato de apoyo.

Se hizo la consideración de que la fricción negativa se desarrollará únicamente en el tramo del pilote que quedara embebido en la unidad 2 (arcilla poco arenosa).

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 2 y 3.

Capacidad de Carga por Fricción Positiva.

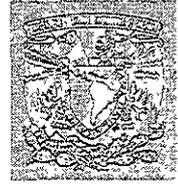
Para el presente proyecto se estima que los elementos profundos de cimentación contribuirán a la capacidad de carga efectiva con la fricción que puedan desarrollar éstos en su perímetro con el material circundante, pero en menor escala que trabajando por punta. También es posible que los elementos profundos de cimentación tengan como una condición extraordinaria de trabajo la de resistir exclusivamente por fricción acciones eventuales originadas por viento o sismo. Se revisó la capacidad de carga de los pilotes trabajando por fricción; también en este caso, el análisis se realiza considerando los mismos elementos que se analizaron en cuanto a capacidad de carga por punta, es decir, los pilotes de 0.40 y 0.45 m por lado. La capacidad de carga última por fricción, Q_{fu} se obtuvo como:

$$Q_{fu} = f_u \cdot A_p$$

en donde:

f_u = fricción unitaria desarrollada en el fuste del pilote,
en ton/m²

A_p = área perimetral del pilote, en m²



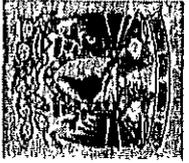
La capacidad de carga admisible en el trabajo por fricción se obtuvo dividiendo a la capacidad de carga última por un factor de seguridad, que para el presente caso se consideró igual a 2. Para obtener la capacidad de carga efectiva del pilote, a la capacidad de carga admisible por punta se le sumó la capacidad de carga admisible por fricción, y en su caso se le restó la fricción negativa que puede presentarse debido al estrato arcilloso.

Los resultados obtenidos en el análisis de pilotes trabajando por fricción se presentan en las Tablas 2 y 3.

Capacidad de Carga en Tensión.

De acuerdo a lo mencionado en la subsección anterior, el procedimiento para obtener la capacidad de carga efectiva de los pilotes en su trabajo a tensión resulta ligeramente distinto al mencionado anteriormente, ya que se requiere agregar a la capacidad de carga admisible de los pilotes, el peso propio del elemento de cimentación, en la condición que se encuentre, ya sea sumergido o en su condición parcialmente saturada, lo anterior proporciona la capacidad de carga efectiva en el trabajo a tensión de los pilotes.

Los resultados obtenidos en el análisis de pilotes trabajando a tensión se presenta en las Tablas 2 y 3.



SECCION PILOTE	D_f m	W_p Ton	Q_{NF} Ton	Q_{up} Ton	Q_{uf} Ton	Q_{nde} Ton	Q_{nda} Ton	Q_{nda} Ton	S_e cm	S_a cm	K_{pe} cm	K_{pa} cm
Pilote de concreto de 0.40 m por lado	-9.00	4.42	13.41	26.60	13.60	-	-	13.49	1.072	1.138	-	-
	-11.00	5.18	13.41	52.20	26.33	11.97	15.56	22.73	0.904	1.046	1,324.10	1,487.60
	-12.00	5.57	13.41	57.45	33.86	17.10	22.23	28.14	0.869	1.029	1,967.80	2,160.30
	-13.00	5.95	13.41	61.80	42.22	22.35	29.06	34.10	0.800	0.976	2,793.70	2,977.40
Pilote de concreto de 0.45 m por lado	-9.00	5.60	15.21	33.80	15.18	-	-	15.72	1.204	1.279	-	-
	-11.00	6.58	15.21	66.20	29.31	14.93	19.41	26.12	1.007	1.165	1,482.60	1,666.10
	-12.00	7.06	15.21	72.88	37.66	20.85	27.11	32.17	0.960	1.136	2,171.80	2,386.40
	-13.00	7.55	15.21	78.41	46.88	26.82	34.87	38.80	0.876	1.070	3,061.60	3,258.90

DEFINICION DE PARAMETROS:

- D_f = Profundidad de apoyo del pilote
- W_p = Peso del pilote
- Q_{NF} = Fuerza de fricción negativa sobre el fuste del pilote
- Q_{up} = Capacidad de carga última en la punta del pilote
- Q_{uf} = Capacidad de carga última por fricción positiva en el fuste del pilote
- Q_{nde} = Capacidad de carga admisible de compresión estática sobre la cabeza del pilote
- Q_{nda} = Capacidad de carga admisible de compresión accidental sobre la cabeza del pilote
- Q_{nda} = Capacidad de carga admisible en tensión sobre la cabeza del pilote
- S_e = Hundimiento esperado bajo la carga estática
- S_a = Hundimiento esperado bajo la carga accidental
- K_{pe} = Módulo de reacción vertical bajo carga estática
- K_{pa} = Módulo de reacción vertical bajo carga accidental

Tabla 2. Resumen del análisis de capacidad de carga y hundimientos de pilotes para las cimentaciones de las estructuras de la Planta de Silca en Altamira, Tamaulipas (CONDICION # 1.- Nivel de Terracerías a la +2.50 m)

SECCION PILOTE	D _f m	W _p Ton	Q _{NF} Ton	Q _{up} Ton	Q _{uf} Ton	Q _{ade} Ton	Q _{ada} Ton	Q _{adt} Ton	S _e cm	S _a cm	K _{pe} cm	K _{pa} cm
Pilote de concreto de 0.40 m por lado	-9.00	4.80	18.24	26.60	14.99	-	-	14.79	1.072	1.138	-	-
	-11.00	5.57	18.24	52.20	31.08	9.13	11.87	26.29	0.892	1.031	1,023.50	1,151.30
	-12.00	5.95	18.24	57.45	39.60	14.76	19.19	32.35	0.861	1.019	1,714.20	1,883.20
	-13.00	6.34	18.24	61.80	48.96	20.50	26.65	38.98	0.797	0.973	2,572.10	2,738.90
Pilote de concreto de 0.45 m por lado	-9.00	6.09	20.69	33.80	18.24	-	-	18.25	1.204	1.279	-	-
	-11.00	7.06	20.69	66.20	34.60	11.61	15.09	30.13	1.012	1.167	1,147.20	1,293.00
	-12.00	7.55	20.69	72.88	44.04	18.07	23.49	36.91	0.979	1.153	1,845.70	2,037.20
	-13.00	8.04	20.69	78.41	54.37	24.60	31.98	44.29	0.910	1.103	2,703.30	2,899.40

DEFINICION DE PARAMETROS:

- D_f = Profundidad de apoyo del pilote
- W_p = Peso del pilote
- Q_{NF} = Fuerza de fricción negativa sobre el fuste del pilote
- Q_{up} = Capacidad de carga última en la punta del pilote
- Q_{uf} = Capacidad de carga última por fricción positiva en el fuste del pilote
- Q_{ade} = Capacidad de carga admisible de compresión estática sobre la cabeza del pilote
- Q_{ada} = Capacidad de carga admisible de compresión accidental sobre la cabeza del pilote
- Q_{adt} = Capacidad de carga admisible en tensión sobre la cabeza del pilote
- S_e = Hundimiento esperado bajo la carga estática
- S_a = Hundimiento esperado bajo la carga accidental
- K_{pe} = Módulo de reacción vertical bajo carga estática
- K_{pa} = Módulo de reacción vertical bajo carga accidental

Tabla 3. Resumen del análisis de capacidad de carga y hundimientos de pilotes para las cimentaciones de las estructuras de la Planta de Sílica en Altamira, Tamaulipas (CONDICION # 2.- Nivel de Terracerías a la +3.50 m)





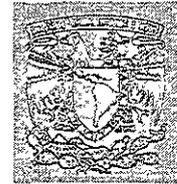
1.1.2.2 Arreglos Propuestos para las Cimentaciones.

Con base en los resultados de los análisis previamente mencionados en las subsecciones anteriores, las cimentaciones de los edificios e instalaciones que constituyen el proyecto deberán ser resueltas mediante elementos profundos de cimentación, a base de pilotes de concreto prefabricado de sección cuadrada, hincados a golpes mediante martinete Delmag D-36 o equivalente. En este sentido atendiendo a los valores de capacidad de carga admisible que se obtienen con los pilotes de 0.40 m por lado, se pudo concluir que estos ofrecen suficiente capacidad de carga si son hincados hasta el nivel -13.0 m (15.0 m de longitud total), dentro de la unidad estratigráfica 5 (arena arcillosa muy compacta). Por otra parte en el caso de pilotes de 0.45 m por lado, se obtiene un incremento del 20% en el valor de capacidad de carga respecto al que se tiene con los pilotes de 0.40 m. Este incremento pudiera verse en términos de una reducción en el número de elementos requeridos para recibir un edificio; sin embargo dicha reducción es solo aparente, dado que las cargas que comunican las columnas de la mayor parte de los edificios es posible tomarla con un solo elemento, bien sea éste de 0.40 o 0.45 m por lado. Es decir, la diferencia en el número de pilotes al cambiar de sección es mínimo.

1.1.2.4 Empuje Horizontal del Suelo.

Para este proyecto se evaluó la magnitud de los empujes que podrían actuar contra las paredes de los cárcamos de bombeo programados dentro de las diferentes áreas del proyecto. En este sentido la profundidad de estas obras se consideró de 2.0 m.

Para determinar la magnitud de estos empujes se estimó que el terreno por contener debía mantener una condición en reposo, dado que su ubicación se encuentra asociada a las plataformas de los equipos o naves de proceso sobre el cual se desarrollará el proyecto. Por tal razón el coeficiente de empuje horizontal del suelo, K_0 , adoptó un valor de 0.5. Así mismo se supuso que sobre la superficie del terreno obrará una sobrecarga uniforme de 1.5 ton/m², por otra parte, para determinar el incremento del empuje durante un evento sísmico se asumió que el coeficiente sísmico básico, C_s , es igual a 0.20 g.



De acuerdo con las consideraciones antes mencionadas, el análisis se llevó a cabo atendiendo a las condiciones estratigráficas que se presentan en la Fig. 2, haciendo variar la altura del muro entre 1.0 y 2.0 m.

Como resultado del análisis, la Fig. 6 presenta las distribuciones de presión que se desarrollarán sobre los muros, así como la magnitud y punto de aplicación del empuje en condiciones estáticas y accidentales.

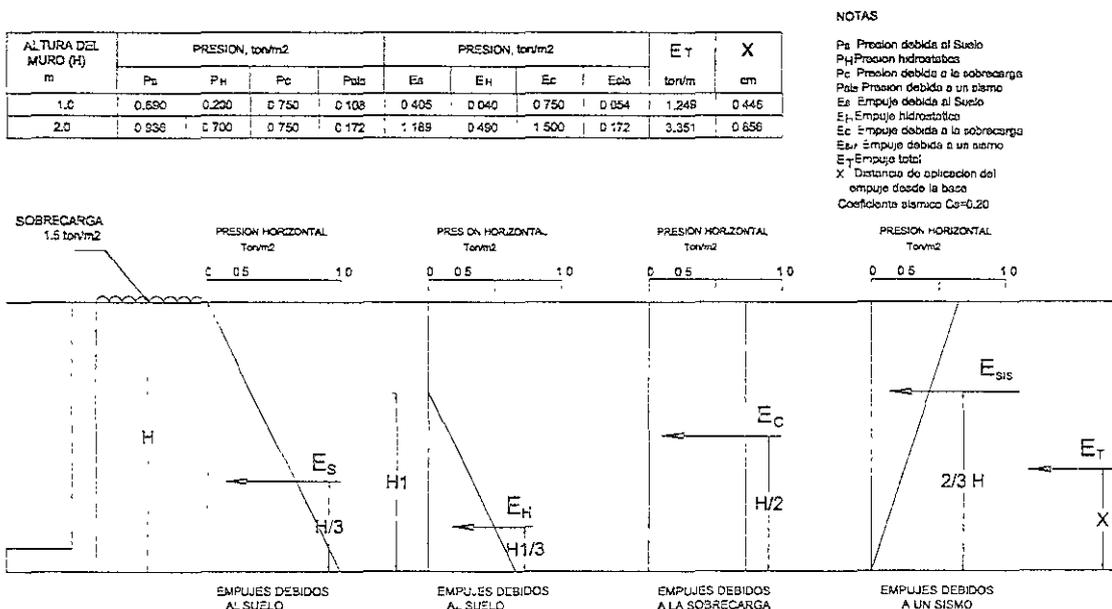
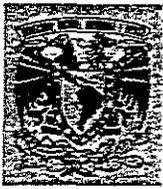


Figura 6. Distribución del empuje horizontal del terreno contra cárcamos de bombeo contemplados en el proyecto de la Planta para Producción de Sílica en Altamira, Tamps.

1.1.2.5 Estabilidad de Excavaciones.

Con el propósito de evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones programadas para alojar las cimentaciones y muros de los cárcamos se efectuó un análisis que permitiera establecer



la pendiente que deberán adoptar los taludes temporales para mantenerse estables por el tiempo que duren los trabajos de terracerías y cimentaciones.

Tomando en cuenta las condiciones estratigráficas del sitio, el análisis de la estabilidad se efectuó considerando una sobrecarga uniforme de 1.5 ton/m² sobre el nivel del piso terminado de las terracerías.

Los resultados de este análisis indican que las excavaciones se mantendrán estables si se conserva un talud con pendiente 1.5: 1.0. De esta manera el factor de seguridad para un corte de 2.0 de profundidad resulta de 1.35, el cual se considera aceptable si la excavación no permanece abierta por más de 4 semanas; en el evento de no poder satisfacer este lapso de tiempo se recomienda adoptar un talud con pendiente 2.0: 1.0 para conservar por más tiempo las condiciones de estabilidad de las excavaciones.

1.1.3 INGENIERÍA DE PAVIMENTOS.

El proyecto de la planta de producción de Sílica en el puerto industrial de Altamira, Tamps. Incluye vialidades principales, área de estacionamiento y patio de maniobras. Se propuso utilizar pavimento de tipo rígido para el patio de maniobras y de tipo flexible para la vialidad principal y para el área de estacionamiento. Por las vialidades del proyecto se tendrá la circulación de vehículos pesados para el suministro de las materias primas requeridas para la operación de la planta así como para la exportación del producto fabricado. Además se tendrá la circulación de vehículos pequeños, como automóviles y camiones ligeros.

También se diseñó el piso del almacén a base de una losa de concreto, para la cual se hace un análisis particular.

1.1.3.1 Pavimentos Rígidos.

Tránsito de Diseño. Para el patio de maniobras se especificó un tránsito promedio diario anual de 3 tractocamiones T3-S3. (21,000 repeticiones en 20 años).



El peso total del tractocamión con denominación T3-S3 se reparte en tres ejes, siendo el delantero un eje sencillo de 5.5 ton de peso, un eje intermedio en tandem de 18.0 ton de peso y un eje trasero triple de 22.5 ton de peso total.

Criterio de Diseño. Los espesores de los pavimentos de diseño se obtuvieron utilizando los criterios de la Portland Cement Association (PCA), referencia 4 y 7; para la aplicación de este criterio se requiere determinar los parámetros de resistencia de los distintos materiales que intervendrán en la estructuración de los pavimentos; en este caso el principal parámetro de resistencia está constituido por el módulo de reacción principal; en el criterio de diseño se toman en cuenta también las cargas que estarán actuando sobre la superficie de rodamiento mencionadas en el párrafo anterior.

Para el presente caso los módulos de Reacción Vertical de los diferentes materiales que se pretende hacer intervenir en la estructuración de los pavimentos, fueron estimados con base en los resultados de los ensayos de valor relativo de soporte, a partir de correlaciones de tipo semiempírico establecido entre ambos valores.

Puesto que en ocasiones el material en el cual se apoyará la estructura de los pavimentos se encontrará formado por la arena fina limpia a poco arcillosa y pensando que dicho material tiene alto índice de plasticidad y contracción lineal media a alta, se decidió proporcionar una capa subrasante la cual pudiera formarse con la arena fina limpia a poco arcillosa que existe superficialmente en el predio, o bien con el material del Banco "Champayán", o con un material de características similares.

Sobre la subrasante se colocará la sub-base granular, la cual se ha supuesto formada con el material que existe en el Banco "Champayán" y finalmente se colocará la losa de concreto hidráulico.

A partir de los resultados de los ensayos de laboratorio se determina el VRS medio del terreno natural con el cual se obtiene el módulo de reacción vertical del terreno, esto mismo se hace para la capa subrasante y para la grava-arena del banco de préstamo (Champayán) con todo lo anterior se obtiene el módulo de reacción vertical medio del terreno



Por otra parte, se decidió estructurar a la superficie de rodamiento a base de concreto hidráulico con una resistencia total de 250 kg/cm² a los 28 días de edad; se asignó al concreto un módulo de ruptura a la flexión de 37.75 kg/cm² y un módulo elástico de 230,000 kg/cm².

Para la superficie de rodamiento se seleccionó concreto con acero de refuerzo y la formación de juntas transversales y longitudinales con el objeto de evitar el agrietamiento aleatorio que pudiera presentarse en la losa por cambio de temperatura y por contracciones en el concreto, así como por los esfuerzos a que será sometido durante su vida útil debido al tránsito de vehículos.

La secuencia completa de este procedimiento es la siguiente:

A. Estudio del tránsito.

- Investigar el tipo de vehículos que transitarán por la vialidad, su peso por eje y peso total.
- Proponer el periodo de servicio de la vialidad.
- Determina el tránsito promedio diario anual (TPDA).
- Estimar el crecimiento anual del tránsito.
- Calcular el número de repeticiones de carga por tipo de vehículo.
- Construir una tabla de distribución de vehículos que contenga
 1. La carga por eje.
 2. Calcular los ejes equivalentes acumulados.
 3. Con el factor de distribución de cada eje se obtiene a su vez el número de repeticiones de la carga.



B. Análisis estructural del pavimento

- Proponer un espesor de la sub-base, existen recomendaciones en función del tipo de material, de su granulometría y otras características. (Ver referencia 8)
- Conociendo el espesor de la sub-base y el módulo de reacción MR, en la superficie de la sub-base (en kg/cm³) se obtiene el módulo "k" de la subrasante. (Ver figura X-4 En la referencia 4)
- De tablas obtener el factor de seguridad. En nuestro caso $F_s = 1.00$ para bajo tránsito (Ref. 4)
- Suponer un espesor para la losa (tanteos)
- Proponer la resistencia a la ruptura del concreto que se va a utilizar (f_c) y con ello se obtiene su correspondiente módulo de ruptura a la flexión y su módulo elástico

Construir una tabla para obtener la sumatoria de los porcentajes de utilización con respecto a la capacidad total.

1. Se determina la carga por eje en toneladas.
2. Se le añade un 20% por impacto
3. Se obtiene el esfuerzo actuante en la losa en kg/cm² utilizando graficos y los siguientes datos, en el orden requerido carga en toneladas por eje (tandem o sencillo), módulo "k" de la sub-base y espesor de la losa de tanteo
4. Se obtiene la relación de esfuerzos dividiendo el esfuerzo actuante entre el módulo de ruptura a la flexión del concreto.
5. Se obtiene de tablas las repeticiones de carga permitidas en función de la relación de esfuerzos (Ref 4)



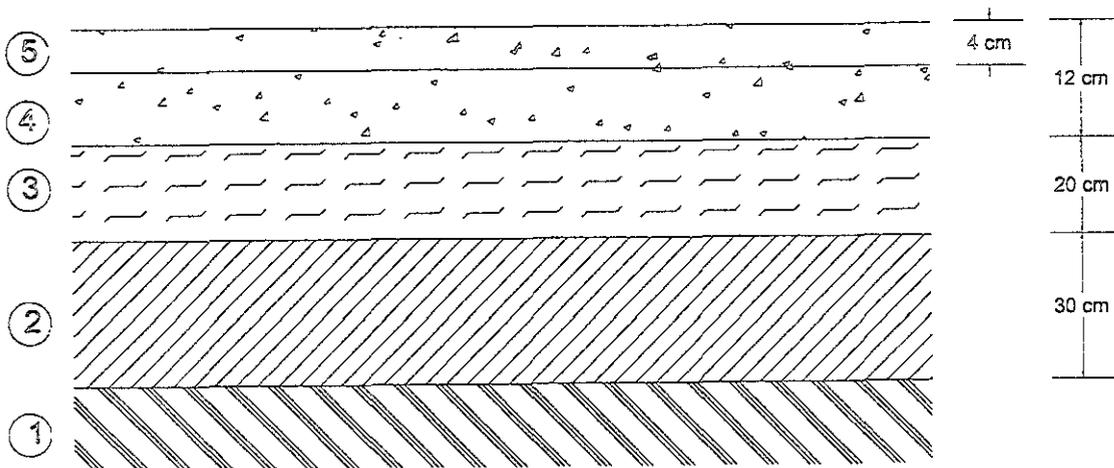
I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MECANICA DE SUELOS

6. El número de repeticiones esperadas se obtiene mediante un estudio de distribución estimada, en donde se toma como base la distribución general y el número de vehículos pesados por carril de diseño.
7. Finalmente se obtiene el porcentaje utilizado de la capacidad del pavimento supuesto. Los resultados del análisis de cada tipo de eje se suman y si el porcentaje es bajo, se puede reducir el espesor de la capa de concreto, si es alto se hará lo contrario.

- Se revisa si el concreto requiere acero por temperatura y de ser así se calcula.
- Se detallan juntas longitudinales y transversales de contracción, expansión, construcción y borde.

Los resultados se ilustran en la figura 7.

Para ver los detalles de las juntas articuladas, juntas de construcción y juntas de expansión, ver figuras 8,9 y 10.



- 1.- Terreno natural. Arena muy fina limpia a poco arcillosa, café claro y gris claro, de compacidad media a suelta, eventualmente con fragmentos de roca. (SP y SP-SC).
- 2 - Subrasante Formada con el suelo natural descubierto al abrir caja (arena limpia a poco arcillosa), compactada hasta alcanzar en los 30 cm superficiales el 95 % de su peso volumétrico seco máximo determinado en un ensaye de compactación AASHTO estandar ($E_c=60 \text{ kg-cm/cm}$)
- 3.- Sub-base hidráulica Formada con material del banco Champayán, compactada en una capa de 20 cm de espesor al 100% de su peso volumétrico seco máximo, determinado en un ensaye de compactación Porter
- 4 - Riego de Impregnación con producto asfáltico FM-1 a razón de 1.2 lt/m^2
- 5 - Losa de concreto hidráulico con tamaño máximo de agregado grueso de $1 \frac{1}{2}''$ y resistencia a la compresión de 250 kg/cm^2 a los 28 días de edad Deberá garantizarse un módulo de ruptura a la flexión de 38 kg/cm^2 en el ensaye a la flexión con carga en los tercios (ASTM C78).
- 6.- Malla de Acero para refuerzo por temperatura, formada con tecno malla 6X6 10-10 o similar

Figura 7. Estructura de Pavimento rígido para las vialidades de la Planta de Producción de Sílica en Altamira, Tamps.



VIALIDAD	h cm	ESP. ENTRE JUNTAS m
PATIO DE MANIOBRAS	12.0	3.75

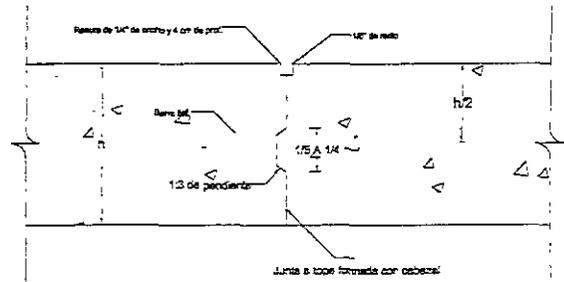


Figura 9.- Junta machihembrada para construcción de bandas.

VIALIDAD	h cm	h' cm
PATIO DE MANIOBRAS	12.0	3.75

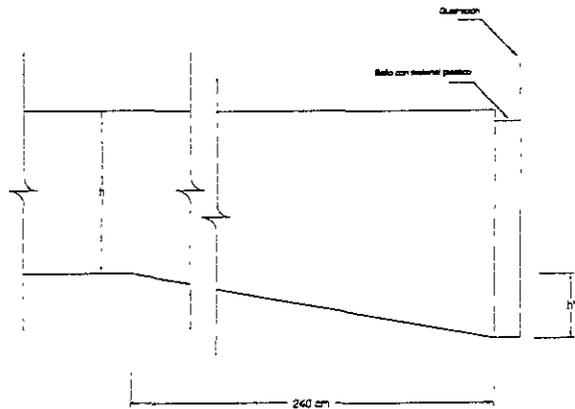


Figura 10.- Juntas de expansión aperaltadas, sin refuerzo de acero. Planta de Producción de Sílica, Altamira, Tamps.

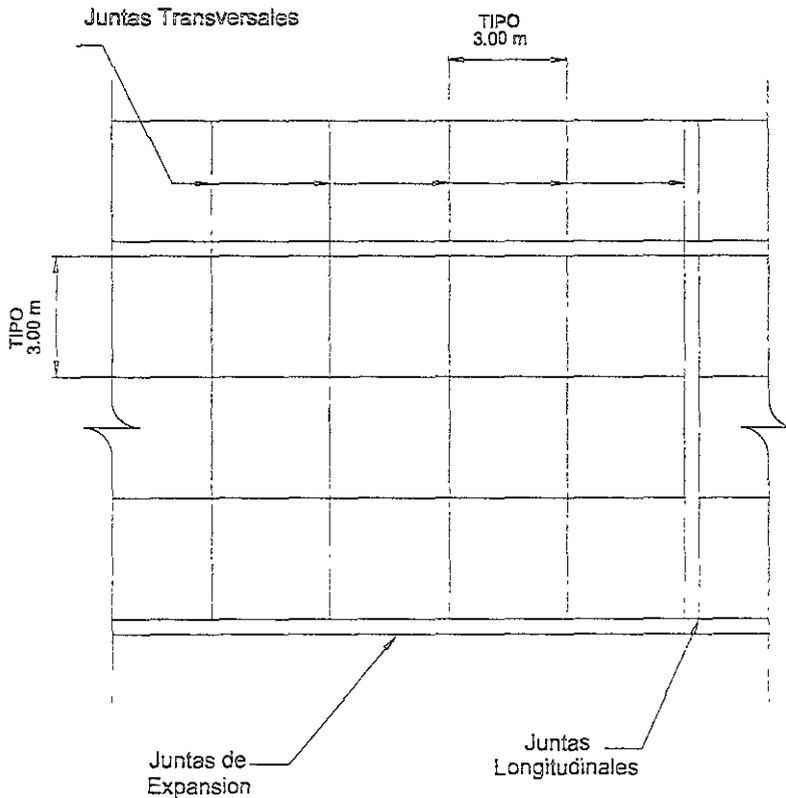
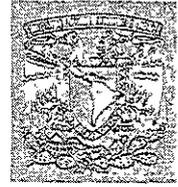


Figura 11.- Juntas de expansión aperaltadas sin refuerzo de acero. Planta de Producción de Sílica, Altamira, Tamps.

1.1.3.2 Pavimentos Flexibles.

Como ya se mencionó, la vialidad principal y área de estacionamiento se consideró que se construyera una superficie de rodamiento a base de concreto asfáltico

Transito de diseño Para el diseño de los pavimentos se acudió al criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM de acuerdo con el cual es necesario determinar primeramente el número de ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton, en el período del servicio de las vialidades. Como dato de proyecto se indica que sobre la vialidad principal se tendrá un transito promedio diario anual de 33



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MECANICA DE SUELOS

restantes serán tractocamiones del tipo T3-S3, se consideró además que la que tasa anual de crecimiento de tránsito será de 3 % y que los pavimentos deberán proyectarse para un período de servicio de 20 años.

La Tabla 4 presenta la composición del tránsito que fue considerada para diseño; el paso de cada tipo de vehículo fue transformado en ejes equivalentes utilizando los coeficientes de daño que aparecen en la referencia 9. Para la vialidad principal se calculó a nivel de la superficie de rodamiento un número total de ejes equivalente de 292 272 mientras que a nivel de sub-base y terracerías se calcularon 70,312 ejes equivalentes.

Criterio de Diseño.- Los espesores de los pavimentos flexibles se obtuvieron utilizando el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM; para lo anterior se requiere contar tanto con el número de ejes equivalentes acumulados que fue presentado en el punto anterior, como con los valores de resistencia promedio de los distintos materiales seleccionados para intervenir en la estructuración del pavimento; en particular, con este criterio se inicia al nivel del terreno natural. Para el presente caso el parámetro de resistencia utilizado fue el valor relativo de soporte (VRS), que para el terreno natural se obtuvo sobre especímenes representativos, tanto con su contenido natural de agua como en condiciones de saturación total; el VRS para diseño, considerando que el terreno se encontrara en una condición parcialmente saturada prácticamente durante la totalidad del año resultó de 7.80 %. (Ver figura IX.E.3.3 de la Ref. 4).

Por otra parte, se decidió estructurar los pavimentos a base de una capa subrasante, obtenida de material de banco o bien formada con la arena fina limpia a poco arcillosa que se encuentra depositada en el lugar; se tendrán además un material de base y una superficie de rodamiento compuesta por concreto asfáltico; al observar los resultados de los ensayos de calidad realizados sobre la arena fina limpia a poco arcillosa, en particular el índice de plasticidad de la fracción fina, la contracción lineal y el valor relativo de soporte indican que este material puede resultar adecuado para constituir la capa subrasante o bien, podrá estar formada por la arena limosa con abundante grava del Banco "Champayán" o por un material similar.

TIPO DEL VEHICULO	COMPOSICION DEL TRANSITO	COEFICIENTE DE DISTRIBUCION DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS		COMPOSICION DEL TRANSITO CARGADO O VACIO	COEFICIENTES DE DAÑO		NUMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 Ton	
					CARPETA Y BASE Z = 0.00	SUB-BASE TERRACERIAS Z = 0.30	CARPETA Y BASE	SUB-BASE TERRACERIAS
	(1)	(2)		(3) = (1) x (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (4)	(7) = (3) x (5)
Tractor con semiremolque T3-S3	0.09	CARGADOS	0.50	0.045	5.000	4.746	0.225	0.214
		VACIOS	0.50	0.045	5.000	0.040	0.225	0.002
Camión de 3 Ejes C-3	0.15	CARGADOS	0.50	0.075	3.000	0.023	0.225	0.002
		VACIOS	0.50	0.075	3.000	0.002	0.225	0.000
Vehículo Ligero A-2	0.76	CARGADOS	0.50	0.380	0.004	0.000	0.002	0.000
		VACIOS	0.50	0.380	0.004	0.000	0.002	0.000
		CARGADOS	0.50					
		VACIOS						
		CARGADOS						
		VACIOS						
		CARGADOS						
		VACIOS						
		CARGADOS						
		VACIOS						
SUMAS	1.00			1.000	EJES EQUIVALENTES PARA TRANSITO UNITARIO (8)		0.930	0.217
TDPA = TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL = 33 Vehículos					TDPA INICIAL EN EL CARRIL DE PROYECTO (9)		33	33
CD = CARRIL DE PROYECTO = 1.00					COEF DE ACUMULACION DEL TRANSITO, CI (10)		9,807.70	9,807.70
n = AÑOS DE SERVICIO = 20 Años					TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO DE PROYECTO (11)		292.272	70.312
r = TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DEL TRANSITO = 3.00%								

Tabla 4. Evaluación del Tránsito Equivalente Acumulado de proyecto para el diseño de pavimentos flexibles de la vialidad principal y del área de estacionamiento de la Planta de Producción de Silica en Altamira, Tamaulipas.



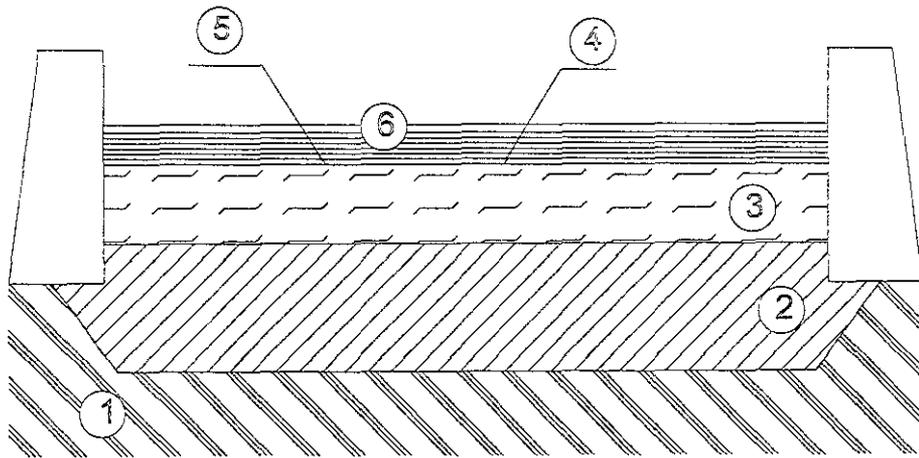


Finalmente, la superficie de rodamiento deberá formarse a base de concreto asfáltico, formado en planta y en caliente.

Contando con el parámetro de diseño y con el número de ejes equivalentes acumulados del terreno natural se entró en las gráficas de diseño que se presentan en la Ref. 4 (figura IX.E.3.3), obteniéndose el espesor total de grava equivalente que deberá ser colocado sobre el terreno natural; los espesores que se obtuvieron tanto para vialidades principales como para vialidades secundarias.

Posteriormente, utilizando el valor relativo de soporte de la capa de subrasante y el número de ejes equivalentes acumulados correspondientes de dicha capa se obtuvo el espesor de pavimento que deberá ser colocado sobre la subrasante, obteniéndose por diferencia el espesor teórico que deberá tener esta capa. Finalmente, entrando en la etapa de diseño con el VRS de la capa de base y el número de ejes equivalentes correspondiente a la superficie de rodamiento se obtuvo el espesor teórico de la carpeta y por diferencia con el espesor obtenido en el paso anterior se obtuvo el espesor del material de base.

En la figura 11 se presenta el diseño definitivo.



1.- Terreno natural. Arena fina limpia a poco arcillosa, café claro y gris claro de compacidad baja a media, eventualmente con fragmentos de roca, (SP y SP-SC).

2.- Capa subrasante. Formada por arena fina limpia a poco arcillosa, café claro y gris claro, del sitio o bien por la arena limosa, con abundante grava del banco "Chanpayán" (o por un material similar), compactado hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo, AASHTO estandar, ($E_c = 6.0 \text{ kg-cm/cm}^3$).

3.- Base Hidráulica. Formada con el material del banco "Champayán" o similar, compactado al 100 % de su peso volumétrico seco máximo determinado en un ensaye de compactación Porter estándar.

4.- Riego de Impregnación: con producto asfáltico rebajado FM-1 a razón de 1.2 l/m^2 .

5.- Riego de Liga: con producto asfáltico rebajado FR-1 a razón de 0.4 l/m^2 .

6.- Carpeta de concreto asfáltico, fabricada en planta y en caliente, compactada hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo en relación con el patrón Marshall con 50 golpes por capa.

Figura 11.- Estructura recomendada del pavimento flexible para las vialidades. Planta para Producción de Sílica en Altamira, Tamps.



1.1.3.3 Losa de piso.

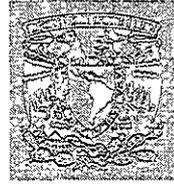
Para el almacén se requiere diseñar una losa de piso. la cual deberá resistir no únicamente las cargas estáticas debidas al producto almacenado sino además el paso de los vehículos para el manejo de dichos productos.

Dicha losa deberá resistir una carga uniformemente distribuida de 3.0 ton/m³; Además por ella circularán cargadores frontales, con motor eléctrico y llantas sólidas; se considera que estos vehículos tienen una capacidad para levantar 1,816 kg.

Para que la losa de piso del almacén tenga un comportamiento satisfactorio deberá quedar perfectamente apoyada sobre un material competente, libre de heterogeneidades en la medida de lo posible; así mismo la superficie de rodamiento deberá tener resistencia suficiente para garantizar *que durante su vida útil resistirá las repeticiones de carga sin agrietamiento o fracturas.* Finalmente deberán proporcionarse juntas a lo largo de las cuales la losa pueda experimentar los desplazamientos que se inducirán, en gran medida, por cambios de temperatura en parte de los esfuerzos transmitidos a la superficie de rodamiento.

Para realizar el diseño de las losas de piso se partió de las propiedades del subsuelo y se hizo la suposición adicional de que las losas se construirán con concreto hidráulico de resistencia igual a 250 kg/cm² a los 28 días de edad. Para el diseño de las losas se supuso la colocación de un material de sub-base, en este caso constituido por la grava-arena limosa que puede obtenerse en el Banco "Champayán"; el espesor propuesto de este material fue de 0.20 m y deberá colocarse sobre la subrasante, formada con la arena fina a poco arcillosa del sitio o bien con el material del Banco "Champayán" en un espesor de 0.30 m.

Para el diseño de la losa se utilizó el criterio debido a Pickett y Ray y para ello se utilizan las gráficas contenidas en la referencia 10 y que permite obtener el espesor de losa requerido para resistir tanto cargas puntuales como cargas uniformemente distribuidas debidas a un producto almacenado. Sin embargo para el caso del almacén fue necesario además revisar la condición de la circulación de los cargadores frontales, utilizando para esta condición de carga el criterio de la Portland Cement Association (PCA) que se presenta en la Ref. 7.



Se hizo la consideración de que el concreto con que se fabricará la losa tendrá un módulo de ruptura a la flexión de 37.7 kg/cm^2 , con un esfuerzo de diseño de 14.8 kg/cm^2 , en el cual se encuentra incluido un factor de seguridad de 2, lo que permite un número ilimitado de repeticiones de carga. Se encontró además que el módulo de reacción vertical del terreno es de 4.844 kg/cm^3 con todo lo cual se obtuvo que para resistir la carga uniformemente distribuida de 3.0 ton/m^2 , se requiere de un espesor de losa igual a 4.6 cm el cual resulta bastante pequeño y obligaría a la adopción del espesor mínimo de losa por especificaciones.

Sin embargo, revisando para obtener el espesor de losa requerido a fin de resistir la circulación de los vehículos de carga frontal se obtuvo un espesor mínimo de 15.0 cm , para obtener este espesor se hizo la suposición de que los cargadores frontales tendrán 3 ruedas, 2 de ellas frontales en las cuales se concentrará la mayor parte de la carga; la presión de contacto de estas ruedas será de 14.1 kg/cm^2 , con lo cual el área de contacto de cada llanta será de aproximadamente de 64.5 cm^2 .

Entrando con la información anterior en la gráficas de diseño de la referencia 7 se obtuvo el espesor de losa igual a 15.0 cm . El diseño final aparece en la figura 12.

Deberá observarse que para la losa de piso se recomienda la construcción de juntas de control, para las cuales se recomienda un espaciamiento de 3.00 m en ambas direcciones, los detalles de diseño de estas juntas se presentan en la Fig. 12. Además deberá colocarse acero de refuerzo por temperatura, se calculó que se requerirá de una cantidad igual a $0.54 \text{ cm}^2/\text{m}$ de losa, esta cantidad podría darse a base de una tecnomalla con denominación $6 \times 6 - 10 \times 10$.

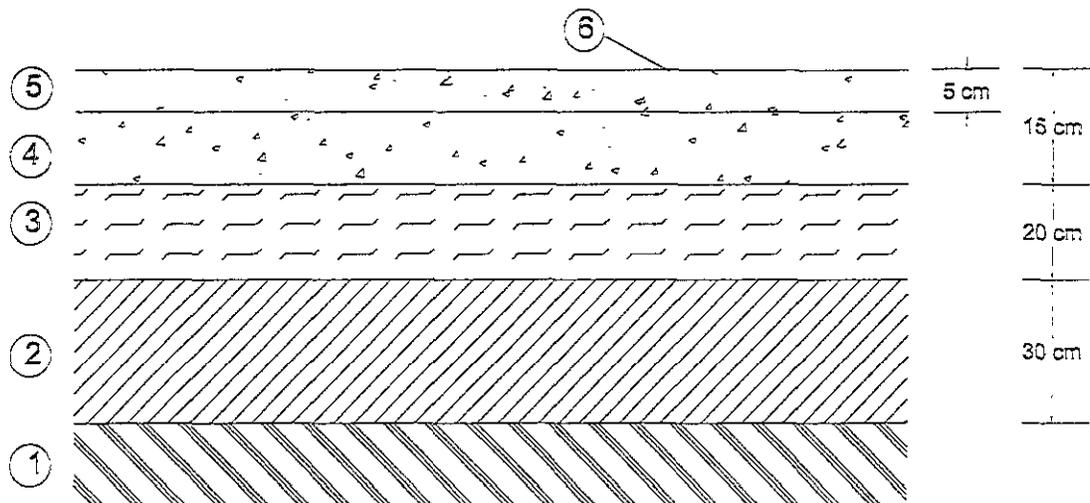
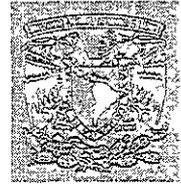


Fig. 12 Estructuración recomendada para losa de piso del almacén de la planta de Producción de Sílica en Altamira, Tamaulipas.

1. TERRENO NATURAL ARENA MUY FINA LIMPIA A POCO ARCILLOSA, CAFÉ CLARO Y GRIS CLARO, DE COMPACIDAD MEDIA A SUELTA, EVENTUALMENTE CON FRAGMENTOS DE ROCA, (SP Y SP-SC)
2. SUBRASANTE FORMADA CON EL SUELO NATURAL DESCUBIERTO AL ABRIR CAJA (ARENA LIMPIA A POCO ARCILLOSA), COMPACTADA HASTA ALCANZAR EN LOS 30 cm SUPERFICIALES EL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO DETERMINADO EN UN ENSAYE DE COMPACTACION AASHTO ESTÁNDAR ($E_c \approx 6.0 \text{ kg-cm/cm}^2$) ESTA CAPA PODRIA FORMARSE TAMBIÉN CON MATERIAL DEL BANCO CHAMPAYAN
3. SUB-BAS HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL DE BANCO CHAMPAYAN, COMPACTADA EN UNA CAPA DE 20 cm DE ESPESOR AL 100 % DE SU PVSM. DETERMINADO EN UN ENSAYE DE COMPACTACION PORTER.
4. RIEGO DE IMPREGNACION CON PRODUCTO ASFALTICO FM-1 A RAZON DE 1.2 lit/m^2 .
5. LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO CON TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO GRUESO DE $1 \frac{1}{2}$ " Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 250 kg/cm^2 A LOS 28 DIAS DE EDAD. DEBERA GARANTIZARSE UN MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION DE 38 kg/cm^2 EN EL ENSAYE A LA FLEXION CON CARGA EN LOS TERCIOS (ASTM C78).
6. MALLA DE ACÉRO PARA REFUERZO POR TEMPERATURA, FORMADA CON TECNOMALLA 6x6 - 10/10 O SIMILAR.



1.1.4 CONSIDERACIONES.

A continuación se mencionan las conclusiones que se consideran adecuadas para la construcción de las cimentaciones y pavimentos de la Planta de Sílica, dentro del Puerto Industrial de Altamira, Tamps.

1) Las cimentaciones de los edificios de la Planta de Sílica deberán resolverse mediante elementos profundos, a base de pilotes de concreto prefabricado, de sección cuadrada y 0.40 m por lado. hincados a golpes con el auxilio de una perforación previa de 16" de diámetro, llevada ésta hasta 1.0 m por arriba de la profundidad de apoyo. La profundidad de apoyo de estos elementos es en general a la elevación - 13 00 m, aunque para algunos de los edificios, dicha profundidad pudiera ser ligeramente menor.

2) Los apoyos de las columnas en su conexión con los pilotes deberán ser suficientemente rígidas para distribuir las cargas a cada elemento en forma uniforme. Dichos apoyos a su vez deberán quedar integrados en algunos casos mediante contratrabes y en otros por trabes de liga de tal forma de garantizar un comportamiento uniforme de la cimentación en su conjunto

3) Para que los pilotes recomendados en las cimentaciones tengan un comportamiento satisfactorio, se recomienda seguir las reglas generales de construcción siguientes.

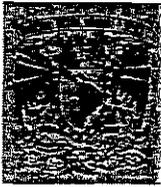
* Para realizar las operaciones de hincado de los pilotes se empleará un martillo Delmag D-36 o similar.

El peso del pistón deberá estar comprendido en el rango de 0.3 a 0.5 veces el peso del pilote.

* Para el hincado, los pilotes requieren del auxilio de una perforación previa para facilitar las operaciones. El diámetro de esta perforación no deberá ser mayor de 16" (40.6 cm), a fin de no ver disminuida la capacidad de carga prevista, así mismo esta perforación deberá suspenderse 1.0 m por arriba del nivel de apoyo del pilote

* El hincado se suspenderá cuando suceda cualquiera de las siguientes condiciones

- La punta del pilote llega a la profundidad de proyecto



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MECANICA DE SUELOS

- La punta se encuentre a menos de 50 cm del nivel de apoyo con 40 golpes en 10 cm de penetración en los últimos 30 cm de hincado.

* No deberán permitirse desviaciones de la posición de proyecto de los pilotes mayores de 10 cm, y la verticalidad deberá garantizarse con una tolerancia del 2%. La profundidad de proyecto no deberá diferir en más de 20 cm de la profundidad real alcanzada por los pilotes.

* Las separación mínima entre pilotes será de 3 veces el lado del pilote, centro a centro.

* Se recomienda que la resistencia de proyecto de los pilotes sea no menor de 250 kg/cm². Así mismo se recomienda tomar todas las precauciones para no emplear el agua freática para la fabricación del concreto ya que ésta es altamente nociva. En este sentido se recomienda usar cementos apropiados para mantener una buena integridad durante la vida útil de las estructuras.

* El hincado de los pilotes deberá realizarse en una sola operación, no permitiéndose interrupciones mayores de 1 hora en el hincado.

* Cuando el hincado del pilote deba suspenderse por causas de fuerza mayor y posteriormente no sea posible llevarlo hasta la profundidad de proyecto, deberá darse por perdido y ser substituido por otro u otros en donde sean estructuralmente equivalentes.

* El contratista deberá llevar un registro del hincado de cada pilote, el cual deberá incluir cuando menos la siguiente información:

- ◆ Identificación del pilote
- ◆ Fecha de instalación.
- ◆ Localización y longitud real de cada pilote.
- ◆ Tipo de martillo usado, número de golpes por minuto
- ◆ Número de golpes para lograr penetraciones de 50 cm en toda la longitud del hincado y para penetraciones de 10 cm en los últimos 2 m de hincado.



4) Se recomienda la instalación de testigos superficiales, constituidos por marcas pintadas en las estructuras, para tener un registro de la evolución de los hundimientos con el tiempo y así controlar el comportamiento de los hundimientos de las estructuras del proyecto.

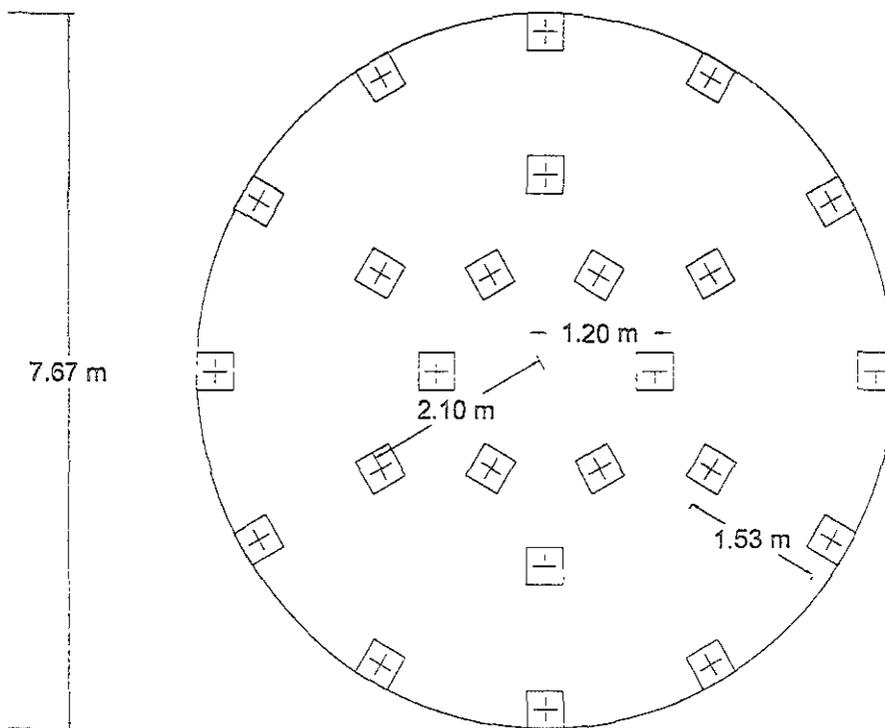
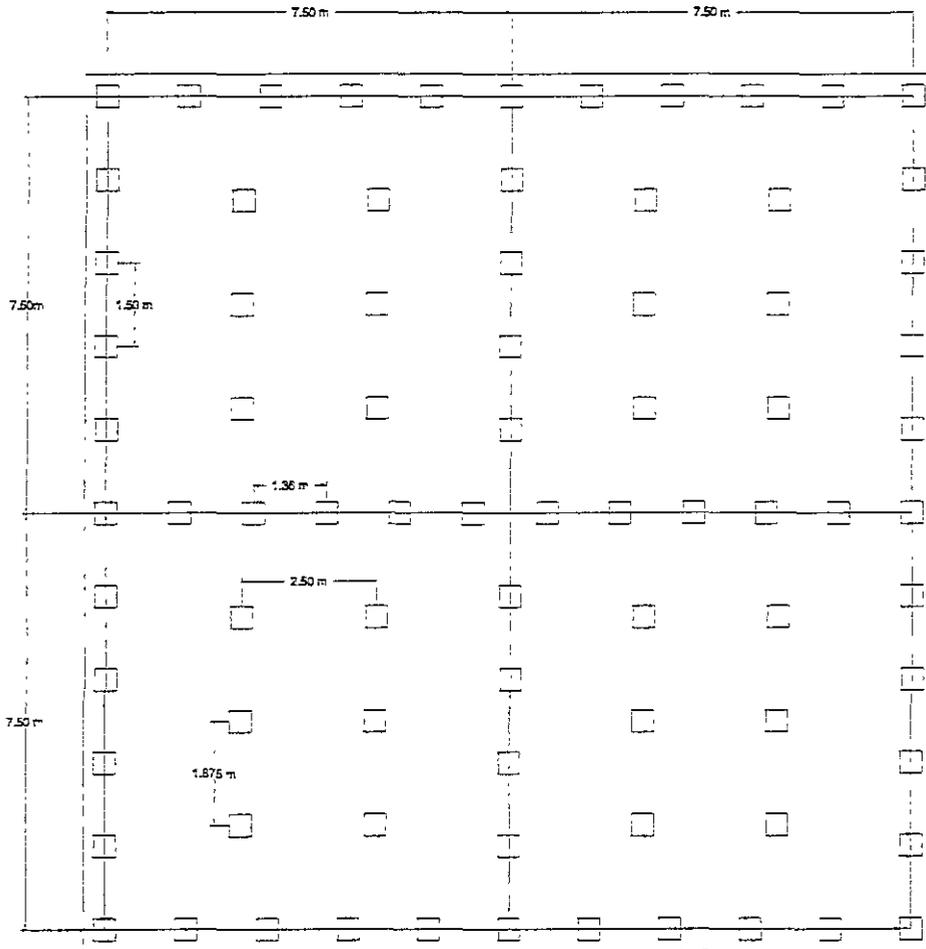


Figura 13.- Propuesta de cimentación a base de pilotes cuadrados de 40 cm de lado para los tanques de 7.67 m de diámetro.



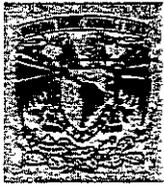
Nota: Df= -13.0 m

Figura 14.- Propuesta de cimentación a base de pilotes cuadrados de 40 cm de lado para la estructura de los silos. Planta de Producción de Sílica en Altamira, Tamps.

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



1.2 MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



1.2 MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

A lo largo de la última década, se ha incrementado la conciencia en relación con los efectos que la actividad humana tiene sobre el medio ambiente. Aún y cuando, en el pasado, existían los conocimientos científicos que apuntaban a las consecuencias derivadas del crecimiento de la industria y en general de las actividades del desarrollo tecnológico, nunca se pensó que influiría de forma decisiva en el equilibrio total del planeta.

En la actualidad, existen conflictos comprobados tales como la formación de hoyos en la capa de ozono, lo que permite el paso de radiaciones del espacio por falta de este filtro natural. Esta situación, sumada al incremento de gases, derivados de la combustión de hidrocarburos, en la atmósfera contribuye al calentamiento gradual del planeta trayendo como consecuencia lo que se conoce como efecto invernadero.

Las implicaciones no se conocen con precisión, pero sí se sabe que de continuar estas tendencias, el futuro de los ecosistemas y de los seres vivos que en ellos habitan estará en peligro.

Por estas razones a escala mundial, existe la tendencia a incluir el aspecto ambiental en las políticas de los gobiernos.

En este sentido, la aplicación de esta nueva visión se refleja a todos los niveles, lo que repercutirá indudablemente en la forma en que se verán afectados los sistemas naturales en el mundo.

Por otra parte no solo se busca salvaguardar el entorno natural, sino que al tenerse conciencia de la íntima relación de este con los organismos - incluyendo al hombre - se intenta evitar la afectación de la salud del hombre.

De igual forma, se ha entendido que de continuar con un comportamiento totalmente irresponsable en el manejo de los recursos naturales, la capacidad de la recuperación de los ecosistemas se verá superada y la extinción de especies animales y vegetales útiles al hombre podrá verse acelerada, con la lógica inconveniencia para nuestra especie.

México ha respondido a las tendencias mundiales para modificar la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, y actualmente participan, gobierno y sociedad en la búsqueda de alternativas viables para lograr lo que se conoce como desarrollo sustentable o sostenible.

Esta filosofía reconoce la importancia de lograr el desarrollo de los pueblos a través de políticas, tecnologías y estrategias que no afecten el medio ambiente.

De esta forma se busca regular las actividades industriales y de servicios para evitar un mayor desequilibrio ecológico, por lo que se han utilizado herramientas tales como el ordenamiento ecológico y los estudios de impacto ambiental.

Los estudios de impacto ambiental tienen como objetivos:

- 1) Minimizar el uso de los recursos naturales, tanto los renovables como los no renovables
- 2) Hacer más eficientes los procesos para disminuir el desperdicio de materias primas
- 3) Disminuir la generación de residuos
- 4) Impulsar el desarrollo de tecnologías más amigables con el ambiente.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

5) Asegurar que los procesos estén bajo condiciones controladas de operación para minimizar los accidentes que deriven en afectaciones al medio ambiente y al hombre.

No obstante que diferentes leyes derivadas de la Constitución hablan también de la protección al ambiente, la que refleja más puntualmente las políticas de conservación en el país es la **Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** que marca la necesidad de evaluar el posible impacto al medio cuando se pretende implementar un proyecto dado.

La figura que la autoridad ha diseñado para que los empresarios tomen en consideración la protección al ambiente es la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en la cual se deben presentar datos que permitan evaluar la factibilidad del proyecto en función de las características del terreno que ocuparía el mismo así como los factores bióticos (paisaje, flora y fauna) y abióticos (atmósfera suelo y agua) que se verían afectados en su dinámica y equilibrio.

De igual forma se toman en consideración los factores socioeconómicos de la región ya que, al final, la MIA resulta en un análisis costo ambiental/beneficio socioeconómico y la implementación del proyecto dependerá de si la afectación al ambiente es lo suficientemente manejable en términos de la recuperación del entorno o la asimilación por parte de este de los efectos negativos en su equilibrio.

Asociado a la manifestación de impacto ambiental, se debe presentar un estudio de riesgo, el cual debe analizar la posibilidad de la ocurrencia de accidentes derivados de las actividades normales de operación del proyecto así como las medidas de prevención de los mismos, con la implementación de planes de atención a las emergencias y las medidas de mitigación respectivas.

La manifestación de impacto ambiental comprende un conjunto de estudios e información que debe incluir una evaluación completa de impacto ambiental del proyecto en cuestión, comprendida una valoración de los costos ecológicos además de los monetarios. Se elabora a petición de la Secretaría de Energía como requisito para la realización de la obra y su posterior operación (artículo 5° del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). El manifiesto resultante recibirá la correspondiente autorización de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), lo que permitirá que las decisiones ejecutivas se efectúen sobre la base de un conocimiento riguroso de la acción propuesta y sus alternativas debidamente consideradas.

Las manifestaciones de impacto ambiental, podrán presentarse en las siguientes modalidades:

- General
- Intermedia
- Específica

En los casos del artículo 5° del reglamento, el interesado en realizar la obra o actividad proyectada, deberá presentar una manifestación general de impacto ambiental.

La manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades intermedia o específica, se presentará a requerimiento de la Secretaría cuando las características de la obra, o actividad, su magnitud o considerable impacto en el ambiente, o las condiciones del sitio en que pretenda desarrollarse, hagan necesaria la presentación de diversa y más precisa información.

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



Los instructivos, donde se precisa el contenido y los lineamientos para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental, han sido publicados en la Gaceta Ecológica, editada por la SEMARNAP.

El proyecto en cuestión, es parte de un proyecto integrado de producción de sodio y sílice precipitado. En el que intervienen dos plantas para llevar a cabo el proceso, siendo la planta de silicatos de sodio la que abastecerá a la planta productora de sílice. En ésta se lleva a cabo el proceso industrial para la producción de sílice precipitado. El producto obtenido, sirve como materia prima para la fabricación de liantas y hule, pasta dental y separadores de baterías y abrasivos.

Sobre la base de que la construcción de la planta de procesamiento de sílice cae dentro de los supuestos del artículo 5° inciso V del reglamento; y en virtud de que dicha planta no generará un impacto ambiental de magnitud considerable. Se hará uso del instructivo para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental en la modalidad general (ANEXO B 1)

A continuación se muestra, en forma resumida, el contenido del manifiesto de impacto ambiental, así como las conclusiones obtenidas.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE PRODUCCION Y PROCESAMIENTO DE SILICA EN ALTAMIRA, TAMAULIPAS

Objetivos.- Elaboración de un estudio que permita la evaluación integral del proyecto, donde se discutirán los beneficios que genere dicho proyecto, en la economía local, así como la influencia del mismo en la modificación de los procesos naturales.

Metodología.- Instructivo para desarrollar y presentar la manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad General (anexo B1).

CONTENIDO

Sección I

- Datos Generales de la Empresa
- Instrumentación Jurídica

Sección II

- Descripción General de la Obra
- Ubicación del proyecto
 - Preparación del sitio
 - Construcción del proyecto
 - Programa de obra (Diagrama de Gantt)
- Operación y Mantenimiento de la Planta
- Descripción del Proceso
 - Diagrama de Flujo del Proceso
 - Check List
 - Manual de Procedimiento



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

- Generación de Residuos

Descripción de posibles fallas
Identificación y Jerarquización de Riesgos

- Reglamento de Seguridad
- Plan de Contingencias

Sección III

Aspectos generales del medio natural y socioeconómico.

- Descripción General

Rasgos Físicos.

- Climatología
- Geomorfología y Geología
- Tipos de Suelos
- Hidrología

Rasgos Biológicos

- Vegetación
- Fauna

Medio Socioeconómico

- Descripción general.
- Datos socioeconómicos de la región
- Población y Educación
- Vivienda

Sección IV

Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo.

- Plan de Desarrollo Urbano del Area
- Plan Subregional de Desarrollo del Area Metropolitana de la Desembocadura del río Pánuco
- Proyectos de Ordenamiento Ecológico en la zona
- Areas Naturales Protegidas

Sección V

Identificación de los elementos y acciones del proyecto susceptibles de producir impacto.

- Identificación de las relaciones causa-efecto (matriz de Leopold)
- Identificación y descripción de los impactos (matriz de interrelación)
- Impactos esperados de la zona en estudio

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



Sección VI

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

- Descripción y Justificación
- Medidas de Mitigación generales
- Medidas de Mitigación por Etapa del Proyecto

Conclusiones.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.2.1 Sección I

Datos Generales de la Empresa

Instrumentación Jurídica.- En esta etapa se señalan los datos tanto de la empresa propietaria: nombre, ubicación de la obra, nacionalidad y actividad principal de la empresa u organismo.

La empresa responsable del estudio de impacto ambiental, además de indicar los datos arriba mencionados, deberá presentar los registros a las diferentes instituciones o cámaras que regulan las actividades motivo de este estudio.

1.2.2 Sección II

Descripción General de la Obra.- Se tiene planeado construir una planta productora y procesadora de sílice precipitado (**PLANTA DE SILICE**). Por lo que para su abastecimiento requerirá de una planta productora de silicato de sodio (principal materia prima del proceso de obtención de sílice precipitado). Las dos plantas forman un complejo integrado para la producción de sílice. El presente estudio se refiere exclusivamente a la construcción y operación de la planta de sílice precipitado. La cual tendrá una capacidad anual de producción de 30,000 toneladas métricas de materia prima.

La instalación de la planta en nuestro país, tiene por objeto abastecer de materia prima al mercado nacional para la fabricación de llantas de hule, así como para la elaboración de pastas de dientes y separadores de baterías y abrasivos.

El programa de trabajo en resumen contempla el inicio de las actividades en el mes de octubre de 1995 y la terminación de los trabajos en el mes de octubre de 1996.

Para la instalación de la planta de sílice, se seleccionó un predio ubicado dentro del puerto industrial de Altamira, en el estado de Tamaulipas. Dicho predio se localiza adyacente a la dársena principal del puerto industrial.

El puerto industrial de Altamira se localiza al sur de la Laguna de San Andrés, aproximadamente a 20.0 Km al norte de Tampico (ver fig. No. II. 1).

Los principales criterios para la selección del sitio fueron los siguientes: La región cuenta con eficientes vías de comunicación y de transporte, servicios de salud, educación mano de obra calificada, agua en abundancia, así como energía eléctrica.

El predio donde se desarrolló el proyecto tiene una superficie de 11.8 Ha. Sin embargo, el proyecto ocupará sólo 4.0 Ha. (ver plano No. 1).

Preparación del sitio.- En el terreno donde se instalará la planta no se consideró necesario realizar grandes trabajos para la preparación del terreno, ya que la topografía es plana lo que evita la necesidad de movilizar grandes cantidades de tierra, evitando así la construcción de terraplenes. En todo caso los rellenos que se tengan que realizarse, se harán con materiales de algún banco fuera del sitio de la obra.

Construcción del proyecto.- Los trabajos requeridos para la realización del proyecto son los siguientes:

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



- o Cimentaciones estructurales de concreto
- o Estructura metálica
- o Calles de pavimento asfáltico
- o Acabados de edificios tipo local
- o Tuberías de acero al carbón
- o Tanques de almacenamiento de acero estructural
- o Tanques de acero inoxidable

Programa de Obra.- El orden de ejecución de las actividades que conforman este proyecto, así como su duración, están representadas en el diagrama de Gantt que aparece en la fig. No. II 2.

Operación y Mantenimiento de la Planta

Para su operación la planta contará con cuatro Areas/Sistemas.

1. Materias Primas
2. Area Húmeda
- 3 Area Seca
- 4 Servicios

Descripción del Proceso.- El proceso de elaboración del sílice se describe de la manera siguiente Una dilución de silicato de sodio se hace reaccionar con ácido sulfúrico bajo condiciones controladas. De la solución de sulfato de sodio se precipita el sílice , éste es recolectado, filtrado, lavado y secado. Algunos productos son empacados y otros requieren un tratamiento adicional de molido o granulación.

Inversión requerida - A precios de (1995), se ha proyectó una inversión entre 25 y 30 millones de dólares.

Programa de operación.- Teniéndose contemplado arrancar las operaciones de la planta de sílice en agosto de 1996, así las actividades de producción comenzarian en octubre de 1996

Requerimientos de energía:

Electricidad.- La electricidad será suministrada por la CFE mediante una línea de 115 kv

Combustible.- Se utilizará gas natural, mismo que será suministrado por PEMEX por medio de una conexión a su gasoducto Cactus-Reynosa

Requerimientos de agua:

Agua cruda.- El agua cruda tendrá un tratamiento de desmineralización por precipitación, antes del proceso.

Generación de Residuos.- El tipo y cantidad de los residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto y operación, así como conocer el destino final de los mismos

Durante las etapas de preparación y construcción, del desarrollo que nos ocupa, se generaron varios tipos de residuos que pueden clasificarse como sigue

Residuos sólidos generados durante las etapas de preparación y construcción en el sitio



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Tipo de residuo	Destino de los residuos
Material producido del despalme y de la limpieza del sitio.	Será retirado y dispuesto en el tiradero municipal.
Residuos de baños.	Su recolección y disposición será responsabilidad de la empresa contratada para este servicio.
Residuos del comedor y la cocina.	Serán recolectados y trasladados en camiones al tiradero municipal o bien a aquellos sitios que considere la autoridad correspondiente.
Desperdicio de acero de refuerzo.	Será vendido como chatarra.
Madera de los empaques.	Entregada como leña para su desalojo.
Desperdicio de acero estructural.	Será vendido como chatarra
Desperdicio de tubería.	Será vendido como chatarra

Las emisiones a la atmósfera generadas durante la preparación del sitio y construcción fueron:

Las provenientes de los vehículos de combustión interna.	Serán enviados a la atmósfera.
Polvos fugitivos provocados por el movimiento de los equipos y del manejo de materiales.	Serán enviados a la atmósfera.

Residuos generados durante la etapa de operación:

Emisiones a la atmósfera.- Los contaminantes esperados de las emisiones provenientes de las chimeneas de fuentes fijas (pulverizador/secador, caldera y de los colectores de bolsas para controlar el polvo) a partir del uso de gas natural son:

- Nox 25 ppm por 1,000,000 de B.T.U.
- CO 50 ppm por 1,000,000 de B.T.U.
- HC 10 ppm por 1,000,000 de B.T.U.

De acuerdo a las especificaciones de los equipos y del combustible que utilizará (gas natural), no se espera generar ningún tipo de emisión peligrosa que pueda originarse en el reactor (tanque de precipitación en el cual se llevan a cabo las reacciones de H_2SO_4 , SiO_2Na y agua caliente). Las únicas emisiones esperadas por los técnicos serán únicamente de vapor de agua. Esto es debido a la forma en que se mezclan las materias primas.

Descarga de aguas residuales.- Se estima que las características del efluente en el punto de descarga serán las siguientes:

Gasto de descarga	=	75 m ³ /hr (promedio) 125 m ³ /hr (máximo)
Velocidad de descarga	=	5.73 pies/segundo
Modo de operación	=	Por bombeo 2 bombas de 115 m ³ /hora

Características fisico-químicas del agua:

Temperatura	=	30° C (promedio), 35° C (máximo)
-------------	---	----------------------------------

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



Salinidad	=	3 gl/lit de Na_2SiO_3 , 29 gl/lit de Na_2SO_4
Otras sales (Ca 50 mg/l, Na 70 mg/l, K 4 mg/l)		
pH	=	7.0 (promedio), 6.5 a 7.5 (rango)
Oxígeno disuelto	=	7.5 mg/l
DQO	=	15-20 mg/l
DBO	=	1-1.5 mg/l
Coloración	=	Ninguna
Sólidos suspendidos totales	=	100 ppm
Metales pesados	=	Fe 0.1 ppm

La descarga de agua de la planta de sílice, será tratada para remover sólidos. El método de tratamiento que se utilizará para el flujo será clarificación y filtración con la finalidad de asegurarnos que los sólidos suspendidos sean de menos de 100 ppm.

Al efluente se le adicionarán químicos (floculación y coagulación), para efficientar el proceso de tratamiento. El efluente irá a un clarificador y posteriormente pasará a través de filtros. La descarga se hará mediante un difusor submarino a la dársena, el cual se localizará a una profundidad de 10.0 m.

Residuos sólidos domésticos.- Los residuos sólidos de origen doméstico y de oficinas serán recolectados diariamente en bolsas de polietileno por el personal de intendencia. Estos residuos serán transportados en contenedores a la zona de manejo de desechos sólidos, donde serán recolectados por camiones pertenecientes al Municipio para su posterior disposición final en el relleno sanitario del Municipio.

Residuos sólidos industriales.- Los residuos sólidos que serán generados en la planta de sílice serán:

1. Los resultantes del sistema de tratamiento de las aguas residuales de proceso. Estos saldrán de los filtros prensa y se espera que se generen no más de 2 toneladas diarias de este residuo que es SiO_2 amorfo con un contenido de 20 a 25 % de sólidos. Este residuo tiene por característica una textura fina y un color blanco, y están clasificados, de acuerdo con los análisis efectuados como inertes.
2. El material que se obtenga en la casa de bolsas, cuyas características serán químicamente iguales a los productos que se elaboren.
3. El producto que se rechace por no cumplir con los requerimientos de calidad y que tenga que ser rechazado, este no sería mayor de 100 toneladas al año y su composición sería también arena sílica.
4. Los lodos provenientes de la planta de acondicionamiento de aguas de suministro, provienen de la decantación de las aguas crudas para su uso como aguas de proceso. El volumen variará dependiendo de la calidad del agua de suministro. Por su naturaleza, estos residuos no serán peligrosos y se depositarán junto con los demás residuos donde la Administración Portuaria Integral (API) lo indique.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Plan de emergencia.- Dado que las actividades realizadas en la planta no implican riesgos de proporciones catastróficas, sino al contrario, el tipo de accidentes se reduce a fallas de los equipos o negligencia de los operadores. Por lo que las acciones de prevención y entrenamiento de los trabajadores en el manejo y operación de los sistemas y equipos, contribuirá a reducir a un mínimo los accidentes. El empleo del equipo de seguridad complementará al plan de emergencia implementado en esta planta.

Normas oficiales mexicanas que rigen el proceso.

El proyecto de la planta de sílice, se regirá de acuerdo a la normatividad vigente para la industria química, para dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas en lo rubros de generación y disposición de residuos gaseosos, líquidos y sólidos. Asimismo respetará las disposiciones regulatorias sobre el uso del suelo contenidas en los planes y proyectos emitidos por los órganos Federales, Municipales y/o Estatales.

Asimismo se tendrá cuidado de observar la normatividad vigente y sus cambios, específicamente en los siguientes rubros:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente.

Agua:

- Reglamento para la prevención y control de la contaminación del agua
- Norma a observar para limitar la contaminación máxima permisible de descargas de aguas residuales en drenajes municipales.
- NOM-071-ECOL-1994. Límites máximos de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de productos químicos inorgánicos.

Ruido:

- Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por emisiones de ruido.

Aire:

- Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera.

Suelo:

- Plan de Desarrollo Urbano del área.
- Plan Subregional de Desarrollo del Area Metropolitana de la desembocadura del Río Pánuco en el Estado de Tamaulipas.
- Plan de Ordenamiento Ecológico.

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



1.2.3 Sección III

Aspectos generales del medio natural y socioeconómico.

Descripción General.- El puerto industrial de Altamira se localiza aproximadamente a 22 Km del puerto de Tampico, en la parte sur de la costa de Tamaulipas.

Su construcción empezó en el año de 1981 por decreto presidencial. A la fecha, es considerado como el más importante polo de desarrollo portuario e industrial; punto estratégico en el Golfo de México debido a su situación geográfica, permitiendo una mayor apertura comercial, principalmente con los países del continente europeo.

De acuerdo con el plan de desarrollo del puerto industrial Altamira (FONDEPORT, 1985), el uso del suelo está destinado para el desarrollo industrial portuario y de servicios portuarios.

Actualmente, el puerto de Altamira presenta una estructura que le permite albergar a la industria pequeña, mediana y pesada, siendo la principal actividad, la llevada a cabo por la industria petroquímica, así como la importación y exportación de materias primas.

Rasgos físicos.- Para el desarrollo de esta sección se recurrió al análisis bibliográfico, recurriendo a las fuentes de información existente a nivel institucional, lo que se complementó con las observaciones y toma de datos en campo, durante la visita de inspección ecológica.

Climatología.- El clima en esta región se clasifica como cálido, subhúmedo, con lluvias en verano (Koppen). La temperatura media anual en la zona es de 24.2 °C

Geomorfología y Geología.- La zona en estudio se localiza dentro de la provincia llamada "Llanura Costera del Golfo", o "Planicie Costera Nororiental", misma que se originó por movimientos tectónicos en la Era Cenozoica (hace 65 millones de años), y se encuentra limitada al Norte por el río Guayalejo y la población de Xicoténcatl, Tamaulipas, al sur las poblaciones de Nautla y Misantla, Ver., al este por el Golfo de México y al occidente por la Sierra Madre Oriental. Las formaciones de esta región están constituidas principalmente por rocas calizas, lutitas, margas y asociaciones de ambas.

Tipos de Suelos.- Se describen como unidades edáficas que caracterizan a la zona en estudio, como resultado de la acción conjunta de los materiales de origen y los procesos de formación de suelos. Están constituidos por la siguiente asociación Regosol calcárico (Re) + Cambisol Cálculo (Ck) + Vertisol Pélico (Vp/2) con clase textural media. Las características físicas de estos suelos son: poca profundidad (menos de 90 cm de espesor), presentan obstrucción superficial de 5 a 15%, de textura arcillosa, con menor contenido de limo y arena, por lo que presenta baja permeabilidad y un drenaje interno deficiente. El pH en la mayor parte de estos suelos es alcalino, ya que presentan una gran acumulación de carbonato de calcio

Hidrología.- La zona en estudio se encuentra ubicada en la región hidrológica R H No 26 Pánuco, localizada en la parte sur con una área de 16,226.07 km²

Los principales escurrimientos superficiales son: el río Pánuco, el Tamesí y el arroyo "Garrapatas", los principales cuerpos de agua naturales son las lagunas de Altamira, la Culebra, Champayan, de Tamés, de Tortugas, de San Andrés, la Vega Escondida y la Laguna de Chairel



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

El drenaje subterráneo (hidrología subterránea), lo forma el acuífero subterráneo que subyace la zona. Esta conformado, principalmente por lutitas de las formaciones Cárdenas y Méndez del Cretácico superior. Las condiciones de baja permeabilidad, se deben, principalmente a su composición arcillosa, su escasa fragmentación y a sus estratos horizontales.

Rasgos Biológicos

Descripción general.- El proyecto motivo del presente estudio se encuentra localizado en el Puerto de Altamira. Esta área se localiza dentro de la zona ecológica del Trópico Húmedo, la cual corresponde a la Provincia Llanura de la Costa Golfo Norte Cervantes, 1991).

Vegetación.- En la región de Altamira se observan en general, comunidades características de clima más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano.

Las comunidades vegetales presentes cuentan con numerosos representantes adaptados para defender el escaso líquido. Así, podemos observar que destacan, como especies dominantes, las acacias y mezquites con una amplia densidad y variedad de la familia de las cactáceas.

La vegetación en el predio donde se desarrollará el proyecto, se encuentra en colindancia a la dársena del Puerto Industrial de Altamira por lo que éste fue rellenado; aunado a esto el predio fue adquirido, en una primera instancia, por FERTIMEX, el cual construyó algunas instalaciones. Debido a esto, las características ambientales del área en estudio han sido modificadas totalmente con anterioridad.

Puntualmente en el área donde se desarrollará la obra existe una cubierta vegetal escasa, la cual podría ser nombrada como vegetación pionera, ya que se desarrolla sobre el relleno realizado, y que puede ser clasificada como pastizal halófilo.

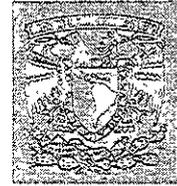
Fauna.- En lo que respecta a la fauna, el entorno correspondiente al área de estudio, se observa que la familia silvestre guarda afinidades con grupos taxonómicos característicos de la subregión nearctica, como otros procedentes de la Subregión Neotropical (Herskovitz). Esto hace que la fauna silvestre en la zona sea rica y variada. Sin embargo, como ya se ha mencionado, la zona donde se pretende ubicar la Planta de Sílice se encuentra dentro del Puerto Industrial de Altamira. Las obras de construcción de éste modificaron de manera drástica el hábitat natural de las especies que se encontraban originalmente, lo que ocasionó el desplazamiento de estas hacia otras zonas. Debido a ello, actualmente no existe presencia de fauna silvestre dentro de esta zona.

Medio Socioeconómico

Descripción general de la zona.- Debido a que la región de Altamira posee en la actualidad una vocación industrial, podemos señalar que esta cuenta con la infraestructura vial, portuaria y de servicios necesaria para la instalación de la Planta de Sílice.

Datos socioeconómicos de la región.- Dadas las características de las actividades realizadas en la zona, se habla de una economía de mercado. Con marcada tendencia del comercial internacional.

**I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.**



Población y Educación.- Con la construcción de la Planta de Sílice, se pretende promover el uso de mano de obra local, por lo que no se consideran cambios demográficos (migración). En el aspecto educativo, no habrá incremento en la demanda actual, ya que la empresa impartirá cursos de capacitación al personal contratado.

Vivienda.- No se prevé demanda en este rubro.

1.2.4 Sección IV

Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo.

Plan de Desarrollo Urbano del Area.- El proyecto a realizarse se ubica en la zona portuaria - industrial de Altamira, la cual tiene una vocación específicamente industrial por lo que el proyecto es congruente con el plan de desarrollo urbano de la zona donde se pretende ubicar.

Plan Subregional de Desarrollo del Area Metropolitana de la Desembocadura del río Pánuco.- Este plan aprobado por el Gobernador de la entidad y publicado en el diario oficial el 15 de enero de 1983, así como la declaratoria de reserva, usos y destinos derivados del mismo plan, y publicada en el Organismo Oficial del Gobierno del Estado, el 16 de febrero de 1985, asignan a la zona en cuestión el uso del suelo requerido para la ejecución de proyectos de tipo industrial como el presentado en este estudio.

Proyectos de Ordenamiento Ecológico en la zona.- La zona donde se ubicará el proyecto ha sido incluida en el proyecto de ordenamiento ecológico de la desembocadura del río Pánuco, que se desarrolla inicialmente como Plan Maestro del Puerto Industrial de Altamira.

La ejecución de este proyecto contempla evitar conflictos de uso de suelo, además de reducir los impactos resultantes, considerando las alternativas tecnológicas más viables.

Áreas Naturales Protegidas.- No existen áreas naturales protegidas en las inmediaciones de la zona en donde se realizará el proyecto motivo del presente estudio.

Con base en lo anterior, podemos señalar que el proyecto de la Planta de Sílice, es compatible con las disposiciones regulatorias sobre el uso del suelo contenidas en el Plan de Desarrollo Urbano del Area, el Plan Subregional de Desarrollo del Area Metropolitana de la Desembocadura del Río Pánuco en el Estado de Tamaulipas y el Proyecto de Ordenamiento Ecológico



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES PREVISTAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO	
		PREPARACION DEL SITIO	OPERACION
A	ADVERSO SIGNIFICATIVO SIN MEDIDA DE MITIGACION	CONSTRUCCION	OPERACION
A*	ADVERSO SIGNIFICATIVO CON MEDIDA DE MITIGACION	CONSTRUCCION	OPERACION
B	BENEFICO SIGNIFICATIVO	CONSTRUCCION	OPERACION
B*	BENEFICO NO SIGNIFICATIVO	CONSTRUCCION	OPERACION
A	ADVERSO SIGNIFICATIVO SIN MEDIDA DE MITIGACION	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION
A*	ADVERSO SIGNIFICATIVO CON MEDIDA DE MITIGACION	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION
B	BENEFICO SIGNIFICATIVO	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION
B*	BENEFICO NO SIGNIFICATIVO	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION

FACTORES ABIOTICOS	FACTORES BIOTICOS	FACTORES SOCIALES	FACTORES AMBIENTALES (EXC. SOCIALES)
A	A	A	A
A*	A*	A*	A*
B	B	B	B
B*	B*	B*	B*

SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	CARACT. FISICOQUIMICAS	DRENAJE VERTICAL	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	CARACT. GEOMORFOLOGICAS	CALIDAD DEL AIRE	VISIBILIDAD	MICROCLIMA	TERRESTRE	AGUATICA	APARIENCIA VISUAL	CALIDAD AMBIENTE (EXC. SOCIALES)	BIENESTAR SOCIAL	TRANSPORTE	EMPLEO E INGRESO REGIONAL
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*	a*
b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*	b*

Fig. No. V.1 MATRIZ DE LEOPOLD (Matriz de Cribado)



1.2.5 Sección V

Identificación de los elementos y acciones del proyecto susceptibles de producir impacto.

Identificación de las relaciones causa-efecto (Matriz de Leopold).- En esta sección se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se darán por la ejecución del proyecto, sobre los diferentes componentes del ambiente, desde la etapa de preparación del sitio hasta la etapa de operación.

La identificación y descripción de impactos se realiza con base en las interacciones del proyecto con el ambiente que lo sustenta, considerando las obras o las acciones generadoras y las áreas ambientales receptoras del impacto, durante cada etapa de desarrollo del proyecto

Una vez identificados y descritos los impactos se procede a su evaluación, mediante una matriz de interrelación causa-efecto (ver matriz de evaluación).

La evaluación se efectúa asignando criterios de significancia en función de la adversidad o beneficio que el proyecto representa para el ambiente en sus diversos componentes (medio natural y medio socioeconómico), considerando en general como impactos adversos a aquellos que causen daños y/o alteraciones al medio natural y reduzcan la producción o bienestar social del área donde se asienta éste proyecto, ya sea de manera reversible o irreversible, mientras que los efectos benéficos de una acción serán aquellos que incrementen el desarrollo productivo y social del área, así como la preservación de los recursos naturales de la misma; también de manera reversible o irreversible

Finalmente la significancia se establece con dos grados de magnitud, definiéndose impactos no significativos, e impactos significativos, los cuales a su vez pueden representar efectos adversos o efectos benéficos

Descripción de la técnica aplicada.- Cada proyecto de desarrollo tiene características especiales o propias, por lo que la metodología para la identificación debe ser diseñada según las características propias de cada proyecto

El proyecto "Planta de Sílice" presenta una situación especial de acuerdo a las siguientes características:

La zona ha sido afectada con anterioridad por las obras llevadas a cabo para la construcción del puerto y la dársena del PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA.

El terreno motivo del presente estudio presenta modificaciones ambientales que fueron producidas con anterioridad, debidas a las obras de relleno y a las instalaciones construidas por los anteriores ocupantes. Debido a ello, es importante señalar que modificaron de manera drástica las condiciones naturales de la zona

A partir de lo anteriormente señalado, se diseñó la siguiente metodología para la identificación de los impactos ambientales atribuibles al proyecto.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Se utilizó la técnica matricial de Leopold (1971), donde la información contenida en los renglones se adecua para hacerla acorde a las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tratando de cubrir todos los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos presentes.

En las columnas de la matriz se anotan las actividades específicas que se deben realizar para ejecutar las obras requeridas por el proyecto, marcando una sección particular para cada una de las etapas de desarrollo, es decir, preparación del sitio, construcción y operación.

Con esta técnica matricial se identifican los efectos negativos y positivos del proyecto al medio ambiente.

La simbología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, misma que permite realizar un análisis descriptivo por actividad para las interacciones entre proyecto y ambiente así como elaborar una evaluación global de los impactos debidos al proyecto en su etapa de operación, explicando sus alcances y las consideraciones para su clasificación.

Simbología para la interpretación de la matriz de Leopold.

a	Efecto adverso no significativo sin medida de mitigación
a*	Efecto adverso no significativo con medida de mitigación
A	Efecto adverso significativo sin medida de mitigación
A*	Efecto adverso significativo con medida de mitigación
b	Efecto benéfico no significativo
B	Efecto benéfico significativo
?	Efecto donde no se sabe si existe impacto adverso
	No existe impacto

Identificación y descripción de los impactos.- Los impactos ambientales que se pueden generar por la implantación de cualquier proyecto de desarrollo se establecen en función del tipo de acciones y obras que se llevarán a cabo, durante sus tres etapas de implantación es decir, durante la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto

Es importante destacar que el predio donde se localizará el proyecto fue afectado desde la construcción de la dársena del puerto, así como por las obras complementarias del mismo, aunado a las obras ejecutadas (algunas incompletas) por la empresa FERTIMEX.

A partir de lo anteriormente señalado, el medio ambiente en donde se localiza el predio en donde se desarrollará el proyecto en estudio, así como sus alrededores, se encuentran degradados, principalmente en sus componentes suelo, agua, relieve, flora y fauna.

Las características originales del suelo y relieve fueron modificadas por rellenos y obras posteriores.

Actualmente, la flora en el área de estudio consiste únicamente de vegetación halófila, como comunidad pionera que crece sobre el relleno y en obras posteriores que se ejecutaron en este sitio.

La fauna característica de la zona fue desplazada al ser destruido su hábitat.

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



Impactos esperados de la zona en estudio:

Básicamente, durante la preparación del sitio se generarán impactos de transformación de áreas, es decir, se modificarán aspectos morfológicos de la calidad del suelo, calidad del agua, abundancia o distribución de flora o fauna, y el estilo o calidad de vida de los habitantes del área afectada y en la calidad del aire. Sin embargo, a partir de lo anteriormente expuesto, se espera que la mayoría de los impactos sean no significativos.

Durante la etapa de construcción los impactos que se generarán serán de ocupación de las áreas previamente preparadas, esto, debido a que con anterioridad se ejecutaron obras de ingeniería civil que determinaron un cambio definitivo en los atributos naturales y socioeconómicos del ambiente previo a la ejecución de las obras.

Finalmente, durante la operación se generarán impactos al medio natural y socioeconómico por las actividades propias de un desarrollo industrial, propiciándose un deterioro ambiental a largo plazo, ocasionando una contaminación permanente de los ecosistemas, teniendo además secuelas de tipo socioeconómico, si no se implantan las medidas de prevención, control y mitigación a los impactos potenciales del proyecto.

Por medio de una matriz de cribado (fig. No.V.1), se pudieron identificar los impactos los cuales se valoraron de acuerdo a los criterios anteriormente señalados.

1.2.6 Sección VI

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

Descripción y Justificación.- En la sección anterior, se determinaron los impactos ambientales provocados por la ejecución del proyecto, identificándose las acciones más importantes y las áreas más importantes

Por lo que se desprende del análisis de identificación de impactos, se observa que las acciones que afectan más fuertemente son Aguas residuales Negras e Industriales, Manejo de Desechos Sólidos, Emisiones a la Atmósfera, Almacenamiento de Combustibles, Almacenamiento de Materias Primas Almacenamiento del Producto.

En esta sección se describirán las medidas de mitigación y/o prevención para cada uno de los impactos identificados en donde sea aplicable este rubro

Se entiende como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción, tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos ocasionados sobre el ambiente debido a la ejecución de cualquier proyecto de desarrollo

Las medidas de mitigación están encauzadas a la instrumentación y aplicación de programas y reglamentos que permitan el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales Este rubro es de igual manera aplicable a los procesos constructivos y operativos que puedan ocasionar impactos significativos. De esta manera, las medidas propuestas requerirán a su vez de un programa que establezca su ejecución sobre las diversas etapas de desarrollo del proyecto



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Las medidas de mitigación que se proponen a continuación son resultado del análisis y evaluación de los impactos identificados en la matriz de evaluación y cribado como "Adversos Significativos con medidas de mitigación".

Dichas medidas están enfocadas a mitigar principalmente los impactos adversos significativos, partiendo básicamente del control en las acciones que los motivan durante cada etapa de desarrollo del proyecto; pero también contribuirán a mantener los impactos benéficos generados por la implantación del mismo.

La aplicación de estas medidas se justifica por la necesidad de mantener un desarrollo económico equilibrado, acorde con las políticas de protección ambiental vigentes a nivel nacional, y que contemplarán los siguientes puntos:

Medidas de mitigación generales.- Estas medidas se establecen como acciones de aplicación general durante la ejecución del proyecto:

1. Limitarse a las dimensiones específicas del proyecto.
2. Manejar de manera adecuada los residuos líquidos y sólidos.
3. Respetar los cauces permanentes o intermitentes a lo largo de las vialidades.
4. Dotar de servicios y medidas de seguridad en el trabajo adecuados al personal empleado, durante las diferentes etapas del proyecto.
5. Cumplir con las normas y reglamentos contemplados por la SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca), CNA(Comisión Nacional del Agua), SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), CFE(Comisión Federal de Electricidad), API(Administración de Puertos Industriales de Altamira) y STPS (Secretaría de Previsión y Trabajo Social), entre otras.
6. Diseñar y ubicar las obras de drenaje, considerando los escurrimientos y excedentes extraordinarios durante época de lluvias.
7. Considerar un programa de forestación con especies acordes a las características del suelo en donde se desarrolle el proyecto.
8. Contar con equipos de control de la contaminación:
 - Aguas residuales industriales y domésticas(plantas de tratamiento).
 - Emisiones a la atmósfera (casa de bolsas).

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR ETAPA DEL PROYECTO

Generalidades.- Todas las obras consideradas en la ejecución del proyecto "Planta de Sílice", serán acordes con los lineamientos sobre Usos y Destinos estipulados en el Plan Director de Desarrollo Urbano del Area, Plan Subregional del Area Metropolitana de la Desembocadura del Río Pánuco en el Estado de Tamaulipas. Proyecto de Ordenamiento Ecológico en la Zona Areas Naturales Protegidas; establecidos por el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Tamaulipas y por el Gobierno Municipal de Altamira; así como los establecidos tanto por el Fideicomiso del

**1.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.**



Puerto Industrial de Altamira (FONDEPORT) y API Altamira (Administración de Puertos Industriales).

Preparación del sitio.

Las actividades comprendidas en esta etapa no constituyen las afectaciones más importantes en este proyecto.

Despalme.- Los materiales resultantes de las prácticas de despalme serán dispuestos en un sitio predeterminado dentro del predio.

Limpieza del sitio.- Los materiales producto del despalme serán retirados del área de proyecto para evitar la proliferación de fauna nociva.

Movimiento del equipo.- Los vehículos y maquinaria utilizados en esta etapa del proyecto, observarán los lineamientos existentes sobre emisiones de humo y gases para motores a diesel y gasolina.

Mano de Obra.- Para evitar afectaciones a la fauna por la actividad del hombre, todo tipo de actividades y movimientos de personal, quedará circunscrito al derecho de vía del proyecto.

Aguas residuales negras.- La disposición de las aguas residuales durante esta etapa, no se hará en la dársena. Se colectará y desalojará de la obra por el servicio contratado de letrinas portátiles.

Manejo de residuos sólidos.- Los residuos de la construcción se almacenarán en un sitio preestablecido. Los residuos domésticos, se almacenarán en contenedores con tapa. La disposición final será en los sitios establecidos para este fin.

Emisiones a la atmósfera.- Para controlar la dispersión de polvo, se humedecerá con agua cruda las áreas de trabajo. Y el control de los humos y gases de los vehículos se hará observando los lineamientos existentes en este rubro.

Manejo de combustibles.- Los combustibles deberán ser transportados en recipientes que garanticen la ausencia de derrames accidentales. El área donde se almacenen deberá estar techada para evitar calentamiento excesivo de los mismos, contando además con extintores para controlar cualquier contingencia.

Etapa de construcción.

Las actividades que comprenden esta etapa no constituyen las afectaciones más desfavorables del proyecto.

Manejo de material.- La transportación de los materiales requeridos para esta etapa del proyecto se realizará en vehículos cubiertos con la finalidad que sean dispersados por el viento. El almacenamiento de materiales de construcción se deberá realizar en sitios previamente establecidos para ello.

Relleno.- Para esta actividad no existe mitigación, sin embargo se considerarán criterios de balance de materiales, con el fin de requerir volúmenes mínimos de bancos exógenos al predio del proyecto.



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Movimiento de equipo.- Los vehículos y maquinaria utilizados en esta etapa del proyecto observarán los lineamientos existentes sobre emisiones de humo y gases para motores a diesel y gasolina.

Manejo y disposición de residuos sólidos.- Los residuos domésticos se almacenarán en contenedores de basura con tapa, mismos que serán recolectados por el servicio municipal de limpieza. Los residuos sólidos quedarán bajo el control directo del ejecutor de las obras, con el fin de evitar que estos se depositen indiscriminadamente en los predios aledaños.

Combustible: Almacenamiento y Derrames.- Los combustibles deberán ser transportados en recipientes que garanticen la ausencia de derrames accidentales. El área donde se almacenen deberá estar techada para evitar calentamiento excesivo de los mismos, contando además con extintores para controlar cualquier contingencia.

Mano de obra.- Para evitar afectaciones a la fauna por la actividad del hombre, todo tipo de actividades y movimientos de personal, quedará circunscrito al derecho de vía del proyecto. Con el fin de minimizar los impactos por la demanda de transporte, la empresa responsable de la ejecución de la obra establecerá un sistema de transporte de personal con capacidad suficiente para la demanda generada.

Requerimiento de agua.- Se empleará agua cruda para humedecer aquellos materiales que provoquen polvos fugitivos. El agua potable que se utilizará para el consumo del personal que labore en esta etapa del proyecto.

Excavación.- El material extraído durante las excavaciones deberá ser devuelto a su lugar de origen si las características de la construcción lo permiten, con la finalidad de que el suelo no pierda sus características actuales.

Emisiones a la atmósfera.- Para controlar la dispersión de polvo, se humedecerá con agua cruda las áreas de trabajo. Y el control de los humos y gases de los vehículos se hará observando los lineamientos existentes en este rubro.

Manejo de productos químicos.- El área donde se almacenen estos productos (pinturas, impermeabilizantes, anticorrosivos, entre otros), deberá estar techada para evitar calentamiento excesivo de los mismos, también deberá tener piso de concreto para que en caso de derrame accidental se evite la contaminación del suelo y del manto freático.

Residuos domésticos.- Los residuos domésticos, se almacenarán en contenedores con tapa. La disposición final será en los sitios establecidos para este fin.

Aguas residuales negras.- La disposición de las aguas residuales durante esta etapa, no se hará en la dársena. Se coleccionará y desalojará de la obra por el servicio contratado de letrinas portátiles.

Etapa de operación.

Es en esta etapa del proyecto donde pudieran de presentarse las afectaciones más importantes.

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



Manejo de materia prima y combustibles.- El manejo de las materias primas se realizará de acuerdo con las normas y especificaciones proporcionadas por los proveedores; serán transportadas por ductos y contarán con válvulas de alivio y de seguridad, las cuales serán controladas de forma manual y además automática por un computador central..

Los equipos e instalaciones (igual que las demás áreas y sistemas) serán supervisadas regularmente, y sometidas a las acciones programadas de mantenimiento.

Los tanques de almacenamiento de materias primas (tanques de día) y de combustibles deberán sujetarse a las normas oficiales vigentes. Estos tanques deberán estar sellados a fin de evitar la exposición de estos al medio ambiente, así como al calentamiento excesivo. Estas instalaciones deberán contar con una placa forma de concreto y bordos de contención con las dimensiones mínimas requeridas a fin de evitar escurrimientos no controlados que contaminen el suelo, el manto freático, el agua de la dársena y la fauna acuática presente.

Estas áreas contarán con avisos preventivos indicando el tipo de producto que se almacena y los cuidados que deben tenerse. Contarán con extintores y cubos de arena para controlar cualquier contingencia. El personal que se encuentre laborando en estas áreas será capacitado para el correcto manejo de estas sustancias, y observará las disposiciones sobre las medidas de seguridad establecidas

La planta contará con un sistema automatizado para el control de los procesos, incluyendo el suministro de la materia prima

Debido a que las materias y combustibles que serán utilizados durante la fase de operación son consideradas como riesgosas, se contempla instalar un sistema contra incendios.

Circulación vehicular.- Los vehículos utilizados en esta etapa del proyecto observarán los lineamientos existentes sobre emisiones de humo y gases para motores a diesel y gasolina.

Residuos domésticos.- Con el fin de evitar impactos adversos sobre el agua superficial, agua subterránea, suelo, calidad del aire, fauna acuática, apariencia visual, calidad del ambiente y bienestar social, los desechos domésticos se dispondrán de la siguiente manera. Los residuos domésticos se almacenarán en contenedores de basura con tapa, mismos que serán recolectados por el servicio municipal de limpieza

Residuos industriales.- Durante esta etapa se generarán desechos sólidos industriales, los provenientes de la planta de tratamiento de aguas industriales, los captados en las casa de bolsa, los lodos de la planta de tratamiento de agua de suministro y los productos caducos o que no cumplan con las especificaciones.

Los primeros y los segundos serán almacenados en sitios predeterminados, a salvo de viento o lluvia. Posteriormente, estos residuos serán enviados a los predios que API determine para rellenar sitios en donde se requiera sobreelevar el nivel del terreno

Los lodos resultado de la decantación en la planta de agua de suministro por sus características de no peligrosidad, y el eventual producto fuera de calidad serán enviados a los sitios de relleno que defina la API



I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA. MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

Mano de obra.- Se establecerá una política de selectividad y contratación preferente del personal, para los habitantes de poblados cercanos al proyecto.

Demanda de agua.- Se deberá contar con un programa de ahorro de agua con que incluya la utilización de instalaciones sanitarias de 6 litros. El agua potable estará restringida al uso y consumo humano.

Emisiones a la atmósfera.- Para evitar la contaminación atmosférica proveniente de los calentadores o equipo de secado dentro del proceso, se deberá utilizar como combustible gas natural. El control de los humos y gases de los vehículos se hará observando los lineamientos existentes en este rubro.

Todas las chimeneas contarán con sus respectivas plataformas y puertos de muestreo para la realización de muestreos periódicos.

Aguas residuales industriales.- No deberán existir en ningún caso descargas de aguas residuales al mar o a la dársena sin pasar previamente por un sistema de tratamiento.

Almacenamiento del producto.- El producto deberá ser almacenado en paquetes y en sitios en donde se asegure su nula dispersión por el viento, lluvia o algún intemperismo severo.

Las áreas de almacenamiento del producto serán supervisadas regularmente, y sometidas a las acciones programadas de mantenimiento de manera estricta a fin de evitar dispersión del producto.

1.2.7 Conclusiones.

A partir de la información bibliográfica y de aquella recabada en el sitio, así como del análisis del cribado de las afectaciones producidas por el proyecto en cuestión, se estima lo siguiente:

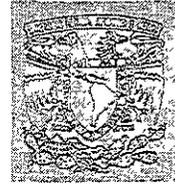
El proyecto de la Planta de Sílice, se ubica en una superficie aproximada de 118,099.41m², dentro del puerto industrial de Altamira, Tamaulipas y es compatible con las disposiciones regulatorias sobre el uso del suelo contenidas en el Plan de Desarrollo Urbano del área, el Plan Subregional del Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de la desembocadura del río Pánuco en el estado de Tamaulipas y Proyectos de Ordenamiento Ecológico.

Aunado a lo anterior, cabe señalar que las inmediaciones de la zona en donde se realizará el proyecto, motivo del presente estudio, no existen áreas naturales protegidas.

Es importante destacar que el predio donde se localizará, fue modificado por la acumulación de material de dragado originado durante la construcción de la dársena del puerto, y por la construcción parcial e inconclusa de instalaciones de FERTIMEX.

A partir de lo anteriormente señalado el medio ambiente donde se localiza el predio en donde se construirá el proyecto en cuestión, así como sus alrededores, se encuentran fuertemente modificados, principalmente en sus componentes suelo, agua, relieve, flora y fauna. Actualmente, la

I.- ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA.
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.



flora en el área de estudio consiste únicamente de vegetación halófila, como comunidad pionera que crece sobre el relleno y en obras posteriores que se ejecutaron en este sitio.

La fauna característica de esta zona fue desplazada al ser destruido su hábitat

El análisis realizado en la matriz de cribado de Leopold nos indica que los impactos más representativos(negativos) en las diferentes etapas del proyecto se podrían presentar en: el sistema marino(descarga de aguas residuales), suelo(manejo de residuos) y aire(polvos). Estos efectos serán mitigados si se realizan cada una de las medidas anotadas en el apartado correspondiente.

Es importante enfatizar, que los impactos de mayor relevancia se darán durante la etapa de operación de la planta, sin embargo estos serán mitigables mediante: agua(instalación de una planta de tratamiento y emisor), suelos(disposición de residuos en lugar adecuado) y aire(instalación de equipos de control de partículas)

La ejecución del proyecto en sus diferentes etapas traerá como consecuencia la contratación de mano de obra que derivará en un mejoramiento en el bienestar social. Asimismo, traerá la captación de divisas por la venta del producto, así como una derrama económica por el correspondiente pago de impuestos y servicios.

A su vez, se motivará a un mayor número de inversionistas a ubicarse dentro del puerto Industrial de Altamira

Con base en el presente estudio y con fundamento en las disposiciones oficiales vigentes, se concluye que la realización del proyecto denominado "Planta de producción y procesamiento de sílice", es factible siempre y cuando se observen las medidas de seguridad y mitigación correspondientes.

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



II. CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



II. CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

El objetivo de este capítulo es presentar los lineamientos seguidos en el desarrollo del proyecto ejecutivo referente al análisis y diseño de las diferentes estructuras que componen la Planta de Generación de Sílica, también mostramos el criterio de la estructuración de los edificios de Silos, Spry Dryer y Filtros Prensa así como los modelos de análisis empleados para estos edificios

El análisis estructural es una materia que estudia el comportamiento de sistemas estructurales sometidos a la acción de diversos tipos de carga, permitiendo determinar los elementos mecánicos y cinemáticos de dichos sistemas estructurales. Un sistema estructural es un conjunto de barras ordenadas de tal forma que permiten resistir y transmitir fuerzas y momentos externo.

Existen diferentes métodos de análisis estructural desarrollados a partir de modelos matemáticos y verificados por pruebas de laboratorio y campo o bien por observaciones de estructuras reales, es claro que en la teoría estructural se hacen suposiciones simplificadoras pero prácticas que permiten obtener resultados confiables y suficientemente aproximados.

En este capítulo presentamos los conceptos fundamentales del análisis estructural así como la teoría general del método de las rigideces, método de Kani, el método de Cross y finalmente los conceptos generales del Método del elemento finito

En la actualidad las grandes empresas tienden a proporcionar servicios cada vez más completos desarrollando incluso los estudios de Ingeniería Básica y más aun los servicios de mantenimiento posteriores a la construcción de la planta. conocidos estos como proyectos IPCyM (Ingeniería, procuración, construcción y mantenimiento).

Parte importante previa al desarrollo de la construcción de una planta industrial del tipo en estudio. es el PROYECTO EJECUTIVO ya que en esta fase del proyecto ejecutivo, se emitirán todos los documentos técnicos generados por todas las disciplinas de ingeniería involucradas y en status "emitido para construcción" o "aprobado para construcción"

Es en esta fase donde la ingeniería básica proporcionada muchas veces por el cliente es tomada por los diferentes departamentos de ingeniería para desarrollar la ingeniería de detalle elaborando para esto, criterios de diseño, especificaciones de diseño, bases de diseño, memorias de calculo, planos para construcción, volúmenes de obra y requisiciones de materiales; enmarcado todo lo anterior bajo un PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO

En el desarrollo de esta etapa en el proyecto en estudio se generaron numerosos documentos técnicos para la ejecución de este, desde el punto de vista constructivo, de procuracion y operativo; en este capítulo se mostraran básicamente los criterios de diseño que se emplearon para las estructuras de concreto (cimentaciones y edificios) y acero estructural. De manera general haremos referencia a las diferentes normas, especificaciones y reglamentos que se deben cumplir para la ejecución de este tipo de proyectos



2.1 METODOS DE ANALISIS Y DISEÑO.

2.1.1 CONCEPTOS GENERALES.

Un sistema estructural es un conjunto de elementos ordenados y apoyados de tal forma que pueden resistir y transmitir las fuerzas y momentos externos que se le apliquen. Estas acciones externas provocan una respuesta del sistema estructural manifestada por medio de deformaciones y fuerzas internas. a continuación presentaremos conceptos a nivel definición de la teoría de estado de esfuerzo y deformación interna de un sistema estructural.

a) Esfuerzo:

Un esfuerzo puede definirse de manera general como una fuerza interna por unidad de área.

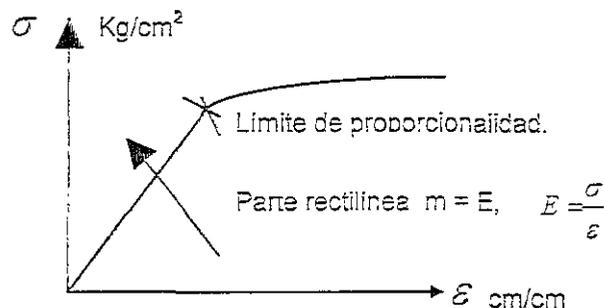
$$\sigma = \frac{\text{fuerza}}{\text{area}}$$

b) Deformación:

Cuando un sistema de fuerzas y momentos actúa sobre un sistema estructural, este se deforma. Una deformación es un cambio o variación en la forma original de los elementos que componen el elemento estructural. La deformación unitaria es la deformación por unidad de longitud en una dirección determinada.

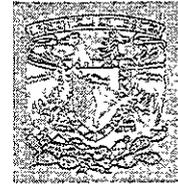
c) Modulo de elasticidad:

El modulo de elasticidad es la pendiente de la parte inicial rectilínea de la curva esfuerzo-deformación, el límite de proporcionalidad de la curva esfuerzo-deformación, es el punto hasta donde el cambio en el esfuerzo, es igual al cambio correspondiente al de la deformación ϵ multiplicada por el modulo de elasticidad E .



A la relación σ / ϵ y hasta el límite de proporcionalidad se le conoce como ley de Hooke y dentro de este límite elástico, no hay deformación residual permanente cuando se quita la carga. material de esta propiedad es el acero. En el comportamiento elástico no lineal, el esfuerzo no es proporcional a la deformación y la deformación no se mantiene cuando la carga es retirada.

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



d) Ductilidad:

Es la propiedad que tienen los materiales de deformarse bastante sin presentar falla o fractura, se mide a partir de alargamiento y reducción de área en pruebas de tensión y se expresa en porcentaje.

e) Módulo de rigidez:

El módulo de rigidez o módulo de cortante de elasticidad se define como la relación entre el esfuerzo cortante unitario y la deformación cortante unitaria

$$G = \frac{\nu}{\gamma}$$

Donde:

G = módulo de rigidez
 ν = esfuerzo cortante unitario
 γ = deformación cortante unitaria

El módulo de rigidez está relacionado con el módulo de elasticidad E, en tensión y compresión por la ecuación:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

En donde μ es una constante conocida como relación de Poisson.

f) Coeficiente de Poisson:

Cuando un material se somete a pruebas de tensión y compresión presenta deformaciones longitudinales y transversales, en pruebas de tensión presenta alargamientos en la dirección de la fuerza y reducción de la sección transversal, en pruebas de compresión el elemento tiende a reducir su longitud en la línea de acción de la fuerza y a expandirse en su sección transversal, la relación entre la deformación transversal unitaria y la longitudinal unitaria se conoce como relación de Poisson.

g) Fuerzas externas:

Son fuerzas que actúan de un cuerpo sobre otro en sus superficies de contacto

h) Fuerzas internas:

Son aquellas que se presentan al interior de un cuerpo como resultado de subdividirlo en partes.



2.1.2. METODO DE CROSS.

El método de Cross, también conocido como "Método de Distribución de Momentos", se establece a partir de las siguientes hipótesis:

- En la estructura los desplazamientos verticales en los nudos son nulos.
- En la estructura los desplazamientos horizontales en los nudos son nulos.
- Existen únicamente valores en los giros en los extremos de una barra de la estructura.

De la ecuación fundamental del método de las rigideces:

$$\underline{F}^e = \underline{F}^o + k \cdot \underline{U}$$

Tenemos que:

$$\begin{bmatrix} F_{ix}^e \\ F_{iy}^e \\ M_{iz}^e \\ F_{jx}^e \\ F_{jy}^e \\ M_{jz}^e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{ix}^o \\ F_{iy}^o \\ M_{iz}^o \\ F_{jx}^o \\ F_{jy}^o \\ M_{jz}^o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{11} & 0 & 0 & K_{14} & 0 & 0 \\ 0 & K_{22} & K_{23} & 0 & K_{25} & K_{26} \\ 0 & K_{32} & K_{33} & 0 & K_{35} & K_{36} \\ K_{41} & 0 & 0 & K_{44} & 0 & 0 \\ 0 & K_{52} & K_{53} & 0 & K_{55} & K_{56} \\ 0 & K_{62} & K_{63} & 0 & K_{65} & K_{66} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \\ u_j \\ v_j \\ w_j \end{bmatrix}$$

$$u_i = 0, \quad v_i = 0, \quad u_j = 0 \quad \text{y} \quad v_j = 0$$

$$M_{iz}^e = M_{iz}^o + K_{33}w_i + K_{36}w_j$$

$$M_{jz}^e = M_{jz}^o + K_{63}w_i + K_{66}w_j$$

$$M_{iz}^e = M_{iz}^o + K_{33}w_i + K_{36}w_j$$

$$M_{jz}^e = M_{jz}^o + K_{63}w_i + K_{66}w_j$$

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



Por lo que la solución de las ecuaciones arriba desarrolladas nos dará los momentos de cualquier elemento analizado con este método

Además de la solución por medio de matrices, el método de Cross puede operarse por medio de un método de análisis semigráfico, mismo que a continuación exponemos.

Considérese la figura 1, mostrada a continuación, en la cual la estructura está sujeta a la aplicación externa de un momento M

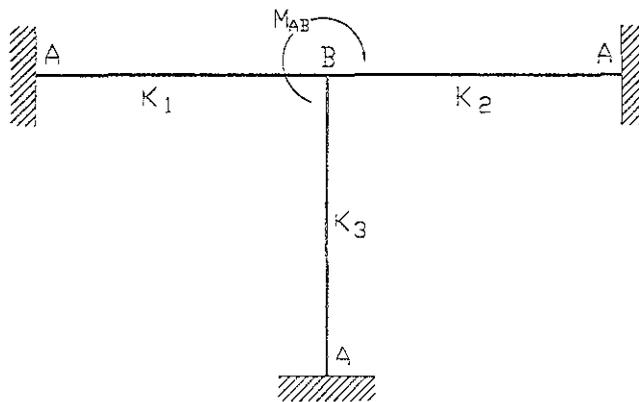


Figura 1. Método de Cross.

La estructura soportará el momento M por medio de los elementos AB , BC y BD . La contribución de cada elemento para resistir el momento M estará en función de las rigideces K_1 , K_2 y K_3 de cada elemento respectivamente. Se puede decir entonces que la contribución de cada elemento es:

$$M_{BA} = \frac{k_1}{\sum K} * M$$

$$M_{BC} = \frac{K_2}{\sum K} * M$$

$$M_{BD} = \frac{K_3}{\sum K} * M$$

donde $\sum K = K_1 + K_2 + K_3$

Por lo tanto se puede enunciar que.

"El factor de distribución para un elemento de un nudo en una estructura, es igual a la rigidez del elemento dividida por la suma de las rigideces de todos los elementos que llegan a dicho nudo"

En sí, el factor de distribución representa la rigidez proporcional del elemento con respecto a la rigidez del nudo



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el caso analizado arriba se tiene:

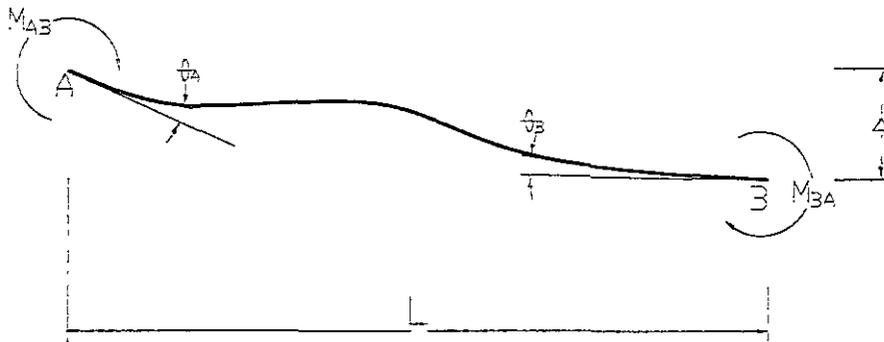
$K1/\Sigma K$ es el factor de distribución para el elemento BA.

$K2/\Sigma K$ es el factor de distribución para el elemento BC.

$K3/\Sigma K$ es el factor de distribución para el elemento BD.

2.1.3. METODO DE KANI.

El método de Kani también es un método iterativo como el de Cross. Para explicar como se aplica, considérese la siguiente figura:



En donde:

- Δ : Es el desplazamiento del extremo B de la barra en dirección ortogonal a la misma.
- M_{AB} : Es el momento que se genera en el extremo A de la barra como consecuencia del desplazamiento del.
- M_{BA} : Es el momento que se genera en el extremo B de la barra como consecuencia del desplazamiento del.
- θ_A : Es el ángulo de giro en el extremo A de la barra como consecuencia del desplazamiento del.
- θ_B : Es el ángulo de giro en el extremo B de la barra como consecuencia del desplazamiento del.

En este método se busca satisfacer las ecuaciones del método de pendiente deformación:

$$M_{AB} = 2EK(2\theta_A + \theta_B - 3\Delta/L) \quad (1)$$

$$M_{BA} = 2KE(2\theta_B + \theta_A - 3\Delta/L) \quad (2)$$

El método de Kani es la resolución gráfica de las ecuaciones arriba mencionadas



2.1.4 METODO DE LAS RIGIDECES.

El método de la rigideces es, probablemente, el método más empleado en el análisis de estructuras grandes y complejas, por lo que su uso requiere de sistemas de cómputo para la solución de los sistemas de cálculo numérico tan extensos que se generan en el análisis de estas estructuras. El no contar con la ayuda de un microprocesador conduce a soluciones no del todo eficientes

FILOSOFIA GENERAL DEL METODO DE LAS RIGIDECES:

1. - Se construye una estructura cinemáticamente determinada (todos los desplazamientos nodales son nulos).
2. - Se integran las ecuaciones de equilibrio de la barra hiperestática (considerando las cargas externas originales; se conocen las fuerzas en los puntos nodales)
3. - Se aplican a la estructura cinemáticamente determinada uno de los desplazamientos restringidos, se conocen las fuerzas en los puntos nodales restringidos (las fuerzas están en función de los valores desconocidos de los desplazamientos restringidos).
4. - Se establecen las condiciones de equilibrio en los puntos nodales restringidos en la estructura original y de las ecuaciones encontradas se calculan los desplazamientos restringidos.

EJEMPLO ILUSTRATIVO

Grado de libertad es la posibilidad que tiene un nudo de moverse en forma independiente, en cierta dirección. En marcos, los movimientos son giros o desplazamientos en los nudos. Para explicar como se aplica este método tomemos la estructura que se muestra en la figura 2a y b. Adicionalmente, si no se consideran las deformaciones axiales de las vigas y columnas, los grados de libertad son solamente los seis primeros. Además, en este ejemplo particular, aprovechando la simetría, se puede reducir el problema a uno de 4 grados de libertad. Figura 2c y d



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

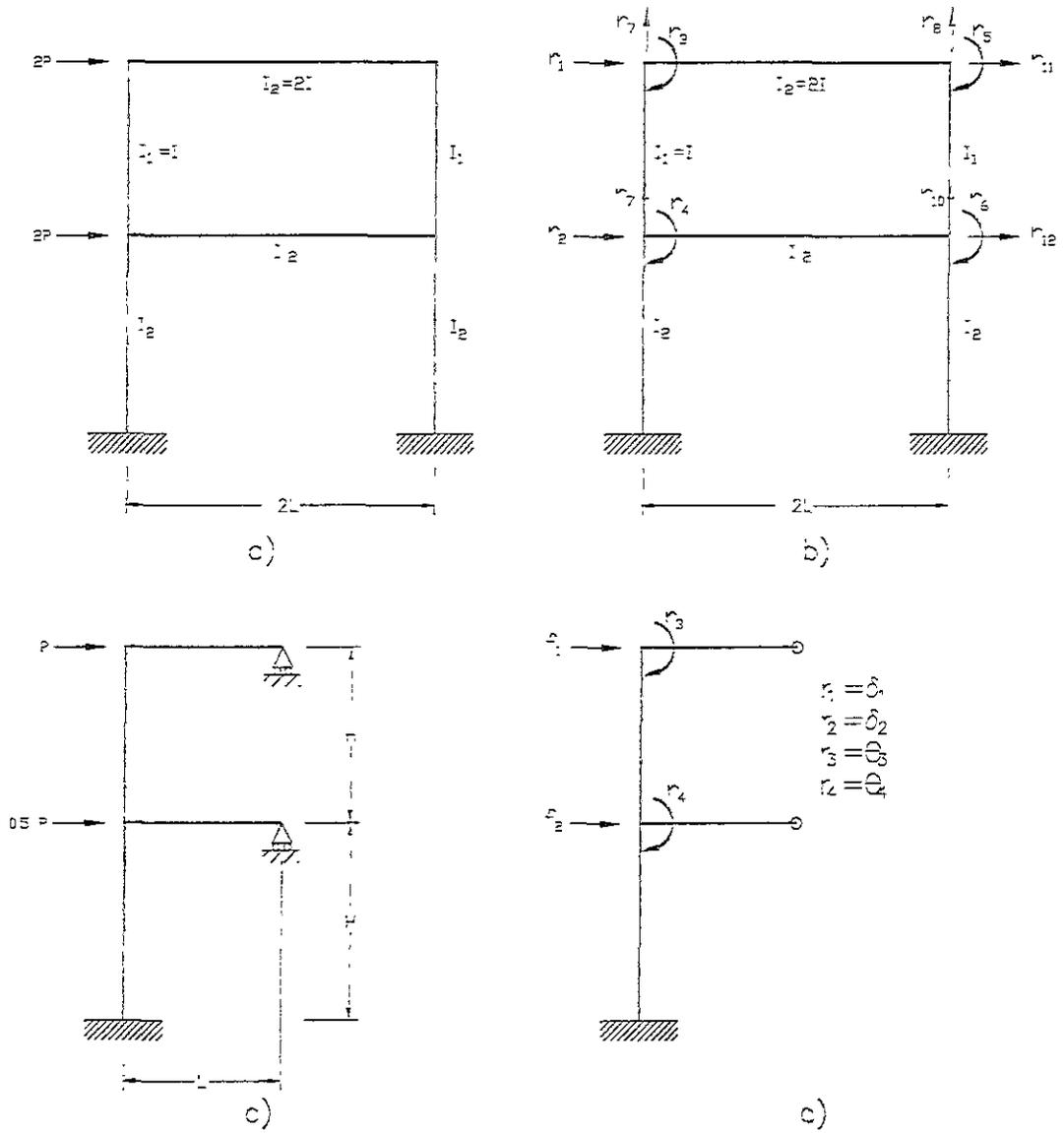


Figura 2.

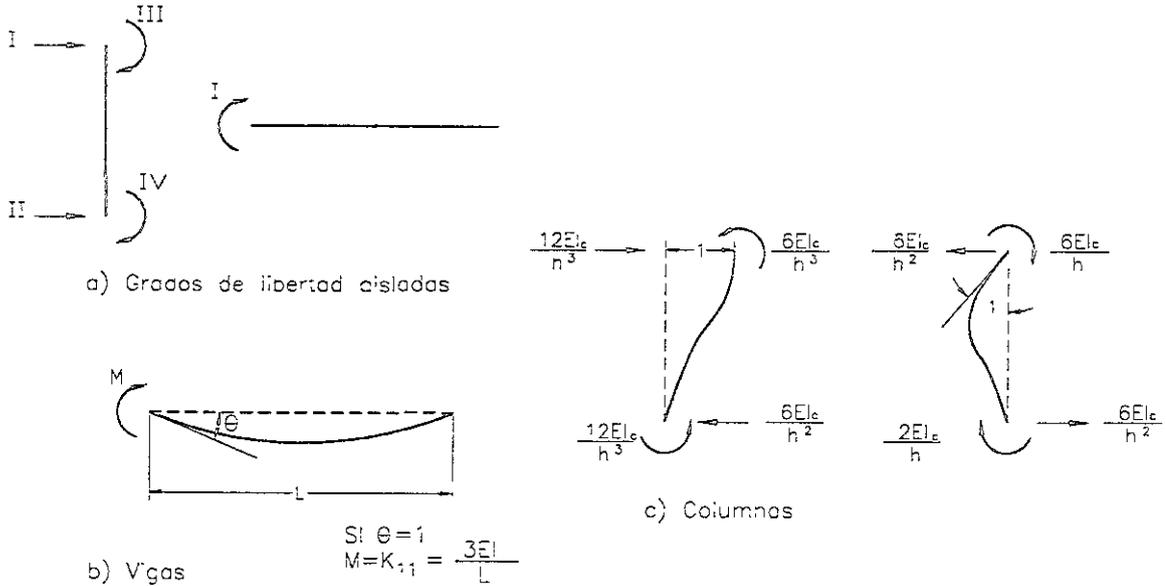


Figura 3.

En primer lugar se obtiene la matriz de rigideces de las piezas aisladas (vigas y columnas) que forman la estructura, para los grados de libertad que les correspondan. En este caso las piezas tienen los grados de libertad mostrados en la figura 3.

El elemento k_{ij} de una matriz de rigideces K es la fuerza o momento que se necesita aplicar a la estructura en la dirección del grado de libertad i para que se produzca un desplazamiento unitario en la dirección del grado de libertad j . El conjunto ordenado de los valores de k_{ij} constituye la matriz de rigideces. Las matrices de rigideces son cuadradas, simétricas y su tamaño es igual al número de grados de libertad.

Se deduce de la figura 2b que para las vigas, en este caso, se cumple

$$M = \frac{3EI\theta}{L}$$

Si $\theta = 1$, de acuerdo con la definición dada, se tiene

$$M = k_{11} = \frac{3EI}{L}$$

Como theta es el único grado de libertad de las vigas, su matriz de rigideces es:

$$K_v = (3EI/L) \quad (1)$$



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Para las columnas la matriz de rigideces se escribe:

$$K_c = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{I} & \text{II} & \text{III} & \text{IV} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \\ \text{III} \\ \text{IV} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 12 E I_c / h^3 & -12 E I_c / h^3 & -6 E I_c / h^2 & -6 E I_c / h^2 \\ -12 E I_c / h^3 & 12 E I_c / h^3 & 6 E I_c / h^2 & 6 E I_c / h^2 \\ -6 E I_c / h^2 & 6 E I_c / h^2 & 4 E I_c / h & 2 E I_c / h \\ -6 E I_c / h^2 & 6 E I_c / h^2 & 2 E I_c / h & 2 E I_c / h \end{pmatrix} \end{matrix} \quad \dots (2)$$

Los números romanos corresponden a la numeración asignada a los grados de libertad en la figura 3a. En la figura 3c se ilustra como obtener las columnas I y III de la matriz dada por (2)

Las expresiones (1) y (2) sirven para calcular las matrices de rigideces de las vigas y las columnas del ejemplo aquí presentado empleando los valores correspondientes de I (I_1 o I_2), de L , de I_c (I_1 o I_2) y de h .

La matriz de rigideces de la estructura original es de 6×6 y la de la estructura reducida es de 4×4 . Ambos se obtienen sumando los términos de las matrices de rigideces de los elementos en los lugares que les corresponden, de acuerdo con la numeración de los grados de libertad. Esta forma de proceder se llama método directo de rigideces.

Las cargas son momentos y fuerzas aplicados en los nudos y se numeran en concordancia con la numeración de los grados de libertad.

Se define así el vector de cargas \underline{F} , que para el ejemplo resulta:

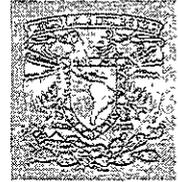
$$F = \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ M_3 \\ M_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P \\ 0.5 P \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Los desplazamientos arreglados en el mismo orden, constituyen el vector de desplazamientos r . Finalmente, para conocer r es necesario resolver el sistema de ecuaciones lineales siguiente:

$$r = \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{pmatrix}$$

$$K r = F$$

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



Una vez que se resuelve este sistema por cualquier método de álgebra lineal, los elementos mecánicos de cada una de las vigas y columnas se calculan como el producto de la matriz de rigideces de la pieza correspondiente por los desplazamientos de sus extremos

A continuación presentamos las matrices de rigideces tanto de un sistema general en el plano, (matriz de 6 x 6), así como el caso general de un sistema tridimensional (12 x 12).

$$\begin{bmatrix}
 \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12EI}{L^3(1+\phi_x)} & \frac{6EI}{L^2(1+\phi_x)} & 0 & \frac{-12EI}{L^3(1+\phi_y)} & \frac{6EI}{L^2(1+\phi_y)} \\
 0 & \frac{EI(4+\phi_y)}{L(1+\phi_x)} & \frac{EI(2-\phi_y)}{L^2(1+\phi_x)} & 0 & \frac{6EI}{L^3(1+\phi_y)} & \frac{EI(2-\phi_y)}{L^2(1+\phi_y)} \\
 -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12EI}{L^3(1+\phi_y)} & \frac{-6EI}{L^2(1+\phi_y)} & 0 & \frac{12EI}{L^3(1+\phi_x)} & \frac{-6EI}{L^2(1+\phi_x)} \\
 0 & \frac{EI(4+\phi_x)}{L(1+\phi_y)} & \frac{EI(2-\phi_x)}{L^2(1+\phi_y)} & 0 & \frac{6EI}{L^3(1+\phi_x)} & \frac{EI(2-\phi_x)}{L^2(1+\phi_x)}
 \end{bmatrix}$$

MATRIZ DE RIGIDEZ DE UNA BARRA EN EL PLANO
(SIMETRICA)



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

$$\begin{bmatrix}
 \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{12EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI}{L^2(1-\phi_1)} & 0 & \frac{-12EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI}{L^2(1-\phi_1)} & 0 \\
 \frac{12EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & \frac{-6EI}{L^2(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-12EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & \frac{-6EI}{L^2(1-\phi_1)} & 0 & 0 \\
 \frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{EI(4+\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & \frac{EI(2-\phi_1)}{L^2(1+\phi_1)} & 0 & 0 \\
 \frac{EI(4+\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-6EI}{L^3(1+\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & \frac{EI(2-\phi_1)}{L^2(1-\phi_1)} & 0 \\
 \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{12EI}{L^3(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{12EI}{L^3(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI}{L^2(1-\phi_1)} & 0 \\
 \frac{12EI}{L^3(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{12EI}{L^3(1-\phi_1)} & 0 & \frac{6EI}{L^2(1+\phi_1)} & 0 & 0 \\
 \frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{EI(4+\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{EI(4+\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0 & 0 \\
 \frac{EI(4-\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{EI(4-\phi_1)}{L(1-\phi_1)} & 0
 \end{bmatrix}$$

MATRIZ DE RIGIDEZ DE UNA BARRA TRIDIMENSIONAL
(SIMÉTRICA)



2.1.5 METODO DEL ELEMENTO FINITO.

Este método es muy exacto y permite analizar estructuras complejas cuya geometría o composición no permiten idealizarlas con facilidad por medio de otros métodos.

El método consiste en dividir la estructura en subregiones denominadas elementos finitos, dentro de los cuales se prescribe la forma en que varían los desplazamientos en función de los valores correspondientes a ciertos puntos denominados nudos. Con base en las leyes constitutivas (esto es, en las relaciones que existen entre esfuerzos y deformaciones, por ejemplo, la Ley de Hooke), en la función adoptada para prescribir los desplazamientos, se determina la matriz de rigideces de cada elemento usado, por ejemplo, el principio de trabajos virtuales. Estas matrices están referidas a los grados de libertad de los nudos del elemento.

La matriz \underline{K} de rigideces de la estructura completa se obtiene aplicando el método directo de rigideces, es decir, sumando en donde les corresponda los términos de las matrices de rigideces de los elementos.

Los desplazamientos \underline{U} de los nudos, ante un sistema de cargas \underline{P} aplicadas en los mismos, se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones lineales.

$$\underline{K} \underline{U} = \underline{P}$$

Conocidos los valores de \underline{U} se pueden calcular esfuerzos y deformaciones en cualquier punto de cada elemento, esto es, en cualquier punto de interés.

2.1.6 CONSIDERACIONES DE LOS METODOS DE ANALISIS.

Tanto el método de Kani como el de Cross han caído en desuso porque el modelo matemático en que se basan es incompleto. Lo anterior es comprensible, ya que dichos métodos son en realidad casos particulares del método de las rigideces.

En el pasado se utilizaron mucho porque simplificaban el trabajo matemático, mismo que hoy día no representa problema ya que se cuenta con computadoras.

Por lo anterior es más adecuado el uso del método de las rigideces ya que considera efectos y desplazamientos en las tres direcciones ortogonales y giros en cada uno de los nudos de la estructura, lo cual es más cercano a la realidad. Desde luego el cálculo es arduo, pero, insistimos, eso ya no es un problema.

En relación con el método de elementos finitos diremos que los resultados que se pueden obtener son prácticamente exactos para cualquier problema que involucre muros y aún se puede aplicar a casi todo tipo de problema. Así mismo es excelente para analizar estructuras cuyos elementos tienen formas caprichosas. El problema con este método es que, para obtener un resultado adecuado, hay que subdividir los elementos estructurales en porciones finitas, con lo que se multiplica la cantidad de información que hay que alimentar a la computadora, con la consecuente posibilidad de cometer numerosos errores al hacerlo. Adicionalmente la cantidad de información que arrojan los resultados es también difícil de manejar.



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

El método de los elementos finitos se puede utilizar para analizar elementos estructurales o secciones de una estructura que requieran un tratamiento especial, pero no la totalidad de ella.

Son fuerzas que se deben a la acción de la gravedad.

2.2 BASES DE DISEÑO

2.2.1 ALCANCES Y REFERENCIAS.

Alcance de la Especificación.

Esta especificación establece el criterio de la ingeniería estructural y el diseño para el proyecto Planta de Producción de Sílica en Altamira, Tamaulipas. La especificación define códigos aplicables y estándares, cargas de diseño, materiales de construcción y requerimientos de cimentación.

Cuando estas bases difieran de los códigos de referencia, estándares o especificaciones, estas bases gobernarán.

Referencias

- A.- ACI 318 -89 (American Concrete Institute)
- B.- AISC 9a ed. 1989 (American Institute of Steel Construction)
 - Steel Design
 - Steel Erection
- C.- ASCE (American Society of Civil Engineers)
 - 7-95 Live Loads
- D.- AWS (American Welding Society)
 - D1.1-94 Structural Welding
- E.- MDOC-CFE (Manual de Diseño de Obras Civiles - Comisión Federal de Electricidad)
 - Sismo.
 - Viento.
- F.- IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción en Acero Tomo I.)
 - Especificaciones para diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero para edificios (Diseño Elástico)

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



- Código de prácticas generales

G.- ASTM (American Society for Testing and Materials)

H.- RCDF (Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. 1987)

I .- ASSHTO (American Association of State Highway & Transportation Officials)

2.2.2 EJECUCION.

Cargas de Diseño

Las cargas y fuerzas usadas para diseño quedan definidas en la referencia 1.2 -C así como se especifican a continuación, a menos que se indique lo contrario.

1 CMI (Cargas Muertas):

Estas son cargas gravitacionales debido al peso permanente de componentes estructurales y no estructurales de un edificio o estructura, incluyendo recipientes vacíos, equipos fijos, aislantes, protección contrafuego, tubería y ductos, conduits eléctricos e instalaciones permanentes

2 CO (Cargas de Operación):

Estas son cargas muertas más el peso de cualquier líquido o sólido que se contenga en los recipientes, equipos o tubería durante la operación normal. Además, se deben considerar cargas inusuales que puedan ocurrir durante la regeneración o condiciones de alteración cuando los niveles del fluido pudieran ser mayores a los normales de operación. Las cargas de operación tendrán el mismo factor que la carga muerta

3 TE (Cargas de Prueba):

Estas son cargas muertas más peso de líquidos necesarios para pruebas de recipientes, equipo o tubería. Las cargas de prueba tendrán el mismo factor de carga que el de carga muerta .

4 CV (Cargas Vivas):

Estas son las cargas producidas por el uso y ocupación de los edificios o estructuras. Ellas incluyen todas las cargas en movimiento, incluyendo personas, herramientas, equipo misceláneos grúas, montacargas, partes de equipos desmantelados y material almacenado. Las cargas vivas deben ser acordes con la referencia 1 2-C y como se especifica en el anexo I. La reducción de la carga viva para sismo es de 0.95 de las cargas vivas de diseño, a menos que se indique lo contrario



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

5 CVN (Cargas de viento):

Todo edificio, estructura, componente y acabados serán diseñados para resistir los efectos del viento de acuerdo con la referencia 1.2-E y como se especifica en el Anexo 2.

Ninguna reducción se hará por efecto de protección de recipientes o estructuras adyacentes a la estructura que está siendo diseñada.

El momento de volteo debido a viento no excederá 2/3 del momento resistente de la estructura

6 CS (Cargas sísmicas):

Las cargas sísmicas se definen como las fuerzas horizontales y verticales para diseño equivalentes a los efectos dinámicos inducidos por el movimiento del terreno durante un sismo.

Todos los edificios, estructuras y equipos serán diseñados para resistir las fuerzas sísmicas de acuerdo con la referencia 1.2-E y como se especifica en el Anexo 3.

El momento de volteo debido al sismo no excederá 2/3 del momento resistente de la estructura.

7 IM (Cargas de impacto):

Para estructuras sujetas a cargas vivas que inducen impacto, la carga viva será incrementada suficientemente con el propósito de soportarlas adecuadamente. Si no se especifica lo contrario, dicho incremento no será menor que los porcentajes presentados en la referencia 1.2-B y 1.2-F.

Las trabes carril también serán diseñadas para las fuerzas de frenado de la grúa.

El impacto vertical, transversal y longitudinal normalmente no son considerados para actuar concurrentemente.

El factor de carga será el mismo que para la carga viva.

8 CET (Cargas por empuje de tierras):

Estas cargas se definen como aquellas fuerzas que son causadas por la presión de tierra sobre los muros de concreto diseñados de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos para el proyecto.

Combinaciones de cargas:

Todo edificio, estructura y equipos serán provistos adecuadamente para resistir los efectos más críticos resultantes de las siguientes combinaciones de cargas:

$$CM + CV + CO$$

$$CM + CV + CO \pm CVNx$$

$$CM + CV + CO \pm CVNz$$

$$CM + CO \pm CVNx$$

$$CM + CO \pm CVNz$$

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



$$CM + CV + CO \pm CSx \pm 0.3CSy$$

$$CM + CV + CO \pm 0.3CSx \pm CSy$$

$$CM + CO \pm CSx \pm 0.3CSy$$

$$CM + CO \pm 0.3CSx \pm CSy$$

Para el equipo de proceso, la carga de operación será considerada como carga muerta en las combinaciones de carga enlistadas arriba. Otras combinaciones de cargas dadas en la referencia 1.2-C serán consideradas cuando sean aplicables

No se considerará que las fuerzas de viento y de sismo actúen concurrentemente.

Los esfuerzos permisibles (en el diseño por esfuerzos de trabajo) podrán ser incrementados 33% cuando se consideren efectos debidos a fuerzas por viento o sismo.

Los factores de carga para diseño de concreto serán de acuerdo con la referencia 1.2 -A.

2.2.3 MATERIALES.

2.2.3.1 General

Todos los materiales de construcción estarán de acuerdo con las normas correspondientes según la referencia 1.2 G y los siguientes requerimientos.

2.2.3.2 Acero estructural

El diseño, fabricación y montaje del acero estructural se hará de acuerdo a las referencias 1.2 B y 1.2.F. así como a los siguientes requerimientos generales:

- Acero estructural	ASTM A-36
- Tubería estructural	ASTM A-53 tipo E o S, grado B
- Tubulares estructurales	ASTM A-500, grado B
- Tubería para barandal	ASTM A-120
- Soldadura	AWS D1 1. electrodos E70XX
- Pernos de anclaje	ASTM A-307, grado A

Las conexiones de taller normalmente serán soldadas usando electrodos con una resistencia a la tensión de 70 ksi.

Para miembros de contraventeo horizontal se usarán preferentemente los perfiles estructurales "T" en lugar de los ángulos dobles. Para miembros de contraventeo vertical se usarán ángulos dobles o perfiles estructurales "T", indiferentemente.

En plataformas y pasillos se usarán rejillas de acero, al carbón IS-05 standard 1/8" X 1" IRVING-ENSA ó similar, a menos que se indique lo contrario

A menos que se indique lo contrario, todo el acero estructural, incluyendo materiales soldados llegarán de taller con un primario anticorrosivo



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

2.2.3.3 Concreto

El diseño y construcción de concreto serán de acuerdo con la referencia 1.2-A y los siguientes requerimientos generales:

- Cimentaciones, muros, columnas, vigas y losas de concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo ASTM A-615, grado 60
- Malla electrosoldada ASTM A-185

El diseño se hará de acuerdo con el método de factores de carga y resistencia según la referencia 1.2.A

2.2.3.4 Mampostería

El diseño y construcción de la mampostería serán de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Mortero tipo III $f_c = 40 \text{ kg/cm}^2$
- Block de concreto $f^*m = 20 \text{ kg/cm}^2$
- Tabique $f^*m = 15 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo ASTM A-615, grado 60

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



2.2.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Todos los materiales de construcción estarán de acuerdo con las normas correspondientes según la referencia 1.2 G y los siguientes requerimientos:

2.2.4.1 Cargas Vivas Mínimas de Diseño

La siguiente tabla describe la carga uniforme mínima, en función de la ocupación o destino de las áreas a diseñar.

OCUPACION O USO DE SUELO	CARGA UNIFORME (kg/m ²)
Sistema de piso de acceso (uso computacional)	500
Sistema de piso de acceso (uso de oficinas)	500
Laboratorios	500
Cuartos de control	1250
Mezzanines	500
Techos con pendiente mayor al 5%	60
Techos con pendiente menor o igual al 5%	100
Escaleras y rutas de evacuación	500
Bodegas de almacenamiento (uso ligero)	750

2.2.4.2 Cargas de Viento (Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E.)

Todo edificio, estructura, componente y salientes serán diseñados para resistir los efectos del viento, de acuerdo a los parámetros siguientes.

Velocidad regional	160 km/hr
Factor de respuesta	1.0
Periodo de retorno	50 años
Factor de importancia	Grupo B
Se empleara la referencia 1.2 -E para definir algún otro factor	



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

2.2.4.3 Velocidad de diseño (V_D) y presión de diseño (q_z)

De acuerdo con la referencia, para estructuras clasificadas de acuerdo a su tamaño como Clase B se obtienen los siguientes valores:

altura sobre el terreno (metros)	V_D (km/h)	q_z (kg/m ²)
0 hasta 10	180.7	157.1
10 hasta 20	193.8	180.7
20 hasta 30	201.9	196.1
30 hasta 40	207.8	207.7
40 hasta 50	212.6	217.0
50 hasta 60	216.5	225.0
60 hasta 70	219.9	232.1
70 hasta 80	222.9	238.5

Las fuerzas y presiones de diseño serán determinadas con las ecuaciones apropiadas definidas en el MDOC-CFE. - Viento

2.2.4.4 Fuerzas sísmicas (Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E.)

Para la determinación de las fuerzas sísmicas que intervendrán en el diseño de una estructura es importante conocer el coeficiente sísmico que le corresponde en función de su ubicación geográfica, el tipo de suelo y de la estructura misma. El coeficiente sísmico, una vez obtenido, nos permite conocer la magnitud de la fuerza cortante que actúa en la base de la estructura por efecto del sismo:

$$c = V/W$$

donde c es el coeficiente sísmico, V es el cortante debido al sismo que actúa en la base de la estructura y W es el peso total de la estructura.

Es posible analizar la estructura por procedimientos estáticos o si se requiere un análisis más sofisticado se recurre a un análisis dinámico.

Todo edificio, estructura o componente serán diseñados para resistir los efectos de sismo, de acuerdo a los siguientes parámetros:

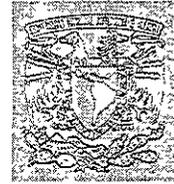
Parámetros de la estructura.

Grupo B

Clasifica la importancia de la edificación que en nuestro caso corresponde al a estructuras cuya falla no es catastrófica.

Parámetros del sitio.

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



Zona A	Clasifica la zona geográfica y se determinó con la ayuda de planos de la República Mexicana que regionalizan la ocurrencia e intensidad de los sismos ocurridos
Tipo III	Clasifica el tipo de suelo que soportará a la estructura. En nuestro caso se trata de un suelo compresible.

Parámetros del espectro de diseño.

Los parámetros de diseño sirven para construir el espectro de diseño sísmico que es un conjunto de funciones o bien su representación gráfica que nos permitirá obtener la ordenada espectral con la cual calcular las fuerzas sísmicas para diseñar por sismo nuestras estructuras. Claro que esta ordenada se utilizará en un diseño dinámico o de otra forma asignaremos a la ordenada espectral "a" el valor correspondiente al de el coeficiente sísmico básico. Esto último se hace cuando el análisis sísmico es estático.

En el caso que nos ocupa los parámetros resultaron será:

a_0	0.08	Ordenada espectral para $T=0$.
c	0.30	Coficiente sísmico básico.
T_1	0.30	
T_2	1.50	Periodos naturales que definen la forma del espectro, en segundos.
r	2/3	Exponente adimensional

Con los valores anteriores y calculando el período natural de la estructura que se desee diseñar, o uno de sus modos en segundos, es posible conocer la ordenada espectral que le corresponde. Lo anterior en base a las siguientes expresiones:

Para $0 < T < T_1$: $a = a_0 + c - a_0/T_1 T$

Para $T_1 < T < T_2$: $a = c$

Para $T > T_2$: $a = c(T_2/T)^r$

2.3 ESTRUCTURACION DE EDIFICIOS.

Diseñar estructuras no es algo simple, ya que el proceso creador que sigue un estructurista estriba en dar forma a una estructura que cumpla con cierto grado de seguridad y funcionalidad para que en condiciones normales de servicio proporcione un comportamiento adecuado, sin descuidar los aspectos económicos y de facilidad de construcción.

Una estructura exige del proyectista una gama amplia de criterios de estructuración. El proyectista al dar forma a la estructura debe considerar los aspectos señalados arriba y además las consideraciones pertinentes para un diseño sísmico eficiente, la estructuración debe ser tal que el proyectista garantice un comportamiento satisfactorio ante un sismo.

Para que una estructura pueda ser diseñada con una estructuración adecuada es necesario que el proyectista cuente con toda la información disponible concerniente a la estructura, planos



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

arquitectónicos, de equipo, de tuberías, eléctricos, etc.; debe conocer también los principios básicos de estructuración para que una vez planteado el problema estructural, la elección del tipo de estructuración conduzca a un sistema confiable y seguro, tales principios son:

- a) Estructura simple
- b) Estructura simétrica.
- c) No debe ser alargada en planta y elevación.
- d) Debe tener resistencia distribuida en forma uniforme y continua.
- e) Debe contener miembros horizontales en los cuales se formen las articulaciones plásticas antes que en los miembros verticales.
- f) Proporcionar rigideces que tomen en consideración las propiedades del suelo con la finalidad de lograr un periodo de vibración de la estructura distinto al periodo natural del suelo.

El proyectista estructural debe aprender a distribuir y a proporcionar las partes de la estructura que diseñe, de manera que el montaje resulte práctico, que tenga resistencia suficiente y que sea económico.

Una estructura no sólo debe soportar con seguridad las cargas impuestas sino soportarlas de tal manera que las flechas y vibraciones no sean excesivas y provoquen alarma a los ocupantes. El proyectista siempre debe tener en mente la posibilidad de abatir los costos de la construcción sin sacrificar la resistencia, algunos de los aspectos constructivos que pueden ayudar a esto son:

- a) Uso de miembros estructurales estándar y comerciales.
- b) Uso de conexiones y detalles simples.
- c) Uso de elementos y materiales que no requieran mantenimiento excesivo.

Una estructura debe ser diseñada pensando en que su fabricación y montaje no sean motivo de problema, por lo tanto el proyectista debe conocer los métodos de fabricación para elegir la estructuración más eficiente; debe saber también todo lo relativo al detallado y al montaje de las estructuras, mientras mas sepa de los problemas, tolerancias y márgenes de taller y campo, mayor será la posibilidad de que sus diseños resulten razonables, prácticos y económicos.

Este conocimiento debe incluir información relativa al envío de los elementos estructurales a la obra, por ejemplo, el tamaño máximo de las partes que pueden transportarse por camión o ferrocarril, el tamaño máximo de fabricación de los perfiles diseñados, la disponibilidad de mano de obra y equipo de montaje.

El proyectista debe diseñar las partes de la estructura y sus conexiones pensando en que él se va a encargar de la erección de la estructura que diseñe. También debe coordinarse con las diferentes disciplinas (eléctrico, mecánico, arquitectura etc.) para evitar que la estructuración y las dimensiones de la estructura que diseñe no interfieran con las instalaciones mecánicas y arquitectónicas.

Así el diseño estructural no es simplemente determinar secciones estructurales, la obtención de resultados óptimos se logra cuidando todos los aspectos del análisis y del diseño, partiendo de la selección adecuada de los materiales, de una estructuración eficiente y de una determinación racional de secciones.

II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.



En este capítulo presentamos la estructuración empleada para los edificios de Filtros Prensa, Spray Dryer y Silos de la Planta de Producción de Sílica, localizada en Altamira Tamaulipas.

La elaboración de sílica describe el proceso de dilución de silicato de sodio con ácido sulfúrico bajo condiciones controladas. De la solución de sulfato de sodio se precipita el sílice, éste es recolectado, filtrado, lavado y secado para posteriormente por tratamientos adicionales de granulación es empacado.

La planta se divide en cuatro áreas/sistemas.

- a) Materias primas
- b) Area húmeda
- c) Area seca
- d) Servicios

2.3.1 EDIFICIO DE FILTROS PRENSA

Dentro del sistema de área húmeda y después de que el sílice se precipita, este es filtrado en dos Filtros Prensa de aproximadamente 125 ton de peso en operación cada uno.

La estructura que soporta estos equipos descansa en una cimentación a base de losas de concreto que a su vez descargan a pilotes de concreto de sección cuadrada de 40 x 40 cm. Se dispusieron de seis a nueve pilotes para soportar la descarga de cada columna con un total de 115 pilotes para toda la estructura

La losa tiene 50 cm de peralte y cuenta con dados de sección cuadrada de 50 a 60 cm por lado y un peralte de 90 cm, sobre los cuales se descansan las columnas. Las columnas de acero están conectadas a los dados por medio de anclas de acero (A'307) de 60 a 71 cm de largo y diámetros de 32 a 33 cm, mismas que tienen roscado el lado que sobresale del concreto con la finalidad de unirlos con tuerca a las placas de las columnas.

La estructura tiene una geometría de 30 m por 20 m, con una altura de 17.96 m y dos niveles de operación al nivel +5.482 y al +9.420. El problema estructural esta resuelto por medio de marcos ortogonales de acero A-36. Las columnas son perfiles de tres placas en sección H y las traveses por perfiles IR de diferentes peraltes, los entrepisos estan estructurados por vigas secundarias tipo IR y contravientos horizontales a base de perfiles T

La cubierta de este edificio es a dos aguas con pendiente del 15% en la dirección transversal, su estructuración es con largueros tipo CF de 178 mm de peralte y contravientos de angulo L1 de 102x6; el problema estructural por desplazamientos (fuerzas de sismo y viento) se resuelve con contravientos verticales en los marcos perimetrales. En las figuras siguientes se muestra la estructuración de este edificio así como los diferentes perfiles que se emplearon



II.- CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

2.3.2 EDIFICIO DE SILOS

Esta estructura se despianta sobre 92 pilotes de concreto armado de sección cuadrada de 40 x 40 cm localizados convenientemente en la vecindad de las columnas de acero de la estructura. La estructura tiene nueve columnas alineadas de tres en tres por cada marco de tal suerte que la estructura es cuadrada de 15 m por lado. Para transmitir al suelo las cargas, se dispusieron nueve pilotes por cada columna, excepto la del centro, para la cual se dispusieron veinte pilotes.

Sobre los pilotes descansan losas de cimentación de 80 cm de peralte, al centro de las cuales se dispusieron dacos, también de concreto, de 70 cm por lado de sección cuadrada, excepto la del centro que tiene 80 x 85 cm (en planta).

Las losas de cimentación fueron diseñadas, como ya se comentó, con un espesores de 80 cm en la zona de descarga de los pilotes, pero el resto se dispuso de 30 cm de peralte.

El edificio soporta cuatro silos que están localizados a partir de los niveles +10.000 y +11.680 N.T.A. hasta el nivel +22.794 (Nivel Tope de Acero). La altura total de la estructura es de 45.33 m cuenta con múltiples niveles de operación: del nivel +2.94 al +41.59 N.S.R. (Nivel Sobre Rejilla).

El problema estructural está resuelto por medio de marcos ortogonales de acero A-36. Las columnas son perfiles de tres placas en sección H y las trabes por perfiles IR de diferentes peraltes. Los entrepisos están estructurados por vigas secundarias tipo IR y contravientos horizontales a base de perfiles T.

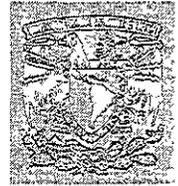
La cubierta de este edificio es a dos aguas con pendiente del 12% en la dirección transversal, su estructuración es con largueros tipo CF de 178 mm de peralte y contravientos de ángulo L1 de 102x6; el problema estructural por desplazamientos (fuerzas de sismo y viento) se resuelve con contravientos verticales en los marcos perimetrales. En las figuras siguientes se muestra la estructuración de este edificio así como los diferentes perfiles que se emplearon.

2.3.3 EDIFICIO DE SPRY DRYER

Una vez que se precipita el sílice, este es recolectado y filtrado se procede a su SECADO. De esta última etapa se encargan los equipos denominados Spry Dryer.

La planta de la estructura que soporta los silos mide de 24.176 m por 8.496 m, hasta una altura de +16.262 N.T.A. (Nivel Tope de Acero). Adicionalmente, existe una torre adosada con una geometría en planta de 6.354 m por 5.300 m, la cual se desarrolla hasta un nivel de +30.58 N.T.A. Este edificio está estructurado en forma similar a los dos ejemplos arriba descritos, con la diferencia de que en los niveles N.T.A. +3.566 y +7.197, parte de la estructura no guarda una posición ortogonal con respecto al conjunto, sino que está girada aproximadamente 30 grados por así requerirlo el equipo, pero aún esa parte es ortogonal con respecto a sí misma.

III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PLANEACION.



3.1 PLANEACION

Definiremos la planeación como el estudio y selección de alternativas sobre pronósticos de acciones futuras, teniendo como etapas básicas el inicio, la consolidación y el desarrollo de las mismas. Es decir, es aquella actividad enfocada a controlar los posibles cambios durante el desarrollo de un determinado proceso y que también permite resolver con éxito los problemas que se presentan

En la planeación intervienen una serie de factores, como procedimientos y experiencias anteriores que facilitan la obtención del objetivo establecido de una forma más efectiva.

La planeación se apoya, principalmente, en los siguientes elementos:

- Objetivos
- Políticas
- Procedimientos
- Programas

Como objetivos se entienden los fines o metas que se pretende alcanzar. Este aspecto de la administración estudia la clase o tipo de servicios a rendir; a quién o a quienes se proporcionarán estos servicios, y a que nivel de calidad serán estos elevados

Las políticas son las reglas o normas generales que se establecen para servir de guía al pensamiento y a la acción de los subordinados.

Al hablar de procedimientos nos referimos a la elección de los medios que habrán que habrán de ser utilizados; así como de la descripción detallada de la secuencia cronológica de actividades

Los programas estudian y determinan el desarrollo de las actividades a desempeñar en función de sus costos y del tiempo a emplearse.

Cuando la planeación se fija sobre bases empíricas o intuitivas, los resultados resultan vagos, las políticas caprichosas y contradictorias, los procedimientos inadecuados, los programas incompletos, arbitrarios o irrealizables, lo que se traduce en rectificaciones constantes, gastos innecesarios y pérdidas o desperdicios de materiales, de tiempo y de energía humana

Enfocando la planeación a la construcción de todo tipo de obras (públicas o privadas), se considera indispensable la aplicación de estrategias eficientes para la consecución de objetivos y metas, con la finalidad de racionalizar la aplicación de los recursos disponibles, para obtener de estos, su óptimo aprovechamiento.

Las leyes y normas que regulan este tipo de obras, fijan los criterios para que la planeación de las obras públicas se ajuste a las políticas, prioridades y recursos de los planes nacionales, sectoriales y regionales, de desarrollo económico y social; y de aquellas privadas que por su magnitud deban observar los lineamientos señalados en tales programas en lo relativo a los requerimientos de áreas y predios, así como de los fines a que se tenga destinada dicha obra

Para poder llevar a cabo una buena planeación de obras, es necesario realizar ciertas actividades en un orden determinado, mismas que llamaremos



III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.

3.1.1 FASES DE LA PLANEACION

1) Actividades Preliminares Previas a la Obra

Son las requeridas para efectuar el planteamiento de una obra determinada, partiendo de unos antecedentes. Estos se refieren a los estudios preliminares (Ingeniería básica) y a la documentación (permisos, pago de derechos, etc.), para poder llevar a cabo la obra de que se trate. Dentro de las actividades preliminares tenemos las siguientes:

1.1) Marco normativo

Son las disposiciones regulatorias sobre el uso del suelo contenidas en los planes y proyectos emitidos por los órganos Federales, Municipales y/o Estatales. Aplicables al uso y/o destino final de la obra en cuestión.

Además se deberá cumplir con las normas y reglamentos contemplados por las secretarías y organismos señalados a continuación:

- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca)
- CNA (Comisión Nacional del Agua)
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)
- CFE (Comisión Federal de Electricidad)
- API (Administración de Puertos Industriales de Altamira)
- STPS (Secretaría de Trabajo y Previsión Social)

1.2) Alcances de la obra

Los alcances de la obra se deben establecer previamente a su construcción. Dichos alcances deben ser resultado de la planeación parcial y global del proyecto.

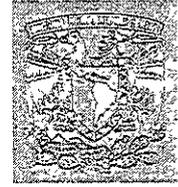
Se tendrán que determinar los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo, así como las acciones a ejecutar en cada etapa.

Al definir los alcances de cada obra, se tendrá que contar con una serie de datos o estudios preliminares que le servirán al constructor como base para poder elaborar su programación general y podrá seleccionar los procedimientos de construcción que más convengan, hablando en términos económicos.

Dentro de los estudios preliminares o de ingeniería básica tenemos:

Los estudios topográficos, geológicos, de mecánica de suelos, de impacto ambiental que comprende (estudios socioeconómicos, climatológicos, de infraestructura, de seguridad, etc.).

Asimismo, los alcances de estas obras deberán establecerse considerando un presupuesto de erogaciones mensuales disponibles para cada una de ellas.



Teniendo en cuenta lo anterior, se podrá definir claramente los alcances para cada obra, asentando, de manera preliminar, el tipo de materiales, maquinaria y mano de obra a emplear, el tiempo máximo de ejecución y los objetivos a alcanzar.

1.3) Normas y especificaciones

Cuando se realiza cualquier tipo de obra , ya sea del sector público o privado, estas son proyectadas atendiendo aspectos económicos, principalmente, los cuales no indican el modo de realizarlas o los cuidados que se deben tener en su calidad, por lo que se formulan las normas y especificaciones de obra.

Las normas y especificaciones pueden abarcar desde los materiales hasta los trabajos a realizarse físicamente. En los materiales las especificaciones se usan para describir el tipo de aleación si son metales, o las cantidades que deben llevar las mezclas para la elaboración de concretos, morteros, etc.; también se usan para describir el alcance que tendrán las actividades a realizar.

Se entiende por normas de obra, el conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por las dependencias, entidades o particulares, que deben aplicarse para la realización de estudios, proyectos, ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos, comprendiendo la medición y la base de pago de los conceptos de trabajo.

Por especificación de obra entenderemos el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan o sustituyen a las normas correspondientes y que deben efectuarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra determinada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos. En lo que se oponga a las normas, las especificaciones prevalecerán.

Toda obra o especificación de obra que describa un concepto tendrá que contemplar como mínimo las siguientes cláusulas, según el caso que se trate.

- a) DEFINICIONES - Esta cláusula tendrá como objeto determinar con precisión el concepto de trabajo a que se refiere la norma o especificación y terminología propia de este.
- b) REFERENCIAS.- Esta cláusula tendrá por objeto relacionar el tema tratado en una norma o especificación con los considerados en otras normas o especificaciones que puedan tener aplicación para evitar repeticiones
- c) MATERIALES.- Esta cláusula se referirá a los materiales naturales o elaborados necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, a los requisitos para la aprobación de fuentes de abastecimiento, así como a los requisitos para su transporte, almacenamiento y manejo. Se hará referencia a las normas o especificaciones de calidad, muestreo y pruebas que sean aplicables
- d) EQUIPOS Y SU INSTALACION.- En esta cláusula, cuando los trabajos a que se refieren las normas o especificaciones incluyan la fabricación, armado e instalacion de los equipos, que sean aplicables respecto a su inspección, transporte, almacenamiento, operación, manejo e instalación en la obra, se hará referencia a las normas y especificaciones aplicables de fabricación y calidad



III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.

- e) **SISTEMAS.-** Se señalarán los requisitos que sean aplicables en relación con la fabricación, armado e instalación de sus diversas partes, así como, los que correspondan a su inspección, transporte, almacenamiento, manejo e instalación en la obra, se hará referencia a las normas y especificaciones aplicables de fabricación y calidad.
- f) **OBTENCION DE MUESTRAS.-** Se referirá a los métodos para obtener muestras de los materiales, equipos o sistemas, el número de ellas en proporción a la cantidad, así como a la preparación de las mismas, la forma en que se deberán envasar, identificar, transportar y conservar.
- g) **PRUEBAS DE MATERIALES, INSTALACIONES, EQUIPOS Y SISTEMAS.-** En esta cláusula se describirá el modo en que deban prepararse las muestras, el número de pruebas y los distintos métodos para efectuarlas, la descripción y características de los aparatos utilizados así como el registro, la interpretación de los resultados y las tolerancias para aceptación de las pruebas, para comprobar su correcto funcionamiento durante la puesta en servicio de las mismas.
- h) **REQUISITOS DE EJECUCION.-** En esta cláusula se fijarán los requisitos esenciales que deban observarse durante el desarrollo del proyecto, estudio o supervisión, los procesos constructivos, las características que debe tener el trabajo en las diferentes etapas del mismo y los requisitos de seguridad durante la ejecución de la obra.
- i) **REQUISITOS DE CALIDAD.-** En esta cláusula se establecerán las propiedades y características que deben cumplir los materiales naturales o elaborados, los campos o sistemas, las pruebas con las que se determinarán dichas propiedades y características, así como las tolerancias respectivas y los requisitos de empaque, almacenamiento, investigación y manejo de esos materiales, equipos o sistemas.
- j) **ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICION Y BASE DE PAGO.-** En esta cláusula se describirá el alcance de los conceptos a que se refiere la norma o especificación para fines de estimación y pago, detallando con precisión todos los materiales, equipos y operaciones que incluya cada concepto de trabajo; asimismo, se fijarán las unidades de medida, la aproximación de los resultados y los procedimientos para determinar la cantidad de obra, para efecto de pago.

El propósito de las normas es simplificar los procedimientos y unificar criterios, para evitar que las especificaciones relativas a un determinado tipo de obras tengan que elaborarse en cada caso, contemplando las primeras el mayor número de aplicabilidad, podemos dividir las especificaciones en 2 clases: de la obra y complementarias:

Las especificaciones de la obra las consideraremos tal cual las definimos en uno de los párrafos anteriores.

Las especificaciones complementarias son el conjunto de disposiciones que complementan y adicionan los requisitos e instrucciones establecidos en las especificaciones de obra.

Podemos mencionar, que estas clases de especificaciones, también pueden presentarse de la siguiente manera:

- a) **Especificaciones escritas.-** Son el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones escritas, aplicables al estudio, proyecto, ejecución y equipamiento de una obra en servicio.

III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.



- b) Especificaciones bidimensionales.- Son dibujos que se presentan anexo a los planos para despejar cualquier duda que pudiera surgir si se elaboran los conceptos de obra sin contar con planos de detalles.
- c) Especificaciones tridimensionales.- Estas especificaciones se refieren a maquetas, modelos a escala, muestras físicas u otros elementos que ocupen un lugar en el espacio, que sirvan para describir el proyecto que se pretende realizar.

Una vez elaboradas las especificaciones del proyecto de referencia, es necesario verificar que los datos contemplados en éstos, coincidan totalmente con los planos, croquis y memorias del proyecto definitivo y debidamente autorizado por la autoridad correspondiente, para evitar reclamaciones posteriores o problemas en la ejecución de los trabajos.

En el caso de que parte de la información de las especificaciones no se ajustara a los datos del proyecto, será necesario unificar los criterios.

1.4) Marco Operativo

Las disposiciones operativas son los modelos de documentación que se deben proporcionar para poder desarrollar una obra; y deben contar con lo siguiente:

- a) Proyecto Ejecutivo
- b) Presupuesto General de Obra

1.5) Etapas y Procedimientos de Construcción

Una vez establecidos los puntos anteriores el contratista podrá determinar y planear los procedimientos constructivos a emplear y sus etapas

Es conveniente hacer notar que, en algunas obras, una condicionante de gran peso, lo es, el procedimiento constructivo, ya que este está en función del proyecto estructural, de la mecánica de suelos, etc.

Pero hablando en términos generales, estableceremos una metodología para seleccionar procesos constructivos:

1. Determinación del volumen de obra por ejecutar
2. Conocimiento del proceso de ejecución de cada actividad
3. Conocimiento de los requisitos a cumplir (especificaciones de calidad requerida)
4. Planteamiento de posibles alternativas de ejecución
5. Obtención de costos y tiempos de ejecución de cada una de las posibles alternativas, en función del equipo, personal y materiales disponibles
6. Elección de la alternativa de ejecución que se considere más conveniente



III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.

1.6) Programación General Preliminar

Esta programación general preliminar tiene como objeto el conocer de manera preliminar, los tiempos requeridos para la ejecución de todas y cada una de las actividades a realizarse durante el proceso de construcción de una obra determinada. Así como para conocer el costo aproximado de la obra.

Posteriormente, se elabora un programa dinámico, detallado por conceptos, después de una minuciosa revisión de todo el proyecto. del cual se deberá tener un conocimiento pleno de los volúmenes de obra por realizar y los recursos, tanto de la empresa como del lugar donde se realizará la obra. Todo esto, con el propósito de establecer el programa definitivo de ejecución.

1.7) Costos y Presupuestación

Con la información proporcionada por el Contratante y con los datos obtenidos por el Contratista, este último deberá elaborar los análisis de precios unitarios de los conceptos que integren el Catálogo general de Obra.

Es de fundamental importancia que el Contratista tenga bien definida su secuencia de ejecución, las especificaciones y tiempos disponibles, para que pueda establecer los alcances de cada precio unitario, así como la descripción detallada de los insumos necesarios para la ejecución correcta y completa del concepto analizado.

Esto evitará que posteriormente surjan conflictos entre la Contratante y el Contratista.

Para que el Contratista elabore correctamente esos análisis de precios, deberá hacer una investigación de mercado de los costos de los insumos más representativos, en el lugar donde se llevará a cabo la obra.

Asimismo, deberá establecer el porcentaje de sus costos indirectos y utilidad que manejará para la ejecución de la obra.

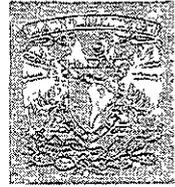
1.8) Comunicación con el Cliente

Una de las tantas cualidades que se requieren para desempeñar eficientemente cualquier función directiva es la capacidad de comunicación de persona a persona, tanto en forma oral como escrita.

En nuestro caso, el Cliente (quien contrata), deberá estar enterado de todo lo que sucede en la obra cuya ejecución contrató. La parte informadora deberá proporcionar todos los datos que requiera el Cliente y en la forma que este se lo solicite.

Cuando el Cliente contrata directamente con el Contratista, se establece una comunicación directa; ya sea por medio de oficios, memorándums o indicaciones verbales.

En otras circunstancias, el cliente cuenta con representantes propios en la obra, o bien contrata los servicios de otra empresa que también lo representará en la obra. En ambos casos esos representantes, llamados supervisores de obra, serán el medio de comunicación entre el Contratista y el Cliente.



En este último caso, casi siempre la comunicación se maneja a través de una libreta de diario llamada Bitácora de Obra, en la cual se asientan los asuntos más importantes y trascendentes de la obra. También es usual el empleo de oficios, memorándums, y la celebración de juntas de trabajo periódicas.

2.) Actividades para la Ejecución de la Obra

Como parte integrante de la planeación de obras debemos considerar las actividades que se llevarán a cabo para la ejecución de una determinada obra.

En esta etapa se deben contemplar las responsabilidades y actividades tanto del Contratista, como del Supervisor, en su caso, para tener una buena coordinación entre las partes.

2.1) Programa de Recursos

Antes de iniciar la construcción de una obra, debemos de programar los recursos necesarios para poder ejecutarla.

Partiendo del programa de ejecución de los trabajos y del procedimiento constructivo, se puede elaborar una lista de los recursos materiales que se emplearán a lo largo de la obra y la cantidad correspondiente por periodos o etapas de construcción.

Este programa debe realizarse con detenimiento ya que la entrega oportuna de cualquier recurso, representa un retraso en la obra y pérdidas económicas en la misma.

2.2) Programa de Suministros

Este programa deberá realizarlo la parte contratante, cuando ésta vaya a suministrarle al Contratista cualquier tipo de insumo.

Deberá estar acorde a las necesidades del Contratista, mismas que irán en función de su programa de ejecución contractual.

2.3) Programa de Mano de Obra

En cuanto a la mano de obra, es también necesario conocer su distribución con respecto al tiempo; es de carácter imperativo el tener una adecuada clasificación del personal, el número de obreros calificados y tener definidos los periodos de tiempo durante los cuales se necesitarán, para no ocasionar atrasos al programa general, sobretodo en las actividades críticas.



III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – PLANEACION.

Por otro lado, son importantes las secuencias constructivas con respecto al tiempo y evitar tener más obreros necesarios y en los periodos requeridos, ya que un exceso de personal repercute directamente en el costo y obviamente esto se refleja en la utilidad neta de la empresa.

Es necesario acentuar que la falta de obreros en los periodos requeridos es perjudicial para el avance de la obra, lo cual puede ocasionar que actividades que no eran críticas, se conviertan en críticas; sanciones por incumplimiento del programa y problemas de relaciones con el Cliente.

También el exceso de obreros calificados en periodos donde no se requiere una gran demanda de personal, es nocivo para la empresa constructora, ya que esto repercute directamente en la nómina, en el costo directo de cada concepto y se reflejará en la utilidad de la empresa. Esta observación no se cumple completamente en los casos en que se contratan destajistas para los trabajos.

Dentro de las empresas constructoras es muy importante que exista una coordinación adecuada ya que en ocasiones se tiene alguna obra con ciertas etapas por concluir y otra que apenas las inicia; en esos casos, los obreros se pueden trasladar de una obra a otra.

2.4) Programa de Equipo

La programación del equipo y maquinaria que intervendrá en la construcción de una obra, está en función de los conceptos que se realizarán del tiempo para su ejecución, de sus volúmenes y rendimientos de trabajo.

Al conocer estos datos, el constructor podrá calcular el número de unidades de cada tipo de maquinaria y equipo que se requerirá y el tiempo de empleo de cada una de ellas.

El constructor no debe pasar por alto que la falta de cumplimiento de su programa de equipo y maquinaria, ocasionaría un retraso general en la obra y pérdidas económicas, por lo que debe tener mucho cuidado en la disponibilidad de dichas máquinas, ya sea que se vea obligado a rentarlas o adquirirlas de otra manera. También deberá cuidar del mantenimiento de las mismas para evitar una baja en la producción y operación de dichas unidades y por ende, un desajuste en el programa de ejecución de los trabajos.

Asimismo, el tener el equipo y maquinaria "ociosos", genera pérdidas económicas al constructor, por lo que se recomienda que evite programar un número de unidades excesivo para el desarrollo de los trabajos.

2.5) Programación Financiera

Llevar una planeación financiera durante el desarrollo de cualquier obra es fundamentalmente importante, ya que una falta de liquidez podría ocasionar problemas muy serios.

Esta programación se debe llevar en forma conjunta con el programa de recursos requeridos (materiales, mano de obra y equipo), ya que en base a la demanda de recursos, será la demanda de dinero y el no tener liquidez podría ocasionar la suspensión parcial de los trabajos de algunos o de todos los conceptos de obra; lo que repercutiría en el programa de obra, en el programa de erogaciones, etc.



Es muy importante que esta programación sea adecuada y honesta, ya que así la empresa constructora podrá visualizar si es necesario algún financiamiento y contratario con anticipación a su utilización.

Otro aspecto muy importante es que el Cliente cuente con los fondos necesarios para la realización de las obras, ya que en algunas ocasiones durante el desarrollo de una obra, debido a un mal proyecto o a una elaboración deficiente del catálogo de conceptos, existen cambios en el proyecto, un mayor volumen de obra y una serie de trabajos extraordinarios (no contemplados en el catálogo original), lo que, obviamente, obliga a salirse del presupuesto original. En este supuesto es vital que se cuente con los recursos suficientes, ya que en el caso contrario, sería necesario suspender la construcción de la obra, con el fin de no ocasionarle pérdidas al constructor.

Previsión de Riesgos

Dentro de la planeación de cualquier obra se debe tener pleno conocimiento de los posibles riesgos que se pueden presentar por algún percance no previsto inicialmente o en su oportunidad

Se debe tener una planeación y programación del flujo de caja y recursos económicos de la empresa constructora en forma adecuada, ya que cualquier error puede ocasionar serios problemas.

Estos problemas, que repercuten en el avance de obra programado, ocasionan al constructor lo siguiente:

- Falta de financiamiento oportuno, lo que impide cumplir con los programas de recursos requeridos.
- Sanciones al Constructor por no cumplir con el programa general de obra contratado
- Multas al constructor, por no concluir con la obra en el plazo contratado.
- Rescisión de contrato por incumplimiento.
- Suspensiones temporales a la obra por no cumplir con lo establecido en el reglamento de construcción vigente de la región (permisos, licencias, trámites, etc)
- Problemas laborales con los sindicatos involucrados, dependiendo del tipo de obra y del cliente, ocasionando suspensiones temporales o definitivas del trabajo, en algunos casos
- No tener derecho a ajustes de los precios unitarios (escalaciones), generando pérdidas económicas
- Pago de intereses no previstos por financiamientos necesarios adicionales, reduciendo considerablemente la utilidad.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.-
PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



3.1.2 PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



3.1.2 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Son el conjunto de trabajos que es necesario efectuar para producir una obra de edificación.

Los procesos constructivos tienen como principal elemento los recursos y están determinados por una planeación cuidadosa, mediante el empleo de los planos y especificaciones, además de la utilización de controles que permiten tener un seguimiento cuidadoso de los mismos.

Lo anterior, con el objeto de obtener como producto final la obra, tal como fue establecida en el proyecto, acerca de la calidad, costo y tiempo deseados.

Planear en que tiempo habrá de concluir la obra es de hecho programarla y al mismo tiempo establecer los elementos de control del programa. Para ello, si consideramos una obra desde diferentes puntos de vista como podrían ser: planeación, ejecución y control, notaríamos que existen diferentes enfoques acerca de cada uno de ellos.

Por ejemplo, para el que planea, la obra es en sí un producto. Por lo que se distinguen diferentes enfoques, que van desde la macroplaneación hasta la planeación de detalle

Durante la ejecución de la obra, el seguimiento del programa es una de las actividades que requieren del constructor una atención constante. Es en sí una agenda de actividades a cumplir, prácticamente a diario incluye suministros oportunos de materiales, llegadas y salidas de equipo y personal y un aspecto fundamental para el logro exitoso de la obra, desde el punto de vista económico, que los tiempos se cumplan sin reducciones al rendimiento previamente adoptado en los precios unitarios

Para quién controla el proceso, el programa es el documento que le permite observar si ocurren desviaciones. Del juicio que resulte se tomarán decisiones importantes que retroalimentan al proceso y que pueden modificar algunos parámetros usados para planear, y quizá llegar hasta la necesidad de adaptar procedimientos de construcción, proyectos, etc; en algunos casos las reducciones en duración para recuperar atrasos, pretendiendo conservar la fecha de terminación, nos llevan a tales rendimientos requeridos, que pueden modificar el costo de la obra. Esto ocurre cuando los rendimientos por programa son substancialmente distintos a los considerados en el presupuesto de la obra.

Primero se elaboran los planos de diseño y se preparan las especificaciones de construcción. Seguidamente se organizan los recursos: humanos, materiales y equipos, También se establecen las políticas y procedimientos que se deberán respetar. Se pondrá especial atención para que los costos de construcción no sobrepasen a lo planeado en la etapa de planeación y programación

Durante el proceso constructivo, el seguimiento adecuado del programa de obra es una de las actividades que requieren del constructor una atención constante. Es en sí una agenda de actividades a cumplir prácticamente a diario e incluye suministros oportunos de materiales, llegadas y salidas de equipos y personal

Es fundamental para el logro exitoso de la obra desde el punto de vista económico, que los tiempos se cumplan sin reducciones al rendimiento previamente determinado en los precios unitarios



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

EVOLUCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

En los inicios de la construcción, el éxito del constructor dependía con frecuencia de la habilidad para manejar a la gente y el equipo, de manera de poder seguir un programa de obra y completar un proyecto al menor costo posible. Hoy en día, esta práctica se ha reemplazado por una cuidadosa planificación para cada uno de los pasos de un proyecto antes de comenzar la construcción. Se analiza el proyecto para determinar los mejores métodos de construcción y mantener un control adecuado sobre el proyecto a través de informes periódicos en donde se muestre el adelanto, los costos y otros datos deseables.

Con respecto al proyecto en particular que nos ocupa, cabe mencionar que el diseño y construcción de la planta de proceso, es producto del esfuerzo coordinado de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas en otros campos. Sin embargo, este esfuerzo combinado, debe ser dirigido por un solo individuo capaz de guiar a los ingenieros, anticipar los problemas rutinarios y programar las diversas fases del trabajo. Este individuo deberá de tener, además, conocimientos de administración y economía, aunque no sea necesariamente un experto en algunas de estas ramas, deberá de tener conocimientos suficientes para coordinar las actividades en todas ellas.

Uno de los retos más importantes de esta época consiste en generar bienes y servicios a precios relativamente bajos y que cumplan con los estándares mundiales de calidad. Esto significa que, para ser competitiva por precio y calidad, se debe garantizar que las funciones organizadas se realicen de la manera en que se planearon y que las cosas se hagan bien a la primera. Es necesario que el ramo de la construcción y consultoría orienten sus esfuerzos hacia la calidad total para incrementar la productividad y competitividad.

OBJETIVO DE LA OBRA

El objetivo general de la obra, consiste en la construcción de un conjunto de edificios estratégicamente ubicados para lograr un grado de productividad óptimo, esto es en cuanto a producción de sílice se refiere. También se pretende que el costo total de la obra sea el menor posible sobre la base de la ubicación final de cada edificio.

La complejidad de la obra, así como lo reducido del plazo para la ejecución de la misma, obliga a dividirla; por lo general, se divide en secciones, cada sección es la construcción de un edificio y cada una de estas, deberá contar con su propio programa, generando en consecuencia, su propio proceso constructivo. Pero no debe olvidarse que el proceso constructivo, en general, debe progresar de manera coordinada para que en lo posible, no existan retrasos constructivos considerables en alguna sección que a su vez afecte el proceso constructivo de otra.

A continuación se tratará de explicar el proceso constructivo general de la obra de manera lógica y secuencial mediante las diferentes fases de cada proceso constructivo.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



PREPARACION DEL TERRENO

Cuando un terreno esta cubierto de árboles, matorrales y piedras grandes, y este, es "atacado" por una cuadrilla de construcción, el aspecto de dicho terreno cambia con increíble rapidez. Tan pronto como los topógrafos trazan los linderos de la planta y los puntos de referencia, entran grandes máquinas para mover tierras, como bulldozers a arrancar árboles y a nivelar lomas y bajos. En un solo día cambian el aspecto del lugar, en los días siguientes la actividad se incrementa y nuevas contrataciones llegan a engrosar las listas del personal de construcción.

TRAZO Y NIVELACION

Al dar inicio a la obra, la primera operación que se realiza es reproducir sobre el terreno el trazo indicado en los planos del proyecto. Para proyectar la distribución de la planta, es necesario obtener la localización exacta de la propiedad o de los linderos, referencias y elevaciones, que pueden localizarse de los monumentos de las propiedades adyacentes, de los caminos locales, ferrocarriles y otras marcas permanentes, identificables en el campo. Los puntos de referencia para las elevaciones y linderos definidos en el lugar donde se va a efectuar el trabajo deberán aparecer en los planos.

Para localizar las diferentes instalaciones de la planta, el plano de distribución general en el que aparecen todas las áreas. Generalmente se secciona con líneas imaginarias horizontales y verticales, numeradas a partir de un cero arbitrario y localizadas a intervalos regulares a 25,50 y 100 m según el tamaño de la obra, a estos ejes se les puede llamar X y Y o norte y este. De esta manera se identifican con facilidad los puntos principales como las esquinas de los edificios o una esquina de un área determinada llamando al punto por sus coordenadas. Debe usarse un sistema consistente como éste en los proyectos, porque uno específicamente puntos determinados al origen. Deberán establecerse cuando menos 2 puntos de referencia de manera que se puedan comprobar fácilmente las dimensiones. Estos puntos o monumentos deberán colocarse fuera del área de trabajo y deberán construirse de manera que no se muevan con facilidad.

La colocación de un norte arbitrario en la planta es tan importante como las referencias de dimensión y elevación. Una vez que se ha colocado el norte de la planta, se puede hacer distribuciones en ángulo recto en los dibujos con una sencillez mucho mayor que si se usa el norte astronómico.

Después que se han instalado las referencias para las dimensiones, deberán construirse las de los planos de elevación. Por comodidad el banco de nivel de la planta se establecerá en el punto mas bajo del proyecto, al que se dará la cota arbitraria de 100.000 de esta manera, todas las elevaciones del proyecto serán de 100.000 o mayores.

Generalmente los proyectos grandes se dividen en secciones. Debe fijarse una rasante o nivel de piso normalmente arriba del banco de nivel de la planta, para cada sección de manera que el proyecto de la cimentación y el trabajo de campo y el grueso de las excavaciones pueda proseguir con otras operaciones preliminares. La rasante de la sección generalmente se refiere al punto mas alto de la misma, por ser necesaria una pendiente para el drenaje pluvial.

El proceso constructivo para el trazo y nivelación, podemos sintetizarlo de la siguiente manera



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Se localiza el punto o puntos de partida así como el banco de nivel que en los documentos de ingeniería se proporcionan, para tomarlos como referencia para trazar y localizar los demás puntos. Para realizar este trabajo, se utilizó el siguiente equipo o instrumentos de medición, según apliquen:

- a). Tránsito
- b). Nivel montado sobre tripie
- c). Cintas métricas de 20 y 30 m
- d). Plomadas de punta
- e). Estadales de madera y metálicos

T R A Z O: La cantidad de trazos que se realizan, esta determinado por las necesidades propias del proyecto.

- 1) los trazos son indicados por medio de cal, estacas , tinta u otros dependiendo del lugar donde se realicen , tomando como referencia las mojoneras de apoyo previamente construidas.
- 2) los trazos para limitar las terracerías, excavaciones ó despalmes, se harán de preferencia con cal sobre el terreno donde han de efectuarse estas.
- 3) los trazos para indicar la ubicación de metales embebidos, colocación de acero, así como otros similares; se harán de preferencia con tinta y/o color indeleble sobre las estructuras donde han de ser colocadas éstas.

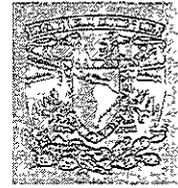
N I V E L A C I O N: La magnitud de las nivelaciones por realizar esta determinado por las necesidades propias del proyecto.

- 1) la nivelación se realiza con el equipo topográfico a distancias no mayores de 50 m de punto a punto, marcando los niveles cuando así lo requiera el proyecto.
- 2) la señalización para indicar los niveles en cortes o terrapienes en los trabajos de terracerías, se hará mediante la utilización de estacas de madera. Para despalmes se recomienda que la distancia entre estacas no sea mayor de 50 m y para nivelación de terracerías la distancia no sea mayor de 15 m
- 3) las nivelaciones se deben efectuar en las mañanas, tardes o en los días nublados ya que además de evitar la afectación de los rayos solares al aparato, la visibilidad es mas uniforme en todas direcciones lográndose lecturas mas precisas.

DESMONTE Y DESPALME

Una vez que los topógrafos han trazado los límites de la planta y los puntos de referencia, se procede a retirar tanto la vegetación como la capa de tierra vegetal contaminada para conformar el terreno libre de impurezas. El espesor de la capa vegetal por retirar esta determinado por el estudio de mecánica de suelos. Estos trabajos se realizan con el auxilio de maquinaria pesada como es el caso de bulldozers, palas mecánicas y motoconformadoras.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



DESMONTE

Se entiende por desmonte al retiro de la vegetación en el derecho de vía para la construcción de caminos, en áreas de prestamos de bancos de materiales y en áreas de construcción de instalaciones y plantas industriales. El desmonte se hará con herramienta manual solo en los siguientes casos:

- a) en lugares inaccesibles para la maquinaria
- b) en lugares alejados o aislados, en los que por el costo del transporte de la maquinaria resulte un precio unitario superior al correspondiente cuando se ejecute el trabajo con herramienta manual.

EL DESMONTE SE REALIZA DE ACUERDO A LO SIGUIENTE.

- a) Tala: consiste en cortar los árboles y los arbustos.
- b) Roza: consiste en cortar a ras del terreno la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra.
- c) Desenraice: Consiste en la extracción de raíces y tocones.
- D) Limpia: Consiste en la remoción de la materia vegetal fuera de las zonas señaladas para el proyecto, con el fin de que no se mezcle con el material destinado a la construcción, sin obstruir los cauces naturales de desagüe.
- c) Quema: Consiste en la incineración de la materia vegetal no aprovechable.

DESPALME

Como despalme, deberá entenderse a la acción de corte, extracción y acarreo a otro sitio de la capa de suelo vegetal existente en la superficie. La profundidad se determina por el estudio geológico preliminar y deberá ser suficiente para descubrir la capa sana sobre la que se cimentará la estructura.

Espesor del despalme:

Se desaloja la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea la adecuada para la construcción de los terrapienes y/o para quitar material superficial contaminante previo a la explotación del material de banco.

El espesor del despalme deberá estar identificado en los documentos de ingeniería, basados estos en un estudio de mecánica de suelos. Una vez determinado el espesor se procederá a retirar la capa de material de forma tal que se evite el sobrecarreo del material con el equipo de despalme

Retiro de material.

El material producto del despalme será retirado del área y colocado en un banco previamente determinado; el material tendrá que ser depositado en forma ordenado para propiciar la colocación sucesiva por capas del material hasta alcanzar la elevación permitida del banco.

Control del volumen.

Para el control de acarreos, se hará la cubicación de los vehículos que intervengan en el retiro y se anotará su cubicación en las tarjetas de control de viajes que sean utilizados por los propios fleteros.

RELLENO DE PLATAFORMAS (TERRACERIAS)



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Una vez concluido el saneo del área, se procede a mejorar las condiciones del terreno superficial (arena fina limosa café claro, de compactación suelta) a fin de aumentar su compactación y con ello evitar a futuro que los rellenos, vialidades y/o losas de piso observen un comportamiento indeseable.

El área por rellenar deberá iniciarse compactando desde la superficie el material aflojado en las labores de saneo, preferentemente se le dará un riego de agua y cuando menos 3 pasadas con equipo neumático del mayor peso posible hasta lograr un grado de compactación mínimo del 90 % de su **PVSM**.

Durante la construcción de las terracerías y rellenos se deben respetar todas las referencias topográficas existentes, debiéndose reponer aquellas que se dañen o se alteren. Los rellenos programados serán en todos los casos del tipo estructural; nunca debe admitirse rellenos de material a volteo por ninguna razón.

El relleno para lograr la sobreelevación de la cota + 2.50 a + 3.50 en toda la superficie del proyecto deberá ser con material del banco Medrano compactado al 90 % de su **PVSM** y colocado en capas de 20 cm, la última capa de 30 cm será de material del banco Champayan.

FABRICACION MANEJO E HINCADO DE PILOTES DE CONCRETO ARMADO

Una vez sobreelevado el nivel original del terreno de la cota + 2.50 a + 3.50 en toda la superficie del proyecto, se trazan los puntos para proceder al hincado de los pilotes. El hincado de los pilotes debe comenzar tan pronto como sea posible, para que pueda terminarse antes de que de principio los trabajos de cimentación, de esta manera pueden evitarse daños al concreto fresco.

El empleo de pilotes corresponde a un tipo de cimentación que comúnmente se conoce como cimentación profunda. Es común localizar las plantas de proceso en zonas costeras o bien a lo largo de los ríos. Estos lugares aunque muy convenientes para la economía del transporte, generalmente tienen suelos de poca resistencia y/o suelos que sufren grandes asentamientos con las cargas que soportan. Es en estos casos, cuando las cimentaciones deben apoyarse sobre pilotes.

Los pilotes soportan las cargas de las cimentaciones y las transmiten a las capas de terreno estable situadas a varios metros abajo de la superficie: o por medio de la resistencia al corte creada por el rozamiento entre el suelo y la superficie de los pilotes. En el primer caso se dice que el pilote trabaja como columna, en el segundo caso se dice que el pilote trabaja por fricción. A menudo el apoyo se obtiene con una combinación de ambos efectos.

TIPOS DE PILOTES

Existe una gran variedad y combinación de pilotes empleados en la industria de la construcción, entre los cuales encontramos a los de madera creosotada, a los de concreto colados en sitio, a los de concreto y tubo de acero, a los de perfiles estructurales, a los de concreto fabricados, etc.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Los pilotes de madera creosotada aunque tienen un costo de adquisición menor, no es usual su empleo en el ramo de la construcción mexicana; los pilotes colados in situ son aquellos que una vez realizada la perforación del terreno a la profundidad deseada, se llena de concreto el hueco, los pilotes de concreto y tubo de acero se usan principalmente cuando van a trabajar como columna, los pilotes de perfiles estructurales aunque costosos, son necesarios cuando se requiere un elemento resistente que pueda penetrar fácilmente en suelos muy densos; y los pilotes de concreto fabricado que son los más comunes, son fabricados de concreto de alta resistencia y acero de refuerzo, se usan en los casos que el elemento quedará bajo el agua. Estos últimos, fueron los que se emplearon para la construcción de la planta que nos ocupa y ampliando aun más podemos decir que:

Los pilotes sirven para formar parte de una estructura de cimentación, contener el empuje de tierra o consolidar un suelo y cuyo hincado es por medio de martillos de gravedad o combustión interna. Los pilotes tendrán forma redonda, cuadrada u octogonal, su dimensión transversal podrá variar entre 25 y 60 cm.

El armado será longitudinal, transversal y/o helicoidal. Todo el acero de refuerzo deberá estar libre de óxido, grasa, aceite u otro tipo de sustancias que puedan impedir una buena adherencia con el concreto. Las cimbras o moldes se colocarán sobre bases firmes, los moldes pueden ser de madera, plásticos o metal; en caso de que sean de madera, ésta tendrá cuando menos 2 cm de espesor después de cepillado y se les aplicará un tratamiento con objeto de hacerlos impermeables. Los rincones de los moldes de pilotes de sección cuadrada, serán achaflanados, siendo la dimensión de 2 cm. El colado de las formas generalmente es en posición horizontal. El colado será continuo, el concreto será compactado por medio de un vibrador de alta frecuencia, con objeto de evitar que se presenten oquedades o porosidad.

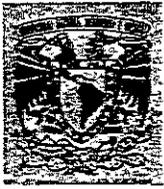
Tan pronto como los pilotes hayan fraguado lo suficiente, serán retirados de las formas y apilados en el lugar de curado, permaneciendo en dicho lugar hasta que alcancen la resistencia fijada en el proyecto. No se hincará ningún pilote antes de 28 días como mínimo de haber sido colado cuando se emplee cemento portland tipo I normal.

Los pilotes que vayan a emplearse en sitios en que queden en contacto con agua de mar o suelos alcalinos, se utilizará cemento portland tipo V de alta resistencia a la acción de los sulfatos o bien cemento portland puzolánico.

El manejo de los pilotes, durante los procesos de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte, se hará evitando esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, descascaramientos u otros daños.

Para levantar los pilotes se sujetarán estos en no menos de 2 puntos, de preferencia en las 2 quintas partes extremas, pero a no más de 6 m entre sí. Para que los pilotes de cimentación tengan un comportamiento satisfactorio, debe tenerse presente lo siguiente:

- a) para realizar las operaciones de hincado de los pilotes, se recomienda emplear un martillo Delmag D35 o similar.
- b) el peso del pistón deberá estar comprendido en el rango de 0.3 a 0.5 veces el peso del pilote.
- c) previo al hincado de los pilotes, se requiere de una perforación que facilite las operaciones. El diámetro de esta perforación no deberá ser mayor de 16" (40.6 cm) a fin de no ver disminuida la



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

capacidad de carga prevista; así mismo esta perforación deberá suspenderse 1.0 m por arriba del nivel de apoyo del pilote.

d) el hincado se suspenderá cuando suceda cualquiera de las siguientes condiciones:

1) La punta del pilote llegue a la profundidad de proyecto.

2) La punta se encuentre a menos de 50 cm del nivel de apoyo; con 40 golpes en 10 cm de penetración en los últimos 30 cm de hincado.

e) No deberán permitirse desviaciones de la posición de proyecto de los pilotes mayores de 10 cm y la verticalidad deberá garantizarse con una tolerancia del 2%. La profundidad de proyecto no deberá diferir en más de 20 cm de la profundidad real alcanzada por los pilotes.

f) la separación mínima entre pilotes será de 3 veces el lado del pilote, centro a centro.

g) se recomienda que la resistencia de proyecto de los pilotes sea no menor de 250 Kg/cm². Así mismo se recomienda tomar todas las precauciones para no emplear el agua freática para la fabricación del concreto dado que ésta es altamente nociva. En este sentido se recomienda emplear cementos apropiados para mantener una buena integridad durante la vida útil de las estructuras.

h) el hincado de los pilotes deberá realizarse en una sola operación, no permitiéndose interrupciones mayores de 1 hora en el hincado.

i) cuando el hincado deba suspenderse por causas de fuerza mayor y posteriormente no sea posible llevarlo hasta la profundidad de proyecto, deberá darse por perdido y ser sustituido por otro u otros en donde sea estructuralmente equivalente.

j) el contratista deberá llevar un registro del hincado de cada pilote. el cual deberá incluir cuando menos la siguiente información.

1) identificación del pilote.

2) fecha de instalación.

3) localización y longitud real de cada pilote.

4) tipo de martillo usado, número de golpes por minuto, número de golpes para lograr penetraciones de 50 cm en toda la longitud del hincado y para penetraciones de 10 cm en los últimos 2 m de hincado.

EDIFICIOS PROVISIONALES

Durante los primeros días de construcción, el número de trabajadores es mínimo y los servicios que necesitan también lo son. Sin embargo, al continuar la obra, el número aumenta; llegan técnicos y personal de oficina y comienza la entrega de equipo. Son necesarios edificios para alojar la afluencia de personas y equipo.

Estos edificios son provisionales y deben cambiarse de lugar o tirarse al terminar la obra, pero deberán ser adecuados para las necesidades de ésta. Se construyen de madera o de armazones de acero, con techos y paredes de aluminio o de acero. El número de edificios provisionales varía con el tipo de obra, a continuación señalaremos un caso típico cuando se trata de la construcción de una planta industrial.

I) Oficina de construcción de 150 a 200 m², para alojar al superintendente general, jefes de especialidades, jefes de oficina, jefe de personal, jefe de compras, así como 6 u 8 empleados y secretarías.

II) Cobertizos para la fabricación de tuberías, carpintería e instalaciones eléctricas.

III) Vestidores con lavabos. Deberá destinarse un espacio separado para cada oficio.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



IV) Cuarto de herramienta con superficie de 75 a 100 m² que se usa para guardar y revisar las herramientas de mano, suministros y equipos portátiles.

V) Bodega que se usa para almacenar el equipo de la planta que deba protegerse de la intemperie como válvulas, tubos pequeños y conexiones para tuberías, conexiones para conduit, cemento y aislamientos.

Se dice que varios edificios grandes que tengan espacio para alojar varias dependencias, resultan por lo general más baratos que muchos edificios separados.

Actualmente se ha determinado que son más económicos los edificios portátiles de acero, especialmente cuando los espacios necesarios son pequeños.

ABASTECIMIENTO PROVISIONAL DE AGUA

Mucho antes de que se construya el servicio permanente de agua para la planta, se instala un servicio provisional casi al empezar la obra, para poder disponer de agua para beber, para la fabricación del concreto y para protección contra incendios. Si queda cerca una ciudad, puede contratarse el suministro de garrafones de agua purificada para beber, evitando así riesgos de posibles enfermedades

CAMINOS DE ACCESO A LA OBRA

Cuando se están construyendo los edificios provisionales, otras cuadrillas de trabajadores construyen espuelas del ferrocarril para llevar el equipo grande a la obra, así como calles para dar acceso a todas las partes de la obra a camiones y equipo de construcción. Se trazan los caminos de la planta, se quita la tierra vegetal, se compacta y se rellena con arena y grava. Sin embargo, el pavimento se construye generalmente al final de la obra para evitar dañarlo con el equipo de construcción.

Si no es necesaria una espuela permanente de ferrocarril para la planta, con frecuencia se construye una temporal cuando se va a enviar al equipo grande por ferrocarril. Empleando este método, puede levantarse el equipo directamente del carro de carga e instalarse.

EXCAVACIONES

Una vez que se ha desmontado, despalmado y rellenado el lugar, que se han hincado pilotes, que se han construido los servicios provisionales y se han definido las posiciones de los cimientos del equipo, el siguiente paso es completar en lo posible las excavaciones, porque los servicios subterráneos y las cimentaciones se construyen más cómodamente antes de comenzar otros trabajos. Los topógrafos trazan las excavaciones y se centra la mayor parte del esfuerzo en realizarlas

La excavación puede hacerse a máquina o a mano. La excavación a máquina se puede hacer con varios equipos y su elección depende del tipo de suelo y de la profundidad de la excavación, las zanjas para tramos largos de tubos subterráneos o ductos con frecuencia se excavan con retroexcavadora. La draga de arrastre que consiste en una grúa con propulsión propia equipada con un cucharón es el tipo más popular de máquina excavadora para construcción pesada, además, la grúa también se puede utilizar para levantar equipos durante el montaje. Los bulldozers que son simples traidores equipados con una cuchilla frontal se usan mucho para hacer rellenos y



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

para compactar por medio de otros aditamentos. Los tamaños y tipos de equipos para excavar y para rellenar varía con cada proyecto.

La excavación a máquina, que es mucho más barata que la excavación a mano, se usa siempre que es posible. Cuando se operan las máquinas hábilmente puede terminarse las excavaciones en días, lo que hubiera requerido semanas si se hacen a mano. Sin embargo, será necesario hacer a mano algún trabajo en los lugares congestionados.

Ordinariamente resulta más económico excavar a máquina el área total hasta el estrato resistente, cuando se van a colar varias zapatas separadas, que hacer a mano la excavación separada para cada zapata. Aunque haciendo esto se aumentan un poco los moldes, la ventaja de disponer de un espacio mejor de trabajo para el personal, reduce el tiempo y el costo de la colocación del acero de refuerzo.

Se pueden hacer simultáneamente las instalaciones de tuberías y anclajes para soportar los empujes de las mismas, de ductos para las instalaciones eléctricas y conexiones a tierra, eliminando así prácticamente toda la excavación a mano.

Las filtraciones de agua producidas al penetrar el nivel freático o por cortar algún estrato con agua en las operaciones de excavación, son un problema común en el subsuelo. Si el área en general tiene pendiente suficiente, se puede impedir la entrada del agua poniendo una ataguía de tablaestacas de acero en el costado superior de la excavación. En todas las excavaciones importantes se deberán disponer medios para bombear el agua que se filtre o que caiga de la lluvia. Se dispondrá de uno o dos cárcamos de bombeo.

A veces resulta efectiva una capa delgada de concreto pobre de unos 5 o 7 cm de espesor, sobre el fondo de la excavación para detener las filtraciones de agua. Este método se usa con regularidad en las excavaciones grandes para mejorar las condiciones de trabajo y para evitar la contaminación del concreto. Los suelos acuíferos inestables o los arenosos que están propensos a derrumbarse, requieren precauciones de seguridad adicionales, para la protección tanto del personal como del equipo.

Durante y después de la excavación, la tierra extraída que no se pueda usar para rellenos se lleva fuera del lugar, para que quede éste tan despejado como sea posible y listo para la instalación de los servicios subterráneos.

Respecto a la obra en particular, podríamos decir que el estándar de construcción se maneja de la siguiente manera.

Debido a que el plazo de ejecución de la obra, era demasiado corto con respecto al volumen por ejecutar, toda la extracción del material se llevo a cabo mediante retroexcavadora.

Cuando se emplean medios mecánicos para la extracción de materiales, se verifica que la profundidad de la excavación sea de preferencia 10 cm arriba del nivel marcado por los documentos de ingeniería, para posteriormente realizar la excavación faltante por medios manuales a la vez que se afina tanto el fondo como las paredes de la misma.

Debido a que el material producto de excavaciones dentro del área de proyecto es de reconocida calidad por tratarse de materiales de los bancos Medrano y Champayan. Este será depositado

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



lateralmente para ser utilizado como material de relleno. El material que no sea posible utilizar en los trabajos de relleno, será retirado a un lugar previamente establecido.

A excepción que los documentos de ingeniería permitan lo contrario, todas las excavaciones tendrán una holgura lateral que permita la colocación de la cimbra para las estructuras de concreto, considerando como cimbra un polín de madera de 4"x 4" (10 cm por ambos lado).

Cuando se permita que las paredes de la excavación pueden servir de molde para el colado de una estructura de concreto, las dimensiones de la excavación no deberán excederse en mas de 10 cm respecto a las fijadas por los documentos del proyecto.

Para instalaciones exteriores de tuberías de concreto, PVC, acero, etc. cuyo diámetro no exceda de 20" (cincuenta y un centímetros). Y cuya instalación deba que ser depositada en una cepa con una profundidad no mayor a los 90 cm, el ancho mínimo de la cepa será de 60 cm considerando que con esta dimensión se permite la movilización de una persona para las actividades de colocación de la tubería; para diámetros así como profundidades mayores se recomienda un estudio particular.

En ocasiones es necesario realizar obras de protección a la excavación (ademes). La utilización de ademes se indicará de preferencia por los documentos de ingeniería, basados estos en el estudio de mecánica de suelos y será el responsable de la obra quien de acuerdo a las condiciones propias del proyecto, podrá optar por otro sistema de excavación para la eliminación de los peligros de derrumbe (excavación en forma de talud).

La colocación de los ademes se hará de forma conveniente y se construirán tanto los tabiaestacados, como los soportes, troqueles, etc., que se estimen necesarios para sostener las paredes o techos de las excavaciones, evitando cualquier daño que pueda causarse en las construcciones, pavimentos, edificios inmediatos o cualquier otro tipo de estructura. Al final de la excavación se verificará que ésta esté libre de raíces, troncos o cualquier material suelto.

INSTALACION DE LOS SERVICIOS SUBTERRANEOS

Al completar las zanjas, los plomeros y albañiles comienzan la tarea de instalar las tuberías subterráneas, y los electricistas el conduit y el cable subterráneo. El método de instalación de los tubos varía con el tipo, el tubo de fierro fundido de macho y campana como se hace para el agua, las de alcantarillas de los procesos y drenes, se tienden sobre una cama de arena para asegurarle un apoyo continuo. Las juntas se calafatean con yute solo o saturado de brea y se cubre cuidadosamente con plomo fundido. Después de hacer las uniones, se compacta un suelo firme alrededor de la mitad inferior del tubo, la zanja se rellena y el suelo se apisona. El tubo de asbesto cemento puede usarse en vez del de fierro fundido para algunos servicios. Las uniones constan de un collar y un anillo de hule, que se pueden hacer en la décima parte del tiempo necesario para las juntas con plomo.

Generalmente se usa tubo de barro vidriado para los drenajes sanitarios y los drenajes de los líquidos corrosivos de los procesos. Las juntas se hacen con mortero de cemento-arena en proporción 1:3 o con mastique resistente a la corrosión. Los tubos de acero al carbón que se van a instalar subterráneamente primero se cubren y luego se envuelven. Después que los soldadores completan su trabajo, se limpia y se cubre con una pintura anticorrosiva y luego se cubren con bitumastic y finalmente se envuelve con fieltro embreado o con fibra de vidrio embreado.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

MATERIALES PARA DRENAJES.

- a) **drenaje aceitoso:** para este tipo de drenaje se emplearán tubos de fierro fundido, asbesto-cemento, concreto sin refuerzo y concreto reforzado.
- b) **drenaje químico:** Para este tipo de drenaje se recomienda el empleo de tubos de barro vitrificado, PVC, fibra de vidrio con resinas epóxicas, concreto con aditivos resistentes a los ácidos, PE (polietileno) y fierro fundido recubierto con resinas epóxicas.
- c) **drenaje pluvial:** Para este caso se emplearán tubos de concreto reforzado, asbesto-cemento y PVC (cloruro de polivinilo).
- d) **drenaje sanitario:** Para este caso se emplearán tubos de asbesto-cemento, concreto sin refuerzo y concreto reforzado. fierro fundido, PVC y PE (polietileno). dentro de los edificios.

CLASIFICACION DE LOS DRENAJES POR SERVICIO.

Los drenajes que se usan dentro de las zonas industriales. se clasifican en cuatro tipos, según su servicio.

- a) drenaje aceitoso.
- b) drenaje químico.
- c) drenaje pluvial.
- d) drenaje sanitario.

a) **drenaje aceitoso:** es el que recolecta hidrocarburos no corrosivos y/o tóxicos provenientes de las purgas de equipos y tuberías en los casos de mantenimiento de los mismos.

b) **drenaje químico:** es el que recolecta y conduce aguas contaminadas con productos tóxicos y/o corrosivos.

c) **drenaje pluvial:** Es el que recolecta y conduce aguas libres de contaminación por hidrocarburos, productos tóxicos, corrosivos, aguas negras y jabonosas.

d) **drenaje sanitario:** Es el que recolecta y conduce las aguas negras y las jabonosas.

CLASIFICACION DE LOS DRENAJES POR AREA

Dentro de las zonas industriales se pueden localizar diferentes áreas perfectamente definidas, las cuales tienen sus requisitos particulares de drenaje. Las áreas son las siguientes:

- a) Proceso.
- b) Almacenamiento.
- c) carga y descarga.
- d) caídas y tratamiento de aguas.
- e) torres de enfriamiento.
- f) Talleres.
- g) Laboratorios.
- h) centrales de bombeo.
- i) estaciones de compresión, generación y distribución eléctrica.
- j) subestaciones eléctricas.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



- k) edificios administrativos y zonas habitacionales.
- l) estacionamientos, vías de acceso y áreas libres.
- m) quemadores de campo.

a) drenajes en áreas de proceso: las áreas de proceso podrán tener cuatro tipos de drenajes; aceitoso, químico, pluvial y sanitario. Los dos primeros dependen de los líquidos que se puedan derramar de las purgas de los equipos y el último, de los sanitarios de dichas áreas.

b) drenajes en áreas de almacenamiento: esta área comprende los tanques de almacenamiento de todo tipo, que se localizan dentro de un dique de contención o cualquier otra estructura que impida, en caso de derrames del producto almacenado, que esté salga de dicha área.

Las purgas de los tanques, inclusive las de gas licuado irán a copas colectoras o registros de concreto o de metal, conectados mediante válvulas al drenaje aceitoso o químico, según sea el tipo de producto. Estas copas colectoras y registros deberán contar con un sistema (guarniciones) que evite que se introduzca el agua de lluvia que se pueda coleccionar dentro de los diques.

Las tuberías que reciban purgas de productos negros, deberán de ser de acero al carbón y se les diseñará un sistema de venas de calentamiento de vapor o algún sistema equivalente. Estas tuberías deberán ir sobre el nivel del terreno al descubierto y sobre soportes.

Todas las áreas de tanques de almacenamiento tendrán un sistema de drenaje doble, ya sea pluvial-aceitoso ó pluvial-químico, con sus válvulas respectivas, con objeto de poder enviar selectivamente las aguas a otro drenaje. Las válvulas deberán instalarse fuera de los diques o muros de contención.

c) drenajes en áreas de carga y descarga: Las áreas destinadas a la carga y descarga de autotanques, contarán con drenaje aceitoso, confinando el área por medio de una trinchera perimetral con rejilla. En el caso de productos químicos tóxicos o corrosivos, el área contará con drenaje químico.

d) drenaje en área de calderas y plantas de tratamiento de agua: En áreas de calderas se contará con drenaje aceitoso, excepto en las zonas en donde no se manejen hidrocarburos, la que contará con drenaje pluvial. En áreas de plantas de tratamiento de agua a base de desmineralización, se instalará un sistema de drenaje químico, de preferencia un sistema separado ácido y alcalino.

e) drenaje en torres de enfriamiento: el área de torres de enfriamiento contará con dos sistemas de drenaje, aceitoso y pluvial. Las purgas de las torres de enfriamiento deberán tener la opción, a través de válvulas, de enviarse a drenaje pluvial o al aceitoso.

f) drenaje en área de talleres: el área de talleres contará con drenaje pluvial, aceitoso y sanitario. Los talleres donde se utilicen hidrocarburos para el lavado de equipos, o se derramen aceites, como el mecánico, combustión interna, instrumentos, eléctrico y pintura, contarán con guarnición que limite su área, la que descargará al drenaje aceitoso.

g) drenaje en área de laboratorios: el área de laboratorios tendrá drenaje químico, el cual se conectará en su extremo a una fosa de neutralización. Contará, además, con drenaje pluvial y sanitario.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

h) **drenaje en áreas de centrales de bombeo:** el área de centrales de bombeo contará con drenaje aceitoso y sanitario para la casa de cambio de los operadores.

i) **drenaje en áreas de estaciones de compresión y generación eléctrica:** Estas áreas contarán con drenaje aceitoso y sanitario para la casa de cambio de los operadores.

j) **drenaje en áreas de subestación eléctrica:** esta área dispondrá de drenaje aceitoso en el área de transformadores y drenaje pluvial en el resto del área.

k) **drenaje en edificios administrativos y zonas habitacionales:** se entenderá por edificios administrativos los siguientes: oficinas, almacenes, casas de cambio, cuartos de control en áreas de proceso, centrales contra incendio y casetas de vigilancia. El área tendrá drenaje pluvial y sanitario.

l) **drenaje en estacionamientos, vías de acceso y áreas libres:** Estas áreas contarán exclusivamente con drenaje pluvial.

m) **drenaje en áreas de quemadores de campo:** Las fosas contarán con drenaje pluvial y los tanques de sello con drenaje aceitoso.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

La descarga de la tubería deberá efectuarse empleando los aditamentos necesarios para este tipo de trabajo y efectuando las maniobras con el equipo necesario para evitar golpes que puedan provocar daños o fracturas en la tubería. De ninguna manera se permitirá que se descargue la tubería rodándola de los vehículos en que ha sido transportada hacia el lugar donde va a ser almacenada.

Una vez descargada la tubería, deberá estibarse formando pilas de 1.20 a 2.00 m de altura como máximo, según se trate de tubería de fierro fundido, asbesto-cemento, concreto y barro vitrificado. Se deberá evitar que las campanas se apoyen unas contra otras, para lo cual se cuatrapearán las campanas con los extremos lisos de los tubos, separando cada capa con tabloncillos de 19 a 25 mm. De espesor, por 203 a 305 mm de ancho, espaciadas como máximo 90 cm de eje a eje. Se deberán poner cuñas de madera en los extremos de los tubos para asegurar éstos contra cualquier movimiento, ya sea en los vehículos que la transportan como en los lugares de almacenaje.

TRAZO

El trazo definitivo de la línea de drenaje se hará sobre el terreno marcándolo por medio de estacas colocadas a distancias convenientes sobre el eje de la línea y con suficiente anticipación para no entorpecer los trabajos de construcción.

Se deberá cuidar el trazo de la línea de drenaje durante la ejecución de los trabajos, debiendo reponer cualquier estaca que se remueva o se destruya antes de que se efectúe la excavación de la zanja.

NIVELES

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Los niveles de la línea de drenaje se fijarán de acuerdo con el proyecto. Para la correcta determinación de los niveles se deberán colocar a lo largo de la línea de drenaje puentes de madera a cada 10 a 20 m, con una sección mínima de 7x15 cm empotrados firmemente en el terreno y sobre ellos se colocarán las niveletas, las cuales tendrán una sección mínima de 2x5 cm. Las que servirán para revisar los niveles que deberá tener la línea. Todos los niveles deberán estar referidos a un banco de nivel correctamente localizado.

EXCAVACION

El eje de la excavación deberá quedar alineado siguiendo el trazo estacado. La excavación deberá efectuarse con el equipo apropiado, el cual puede ser: máquina zanjadora, retroexcavadora, draga de arrastre o pico y pala. Las raíces que se encuentren al efectuar la excavación deberán ser extraídas y no se podrán utilizar mezcladas con el material de relleno de la zanja. En tramos de zonas inundables la zanja deberá excavararse tomando las providencias necesarias para evitar en todo lo posible que el agua entorpezca la obra.

Se deberá disponer de un equipo de bombeo adecuado, con el fin de garantizar la conservación de la excavación seca durante el tiempo de colocación de la tubería.

La zanja deberá conservarse libre de azolves u otros materiales producto de la excavación todo el tiempo que transcurra entre la excavación de la zanja y el tapado de la misma. Se deberá abrir una pequeña cuneta en el fondo de la excavación, la cual servirá para conducir el agua, ya sea freática o de lluvia hasta el lugar de eliminación. La excavación deberá estar totalmente terminada por lo menos 10 m adelante del lugar donde se estén colocando los tubos. Los anchos de las zanjas, según la profundidad y el diámetro de la tubería, se especifican en la tabla No. 1. el colchón mínimo para los diferentes diámetros de tubería que deberá existir entre la parte superior del tubo y el terreno, será de 90 cm. En áreas de circulación de vehículos salvo que en el proyecto se especifique lo contrario.



ANCHO DE LAS ZANJAS EN CENTRIMETROS, SEGUN LA PROFUNDIDAD Y EL DIAMETRO DE LA TUBERIA

DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA		PROFUNDIDADES EN METROS										
CENTIMETROS	PULGADAS	HASTA 1.25	1.26 a 1.75	1.76 a 2.25	2.26 a 2.75	2.76 a 3.25	3.26 a 3.75	3.76 a 4.25	4.26 a 4.75	4.76 a 5.25	5.26 a 5.75	5.76 a 6.25
15	6	60	60	65	65	70	70	70	70	70	80	80
20	8	60	60	65	65	70	70	70	70	70	80	80
25	10	70	70	70	70	70	70	70	70	70	80	80
30	12	75	75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
38	15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
45	18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
61	24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
76	30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
91	36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
107	42			190	190	190	190	190	190	190	190	190
122	48				210	210	210	210	210	210	210	210
152	60				245	285	245	245	245	245	245	245
183	72					320	280	280	280	280	280	280
213	84					320	320	320	320	320	320	320
244	96						360	360	360	360	360	360

TABLA No. 1

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



PLANTILLA

La plantilla colocada en el fondo de la excavación podrá ser de concreto pobre, pedacería de tabique con mortero, tezontle, grava o arena según lo indique el proyecto. Dicha plantilla se colocará únicamente cuando así lo indique el proyecto o cuando la excavación no garantice un apoyo uniforme a la tubería. El espesor mínimo de la plantilla será de 10 cm y deberá estar compacta y humedecida, debiendo tener en la parte central un canal en forma circular para lograr un mejor apoyo a la tubería. El fondo de la zanja deberá excavarse más abajo de la cota de proyecto, con objeto de poder colocar la plantilla que le sirve de cama al tubo.

ADEMES

Se colocará el ademe (obra de protección a la excavación) necesario para evitar el derrumbe de las paredes de la excavación.

INSTALACION DE LA TUBERIA

La tubería se empleará en tramos enteros y solamente se permitirán cortes en los casos que la longitud de la misma rebase la dimensión comercial. Cuando la tubería sea de poco diámetro podrá bajarse a mano, cuando el peso de la misma o la profundidad de la zanja no lo permitan, deberá bajarse mediante dispositivos especiales. La tubería se bajará al fondo de la zanja de modo de evitar que sufra roturas o daños; no se deberá dejar caer ni golpear dentro de la zanja. Se deberá preparar el fondo de la zanja quitando los obstáculos, piedras o irregularidades que puedan dañar la tubería durante las maniobras de bajado. La colocación de la tubería se hará de manera que el extremo liso del tubo por colocar conecte con la campana del último tubo colocado. La campana del tubo deberá colocarse hacia aguas arriba, cuidando que no penetre tierra en el interior de la misma.

El tendido de la tubería se hará de acuerdo con la alineación, cotas y pendientes fijadas en el proyecto, para lo cual se utilizarán las niveletas con las que se aprobó la excavación de la zanja. La tubería se colocará en forma tal, que descansen a lo largo de su superficie, evitando puntos de concentración de esfuerzos. Para lo cual antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación, deberá excavarse en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o conchas que alojen las campanas o cajas que formarán las mismas.

Los tubos una vez bajados al fondo de la zanja se acostillarán con arena hasta la mitad del diámetro y posteriormente se rellenará la zanja con material producto de la excavación o con material seleccionado.

CONDUIT PARA INSTALACIONES ELECTRICAS

El conduit de acero se corta, se le hace rosca y se dobla con herramientas semejantes a las usadas por los plomeros. A causa de su ligereza y lo delgado de sus paredes, su manejo y fabricación es muy sencillo. Después de cortarlo y hacerle rosca, se le quitan los filos, porque pueden dañar el forro del cable cuando se introduce. Después se baja el conduit al fondo de la zanja y se une con coples. Las tuberías se amarran a las varillas verticales y horizontales clavadas en el terreno, formando así un conjunto o banco de tuberías que generalmente es revestido de concreto.

Las tuberías se usan para alojar y proteger mecánicamente a los conductores. Las tuberías deberán ser de acero galvanizado por inmersión con rosca y cople. Cuando el proyecto así lo



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

indique, las tuberías podrán ser de asbesto-cemento. Los diámetros límites de las tuberías que se usen para canalizaciones eléctricas subterráneas son de 1" como mínimo y 4" como máximo.

Las canalizaciones subterráneas se deben construir de tal forma que por ningún motivo queden alojadas por debajo de cimentaciones de cualquier tipo, principalmente cuando éstas corresponden a equipo, maquinaria o construcciones arquitectónicas.

La distancia mínima entre una canalización y una tubería de proceso o de servicios auxiliares deberá ser de 20 cm. La parte superior del banco de tuberías, quedará a una profundidad mínima de 50 cm de la superficie del piso terminado.

El concreto empleado en la construcción de canalizaciones deberá tener un color rojo. El concreto se vierte al rededor del conduit y después que fragua, se rellena la zanja y se apisona. El color rojo es muy visible y sirve para advertir a los trabajadores cuando se hacen excavaciones al rededor del conduit.

Se introduce el cable en el conduit entre los registros por medio de malacates movidos con aire comprimido o a mano, usando un lubricante para reducir los rozamientos. Para evitar que el cable se dañe, se comprueban cuidadosamente las tensiones con que se introduce por medio de dinamómetros, cuando se considera que la tensión es elevada.

Después de instalar el cable se prueba el aislamiento con un instrumento que aplica voltajes elevados a través del aislamiento, que indican la resistencia del mismo. Las pruebas son supervisadas por un ingeniero electricista competente, así como también todo el equipo eléctrico y su instalación.

CIMENTACIONES

Los cimientos se cuejan luego que la tubería subterránea y el conduit se han completado en sus inmediaciones. Los cimientos grandes requieren varios colados y el trabajo en un solo cimiento puede durar una semana o más.

CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION

Brevemente, la construcción de las cimentaciones constituidas por zapatas o por bloques de gran masa, consiste en excavar hasta encontrar un estrato firme, colocar en su lugar el acero de refuerzo y colocar la cimentación corrida o zapata. En estos colados iniciales bajo el nivel del suelo generalmente no es necesario construir moldes que confinen y contengan el concreto cuando todavía está plástico. Si los suelos son estables, los costados de la excavación serán lo suficientemente firmes para tomar la forma necesaria que deberá tener el concreto. La superficie del colado se deja áspera con varillas sobresaliendo del concreto, de manera que, si es necesario hacer colados adicionales para completar la estructura se adhieran con seguridad.

La carga que va a soportar un grupo de pilotes se distribuye a cada uno de ellos por medio de un cabezal de concreto reforzado, que se cueja cubriendo la cabeza de los pilotes, este tipo de cimentación se construye haciendo una excavación con la profundidad que debe tener el cabezal. Una vez hincados los pilotes, se descabezan para descubrir las varillas hasta que estas permitan dar una longitud de anclaje de acuerdo a especificaciones, después se colocan el acero de refuerzo

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



del cabezal (contratrabe, dado ó losa peraltada) y se cuela el bloque de concreto que lo forma. Se recomienda que el extremo superior del pilote quede embebida 12 o 15 cm.

PROGRAMACION DE LA CIMENTACION

El programa de construcción ideal es aquel en el que todas las operaciones que hay que efectuar abajo del nivel del suelo se completan antes de empezar las que se van a efectuar arriba del mismo. La continuación de trabajos subterráneos después que se ha montado el equipo que va arriba del suelo es extremadamente costosa. Por ejemplo, abrir una zanja a través de un área de construcción constituye un riesgo e impedimento serio en la operación. Las excavaciones posteriores en una zona congestionada tienen que hacerse casi siempre a mano, disminuyéndose la velocidad de los trabajos en la superficie, por la interferencia

La entrega de los proyectos de las cimentaciones al personal de montaje debe coordinarse con la entrega de todos los proyectos subterráneos como tuberías, conexiones a tierra y ductos eléctricos

QUE ES UNA CIMENTACION

Las cimentaciones para el equipo, los edificios y las estructuras de acero no solamente deben transmitir las cargas al suelo o a los pilotes, sino también sujetar en su lugar al equipo soportado.

Todas las cimentaciones se construyen de concreto simple o de concreto reforzado. Este material es relativamente barato y puede dársele cualquier forma mientras está plástico. Para sujetar el equipo directamente en la cimentación, se dejan ahogados en el concreto pernos de anclaje cuando se cuela. Después que ha fraguado, se sujeta el equipo en su lugar con los pernos. La mayor parte del equipo se atornilla firmemente, ya sea que esté colocada sobre un soporte de acero estructural que a su vez esté atornillado a una cimentación, o cuando el equipo se sujete directamente a la cimentación de concreto. Los tanques de gran diámetro, de fondo plano, por lo general no se atornillan, porque pueden colocarse directamente sobre losas de concreto o sobre una capa de suelo preparada, sin ninguna conexión

TIPOS DE CIMENTACION

Los tipos de cimentación que más se usan en las plantas de proceso son los de zapatas, las cimentaciones flotantes, las masivas y las de pilotes (explicado con anterioridad).

ZAPATAS

Si las condiciones del suelo son favorables, se recomienda el uso de zapatas por ser el tipo de cimentación menos costoso. Las zapatas que se usan en las industrias de proceso consisten en una columna o pedestal colado monolíticamente con una base de sección mucho mayor (la zapata). La porción ampliada transmite la carga que recibe al suelo. Cuando mayor sea la base de la cimentación, menor será la presión unitaria en el suelo. Las zapatas se construyen generalmente de concreto reforzado. En muchos suelos arcillosos la profundidad puede ser tan grande, que resultaría muy costosa la excavación. En estos casos se recurre a otros tipos de cimentación

Las zapatas se usan con mayor frecuencia para soportar torres, chimeneas y columnas estructurales altas. En estas aplicaciones la zapata circular es la ideal. Debido a las esquinas, las zapatas de forma cuadrada y rectangular se agrietan con mas facilidad que las circulares. Como



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

debido al viento existe la posibilidad de que el momento de volteo se produzca en cualquier dirección, la forma circular tiene la ventaja adicional de dar la misma distribución a los esfuerzos. La construcción de los moldes y la colocación del refuerzo siempre han resultado más costosas para las zapatas circulares que para las de costados rectos. Las hileras paralelas del acero de refuerzo deben cortarse de diferentes longitudes.

LOSA CORRIDA

Debido a las propiedades del suelo, algunos equipos y edificios pueden necesitar varias zapatas en la que la suma de sus áreas sea aproximadamente igual que la de la estructura apoyada. En estos casos resultará económico usar una losa plana que cubra toda el área. A esta losa se le llama losa corrida.

Las losas corridas se han usado con éxito en suelos compresibles y cuando se usan en ellos se les llama cimentaciones "flotantes".

El peso del suelo que se excava para la cimentación flotante es igual al peso de ésta más el de la estructura que se va a soportar. Algunas veces se usan las cimentaciones flotantes para soportar tanques de almacenamiento. La cimentación corrida más sencilla para grandes tanques de almacenamiento con fondo plano que no requieren anclaje, es una cama de arena de 10 cm de espesor. La porción de cama que sobresale del tanque se llama *berma* y debe tener una anchura de 1.50 m. Generalmente se protege de la intemperie con una cubierta asfáltica. Quizá el tipo más popular de estas cimentaciones para tanques grandes de almacenamiento es el que emplea un muro de concreto de una anchura mínima de 20 cm. Las paredes del tanque se apoyan en este muro de concreto reforzado que debe tener una profundidad variable. La capa de arena de 10 cm que se coloca dentro del muro proporciona un apoyo adicional.

CIMENTACIONES DE GRAN MASA

La maquinaria como los compresores de pistón, las centrifugas y otros equipos semejantes que están en movimiento, deben apoyarse de manera que la vibración y las fuerzas de inercia no balanceadas se amortigüen. En las plantas de proceso se usarán cimentaciones de gran peso, a las que deberá anclarse la maquinaria firmemente. Las cimentaciones pesadas equilibran las fuerzas de inercia periódicas producidas por las máquinas de movimiento recíproco. Las vibraciones producidas por las máquinas que giran a gran velocidad, también las absorben las cimentaciones cuando tienen una masa suficientemente grande.

CIMENTACIONES DE PILOTES

Como ya se explicó en párrafos anteriores, las cimentaciones apoyadas en pilotes se presentan cuando el suelo tiene poca resistencia y/o sufre grandes asentamientos.

RELLENOS COMPACTADOS PARA ESTRUCTURAS

Cuando se cometen errores en la profundidad de las excavaciones o que accidentalmente se quita tierra alrededor de las cimentaciones construidas, hay que rellenar con cuidado. A esta operación se le llama hacer rellenos; si las condiciones del suelo son malas y su resistencia es baja, deberá evitarse hacer rellenos con materiales pesados como la grava y el concreto. Los rellenos donde se vaya a construir una losa corrida o una losa de trabajo, deberán hacerse siempre cuidadosamente y cada capa de tierra deberá apisonarse con máquina. También se llama relleno a la operación de

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



llenar las excavaciones de tierra después de que se han colado los cimientos. A veces se usa arena o grava barata para esta operación, el estándar de construcción podría ser:

Los rellenos compactados con material de banco o producto de la excavación en los sitios donde se alojará algún elemento estructural o la colocación de alguna tubería deben cumplir con lo siguiente.

En los rellenos compactados con material producto de la excavación se deberá verificar que la materia orgánica natural que contenga el material de relleno no deberá exceder del 7 % del volumen. El tamaño del material que excede de 2" (51 mm.) de diametro no debe sobrepasar el 15% del volumen. Por las características propias de la zanja, el equipo a emplear será:

Rodillo vibratorio: cuando el ancho y largo de la zanja lo permita. en este caso el espesor de la capa por compactar no deberá sobrepasar los 15 cm.

Compactador tipo bailarina: cuando el ancho de la zanja no permita el empleo del rodillo. En este caso el espesor de la capa por compactar no deberá sobrepasar los 10 cm.

Antes de proceder a las actividades de relleno, debemos revisar que las estructuras de concreto se encuentren libres de defectos de vibrado, así como de separadores metálicos, alambres u otros elementos similares que pudieran propiciar la corrosión del acero. Así mismo, la superficie de desplante deberá encontrarse limpia y libre de materiales indeseables (desperdicios, basura y/o material orgánico).

Previa a la homogeneización del material, la humedad óptima del material deberá ser determinada mediante un análisis de prueba proctor efectuada al material de relleno para conocer la cantidad de agua necesaria que requiere éste para su compactación, a ésta humedad óptima se le agregará un 2% para garantizar la permanencia de humedad cuando se esté llevando a cabo el proceso de compactación.

Cuando el tamaño de la zanja es de pequeñas dimensiones la homogeneización del material que será utilizado para el relleno deberá encontrarse en los límites adyacentes de la zanja.

Se deberá incorporar agua a este material en las condiciones en que se encuentre, se dejará reposar un mínimo de 2 Hrs y posteriormente será depositado dentro de la zanja para su compactación.

Cuando se vaya depositando en la zanja, se tratará de mezclarlo lo mas uniforme posible por medio de pala y/o azadón. Cuando el tamaño de la zanja es de considerables dimensiones, el material se depositara en una plataforma con dimensiones tales que permitan efectuar su homogeneización. Utilizando una motoconformadora se hará el extendido del material sobre la plataforma con un espesor máximo de 40 cm

Se incorporará un riego de agua utilizando un camión pipa, el cual llevara un aditamento que garantice la uniformidad en la salida del agua y el riego deberá ser lo suficiente para alcanzar el porcentaje de humedad óptimo, mas el 2% determinado mediante las pruebas de laboratorio

Con la motoconformadora se procede a mezclar el material de manera uniforme (acamellonado) hasta obtener una homogeneización tanto en espesor como en composición y contenido de agua

Antes de proceder al tendido, de la primera capa la superficie de desplante deberá recibir un riego intenso de agua (riego de liga) en cantidad tal que la humedad permanezca visible por lo menos durante el tiempo en que dura el tendido del material (pero sin causar encharcamiento)



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El material ya homogeneizado se colocará en capas con un espesor que será determinado por el equipo a utilizar para la compactación. El equipo de compactación utilizado determinará el número de pasadas requeridas sobre el material hasta que éste alcance como mínimo 90% de la prueba proctor de compactación, o la que determinen los documentos de ingeniería del proyecto. Posteriormente a la colocación de la primera y de las capas subsecuentes, se le dará un riego intenso con agua (riego de liga) antes de proceder a la colocación del material para uniformizar las condiciones de humedad entre los dos materiales.

En caso de que alguna capa ya compactada sufra deterioro debido a malas condiciones climáticas y/o a algún defecto externo, el área afectada de la capa compactada debiere ser retirada para volver a ser tratada.

Cambiando un poco de tema, sabemos que el proyecto general de la obra, considera la construcción de edificios de concreto reforzado, estructura metálica o bien una combinación de ambas.

Para el caso de cualquier elemento estructural no metálico, su fabricación dependerá de 3 elementos principalmente. Estos elementos son: cimbra, acero de refuerzo y concreto. A continuación se describen estos elementos, siguiendo el mismo orden.

HABILITADO Y COLOCACION DE CIMBRA Y OBRA FALSA

Las diferentes estructuras (infraestructura-superestructura) en que se vierte el concreto en estado plástico, reciben el nombre de cimbras o moldes. La fabricación de estas piezas es quizá el concepto más costoso en las obras de concreto, por tal motivo es conveniente tener una repetición de elementos iguales, de modo que las cimbras puedan utilizarse en lugares diferentes, con un mínimo de mano de obra. Estos elementos pueden fabricarse de madera, metal, cartón o plástico. La selección del tipo de material será determinada por ciertos factores como son el económicos, arquitectónicos o de calidad.

La cimbra es una estructura temporal empleada para soportar el concreto fresco durante el tiempo que éste tarda en alcanzar una resistencia determinada. Las cimbras constan de un revestimiento o cara que estará en contacto con el concreto y dará su forma y textura así como de una estructura provisional para soportarla.

La construcción de la cimbra debe ser económica, eficiente y segura: su diseño y fabricación se debe encargar a personal con suficiente experiencia y conocimientos, pues de ellas depende que durante el colado no se presente ningún tipo de falla.

Materiales para revestimiento:

- a) madera
- b) Triplay.
- c) metal u otros materiales capaces de transferir el peso del concreto a los elementos de soporte como las vigas.

Características de una cimbra adecuada:

- a) Resistencia.
- b) Rigidez.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



- c) desprendimiento.
- d) reutilización y costo por uso.
- e) estabilidad y seguridad dimensional.
- f) características de la superficie que se pasen al concreto como textura de madera, granulada, brillantez y capacidad de pintarse, entre otros.
- g) resistencia al daño mecánico, como por ejemplo con vibradores y abrasión producida por deslizamiento de la cimbra.
- h) facilidad de trabajarse en el corte, taladro y unión de sostenedores.
- i) adaptabilidad al clima y condiciones extremas, temperatura y humedad.
- j) peso y facilidad de manejo.

Materiales para accesorios:

- a) **amarres:** un amarre para cimbra es una unidad tensil adaptada para sostener la cimbra de concreto contra la presión activa del concreto plástico recién colocado; por lo general consiste de un elemento tensil interno y un artefacto de sostenimiento externo
- b) **separadores laterales:** es un artefacto que mantiene la distancia deseada entre una cimbra vertical y las varillas reforzadas.

Selladores para cimbra: los selladores se aplican generalmente en forma de líquidos a la superficie de contacto de la cimbra, ya sea durante su fabricación o en la obra, con el propósito de.

- a) alterar la textura de la superficie de contacto.
- b) mejorar la durabilidad de la superficie de contacto.
- c) facilitar la separación del concreto durante el descimbrado.
- d) sellar la superficie de contacto y evitar que entre humedad

Materiales desencofrantes: estos materiales se aplican a la superficie de contacto de la cimbra y el concreto, a fin de evitar que se unan y de este modo evitar su desmantelamiento, queda prohibido el uso de cualquier material que sea reactivo con el concreto como por ejemplo el diesel

Diseño de la cimbra: cualquier cimbra, independientemente de su tamaño, debe planearse totalmente antes de fabricarse, la estabilidad y el pandeo son aspectos importantes que deben asegurarse en todos los casos.

Trazo y nivelación: previo al inicio de la colocación de la cimbra, se debe checar el trazo y la nivelación

Revestimiento de la madera: los tableros utilizados para el revestimiento deberán dar el mismo tipo de acabado en toda el área de contacto de la cimbra de los elementos estructurales, teniendo en cuenta que se requiere para los mismos un acabado liso y uniforme. se colocarán chaflanes en las juntas horizontales y verticales de la unión de los colados.

Soportes estructurales:

- a) los soportes estructurales deberán ser colocados invariablemente conforme a lo indicado en el diseño de la cimbra
- b) la colocación de estos soportes deberá ser tal que permita asegurar una rigidez completa al momento de la colocación del concreto, con lo cual permita que este mismo quede en la posición indicada por los documentos de ingeniería



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Separadores de la cimbra:

- a) se prescindirá el uso de separadores o tensores metálicos para ser utilizados en el interior de los moldes de la cimbra que pudieran desplazar al concreto o manchar la superficie del mismo.
- b) si los separadores cuentan con camisas de plástico o algún otro recubrimiento similar, podrán ser utilizados siempre y cuando se coloquen a una separación uniforme y armónica con la arquitectura de la estructura.

Agentes separadores:

- a) el material desencofrante deberá ser colocado a la cimbra instantes antes de su colocación, y cuando se efectúe el descimbrado de las estructuras únicamente como material de protección.

Ventanas en la cimbra: se debe considerar el empleo de "ventanas" cuando por cualquiera de las siguientes consideraciones se dificulte la colocación del concreto:

- a) congestamiento del acero
- b) elementos ahogados en el concreto.
- c) inspección al área de colocación del concreto.
- d) limpieza final de la cimbra.
- e) vibrado al concreto.

Limpieza :

Las cimbras deben de protegerse del deterioro, de la intemperie y de las contracciones antes de colocar el concreto, aceitándolas o humedeciéndolas convenientemente. Las superficies de la cimbra deben estar limpias de toda basura, mortero, materiales extraños y ser de textura uniforme y cuando vuelvan a emplearse deben limpiarse y aceitarse con cuidado.

Las cimbras de acero deben limpiarse con esmero, pero jamás con chorro de arena, ni rasparse hasta dejar el material brillante; cuando exista "descascamiento" en la superficie del acero su condición se mejorará limpiándola de desechos, dejándola por un día aceitada al sol, frotando vigorosamente con parafina líquida las áreas afectadas o aplicando una delgada capa de laca.

Remoción de las cimbras: cuando la cimbra se desensambla, no debe haber dobleces ó distorsiones excesivas así como tampoco debe haber ninguna evidencia de daño al concreto, ocasionados ya sea por la remoción de los soportes o por las operaciones de desensamblado.

Como regla general, las cimbras para columna pueden quitarse antes que las de vigas y losas, por lo tanto la cimbra y estribado debe construirse de modo que pueda quitarse en forma fácil, segura y sin impacto a fin de que el concreto vaya tomando la carga en forma gradual y uniforme.

Cuando se usan pruebas de vigas estándar o de cilindros para determinar los momentos de desensamble, las muestras para pruebas deben fraguar bajo condiciones que no sean más favorables que las condiciones menos favorables de la sección de concreto que representa la muestra.

Dado que el tiempo mínimo de remoción de la cimbra esta en función de la resistencia del concreto, el método preferido para determinar el tiempo de remoción se basa en el uso de pruebas llevadas a cabo sobre muestra o sobre el concreto mismo, sin embargo cuando los documentos de ingeniería no especifican una resistencia mínima para la remoción de la cimbra en condiciones comunes y corrientes pueden usarse las siguientes limitantes de resistencia.

- a) se descimbrarán las laterales de los elementos cuando el concreto haya alcanzado un mínimo de 30% de su resistencia y/o después de 24 Hrs de colado.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



- b) se descimbrarán los fondos de las trabes y losas cuando el concreto haya alcanzado el 70% de su resistencia, siempre y cuando el elemento no este expuesto al 100% de la carga que fue considerada en el diseño.
- c) los puntales en los tercios de los claros se deberán retirar hasta que el concreto haya alcanzado el 100% de su resistencia de diseño.
- d) ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre ninguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar ningún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura junto con el sistema restante de cimbra y de puntales tenga suficiente resistencia para soportar con seguridad su propio peso y las cargas colocadas sobre ella
- e) los datos de resistencia del concreto deben estar basados en pruebas de cilindros curados en el campo y/o por otros procedimientos solo cuando se haya especificado por los documentos de ingeniería

ALMACENAMIENTO HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO

El elemento básico que se usa para reforzar al concreto, es el acero en forma de varilla redonda o bien en forma de malla de alambre. Las varillas se fabrican a partir de acero relaminado y acero de lingotes: una mejor adherencia se logra si las varillas tienen salientes o corrugaciones, la cual se hace por medio de un forjado o laminación. En la actualidad solamente se usan las varillas corrugadas y sus tamaños se especifican por número. los números de las varillas corresponden aproximadamente al número de octavos de pulgada que tiene su diámetro hasta la del No 8, que es la de diámetro de una pulgada. La varilla más delgada es la del No 2 redonda, que tiene un diámetro de 1/4 ". Esta varilla normalmente se conoce como alambón y se usa con varios objetos como por ejemplo, en amarres, pero generalmente no se usa como refuerzo.

Otro material común se conoce con el nombre de malla de alambre soldada. Este material consiste en alambre de acero soldado formando una especie de malla. La separación y el calibre de los alambres deben especificarse de acuerdo con la costumbre comercial. Una malla de 6x6-10/10 es una en que los cuadrados de 6", están formados por alambre calibre 10.

Al usar un refuerzo como la malla de alambre, obtenemos una distribución uniforme de acero, mientras que las varillas individuales requieren de un mayor cuidado en su colocación, para mantener una distribución adecuada.

Los aspectos más importantes que se deben cuidar al habilitar el acero de refuerzo empleado en la obra son:



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Características físicas:

Número de designación, pesos unitarios y dimensiones nominales

NUMERO DE DESIGNACION	PESO UNITARIO EN kg/m	DIAMETRO EN MILIMETROS ****	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL EN mm ²	PERIMETRO EN mm
3	0.56	9.5	71	29.8
4	0.994	12.7	127	39.9
5	1.552	15.2	198	50
6	2.235	19	285	60
8	3.973	25.4	507	79.8
10	6.225	31.8	794	99.9
12	8.938	38.1	1140	119.7

*El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.

*** El diámetro de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

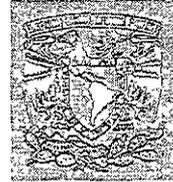
Fig. No. 1

Requisitos de tensión:

CARACTERISTICAS	GRADO 40*	GRADO 60
a. 1) Resistencia mínima a la tensión (kgf/mm ²)	50	63
a. 2) Límite de fluencia mínima (kgf/mm ²)	30	42
a. 3) Alargamiento mínimo en 8" en % en:		
3	11	9
4,5.6	12	9
8	10	8
10	8	7
12	7	7

Fig. No. 2

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Las varillas de Grado 40 son suministradas solamente en tamaños de varilla de la 3 a la 6.

Tolerancia en peso:

La variación permisible en peso no debe exceder el 6% inferior del peso nominal excepto para las varillas más pequeñas que la del No. 3. Para el corte de varillas deberá utilizarse herramientas mecánicas y/o manuales que no afecten las propiedades físico-químicas del material.

Almacenamiento :

El acero de refuerzo no deberá estar en contacto directo con el suelo, para esto podrán ser utilizados polines de madera y otros soportes similares. El acero debe almacenarse clasificado por grado, tipo y diámetro, las varillas deben suministrarse en paquetes de un mismo diámetro y de un peso tal que puedan ser manipuladas por dos hombres y susceptibles de unirse entre sí para formar paquetes mayores para ser manejados en grúa.

El material deberá ser almacenado en condiciones que eviten la oxidación y que la proteja contra golpes; puede almacenarse bajo cobertizos o utilizando lonas. Entre cada una de las capas sobrepuestas de acero de refuerzo se colocarán separadores a una distancia considerable de tal manera que el acero virgen o habilitado no sufra deformaciones.

Habilitado :

El doblado del acero debe ser lentamente en frío, pero cuando por circunstancias propias del proyecto se requiera doblar en caliente, es recomendable consultarlo con el personal de ingeniería.

El método de calentamiento utilizado no debe dañar ni a la varilla ni al concreto. Se precalentará una longitud de por lo menos 5 diámetros a cada lado del centro del doblado. Ningún acero de refuerzo parcialmente ahogado en el concreto debe ser doblado, excepto cuando así lo especifique el proyecto.

Colocación del acero de refuerzo:

Las varillas de refuerzo deberán estar colocadas firmemente en las posiciones señaladas en los documentos de ingeniería, deben amarrarse adecuadamente y estar bien apoyadas antes de vaciar el concreto para evitar desplazamientos. El empalme de varillas de refuerzo debe hacerse ya sea mediante traslape, soldadura o mediante uniones mecánicas.

El recubrimiento mínimo en un paquete de varillas debe ser igual al diámetro equivalente del paquete, pero no necesita ser mayor a 5 cm excepto para concreto colado en el terreno y permanentemente expuesto a él. El recubrimiento mínimo debe ser de 7.5 cm.

Al momento de colar el concreto, el acero de refuerzo debe estar libre de lodo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que puedan afectar adversamente su capacidad de adherencia.

Finalmente observamos que para tener buenos resultados en el proceso de habilitado y colocación del acero de refuerzo, basta con estudiar perfectamente los planos del proyecto y respetar todas y cada una de las especificaciones de los planos estructurales.



**III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.-
PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

Recubrimiento mínimo de concreto al acero de refuerzo cuando éste es colado en obra.

	Condición	Recubrimiento mínimo en cm.
a.1)	Concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él.	7.5
a.2)	Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima:	
	Varillas del no. 6 al no. 18.	5
	Varillas del no. 5 y menores	4
a.3.1)	Losas muros, nervaduras:	
	Varillas del No. 14 y No. 18.	4
	Varillas del No. 11 y menores.	2
a.3.2)	Vigas, columnas:	
	Refuerzo principal, anillos, estribos, espirales.	4
a.3.3)	Cascarones y placas plegadas.	
	Varillas del No. 6 y mayores.	2
	Varillas del No. 5 y menores	1.5

Fig. No. 3

**FABRICACION, TRANSPORTE Y COLOCACION
DEL CONCRETO**

Como el concreto es el material principal en la construcción de estructuras no metálicas, una descripción del concreto podría ser la siguiente.

El concreto es una mezcla de cemento portland, agregados pétreos y agua, dosificados en diferentes proporciones. Los agregados pétreos son materiales granulados como la arena, la grava y la piedra triturada, que se mezclan con un aglutinante como el cemento para formar el concreto hidráulico.

La resistencia y otras características del concreto varían con el tipo de cemento usado, la cantidad de agua empleada en su preparación y el proceso de curado después del colado.

En la resistencia del concreto influyen muchos factores entre los cuales, el agua es el más importante. Los resultados de muchas pruebas demuestran que la resistencia a la compresión varía de un máximo de 530 kg/cm² a un mínimo de 190 Kg /cm² a los 28 días para relaciones agua-cemento de 17.8 a 35.6 lts por saco de cemento de 50 Kg respectivamente.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Existen varios cementos de endurecimiento rápido que disminuyen el tiempo empleado en este proceso. En algunas mezclas se puede alcanzar la resistencia de proyecto, o sea la de 28 días, 12 o 14 Hrs. Después de hacer el colado. Como estos materiales son más costosos que el cemento portland, y como al aumentar la velocidad de la reacción se aumentará la cantidad de calor producido que generalmente requiere un curado más costoso, no se usan comúnmente en la construcción ordinaria.

Las resistencias que comúnmente se usan en el concreto son: 150,200,250 y 300 Kg/cm² a los 28 días. Al especificar la resistencia se está estableciendo la relación agua-cemento, porque es la que fija la resistencia a los 28 días. Las empresas o plantas que ordinariamente abastecen concreto mezclado están familiarizadas con este tipo de especificaciones y, por tanto, surten concreto que satisface éstas o bien, las mejora.

Para comprobar la resistencia del concreto, se toman muestras de cada revoltura entregada y estas muestras se envían al laboratorio en moldes especiales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Estos cilindros se guardan en condiciones controladas y se prueban a la compresión, hasta que fallen, a intervalos de 7,14 y 28 días. Otra prueba que comúnmente se realiza al concreto es la de revenimiento, esta prueba sirve para comprobar la consistencia cuando se está colando el concreto.

Una propiedad particular del concreto es que puede dársele cualquier forma; la mezcla húmeda se coloca en estado plástico en cimbras, donde endurece o fragua. El concreto adecuadamente proporcionado es un material duro y durable: es resistente a la compresión pero quebradizo a la tensión.

En estructuras donde los esfuerzos son casi totalmente de compresión, como presas, muelles o ciertos tipos de zapatas, puede utilizarse concreto sin reforzar, éste se conoce como concreto simple. A veces por economía, se colocan piedras de gran tamaño en el concreto, reduciendo así las cantidades de arena y cemento. El término agregado de boleos se aplica a piedras duras y durables, cuyo peso individual de cada una no sea mayor de 45 Kg, si éstas exceden dicho peso, el agregado se denomina agregado ciclopeo y por tanto al concreto se conoce con el nombre de concreto ciclópeo.

Después que se han construido las cimbras o moldes y se ha colocado el acero de refuerzo, puede colocarse el concreto para formar la cimentación. El concreto se puede mezclar en el lugar del colado o en otro lugar. Para un proyecto grande se puede instalar una planta mezcladora central, en la que se mezcla todo el concreto, que luego se lleva a los diferentes lugares en carretillas de mano para concreto o en camiones. También se puede usar concreto mezclado cuando haya quien lo surta. Este tipo de concreto lo vende ya mezclado compañías que lo fabrican y lo entregan en el lugar del colado en la obra, en camiones especialmente construidos para este fin.

Cuando se comienza el colado de una losa grande de concreto, como la de una gran cimentación, no debe interrumpirse hasta terminarlo. Una interrupción permitiría un fraguado inicial (solidificación) y el concreto que se colara después no se adherirá correctamente y podrían producirse planos de debilidad. Cuando se trate de hacer colados muy grandes deberá asegurarse la continuidad de la operación incluyendo la mezcla, el transporte y el colado.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Ahora bien, deberán de tomarse una serie de precauciones para tener un estándar ideal de construcción, el cual puede ser como sigue:

Fabricación del concreto en obra:

Para disponer de un buen concreto además de cuidar la calidad de sus ingredientes es necesario vigilar su manejo y proporcionamiento; se recomienda cumplir con lo siguiente:

- a) tener patios de almacenamiento limpios: Es conveniente colocar firmes sobre los cuales se almacenen los agregados, a fin de evitar la contaminación con polvo y material vegetal.
- b) almacenar los pétreos por capas: Esto evitará la segregación que se produce en las pilas de grava y arena al rodar el material más grueso hasta la base de ésta.
- c) siempre se deberá extraer el material desde abajo para evitar la acumulación de finos: cuando no se hace así el polvo baja y se concentra en el fondo y en el centro
- d) proteger al cemento de la humedad: El cemento debe de almacenarse en instalaciones para protegerlo contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas y que impidan la absorción de humedad.
- e) cumplir con el proporcionamiento requerido: Si se dosifica en volumen conviene disponer de depósitos de medición exactos. En las obras es frecuente el uso de botes alcoholeros, pero debido a que son construidos de lámina delgada pierden su forma reduciendo su volumen y alteran las proporciones originales. Para evitarlo se recomienda tener toivas con las proporciones deseadas o por lo menos usar botes indeformables.
- f) vigilar que no exista agua adicional a la especificada: Es común se diseñe una mezcla con el revenimiento mínimo recomendado a fin de ahorrar cemento, lo cual puede provocar dificultad al colocar dicha mezcla y que el maestro en un afán de facilitarse el trabajo añada indebidamente agua, alterando la proporción y con ello la resistencia.
- g) verificar que el tiempo mínimo de mezclado sea de 1 minuto: la resistencia del concreto se incrementa conforme aumenta el tiempo de mezclado dentro de la revolvedora.

Calidad del concreto.

Si el concreto utilizado en la obra es premezclado, deberá verificarse en la nota de remisión que presenta el operador: tipo de cemento, resistencia en Kg/cm^2 , edad a la que alcanzará la resistencia, tamaño máximo del agregado grueso, cantidad en metros cúbicos del concreto que se recibe, revenimiento y si tiene algún aditivo. En caso de fabricarse en obra, estos requisitos deberán vigilarse directamente.

Temperatura del concreto: se deberá vigilar que el concreto se mantenga dentro del rango de 12 a 32 grados centígrados.

Mezclado previo: cuando se usan camiones para transportar el concreto, previamente a tomar muestras de él se recomienda: si son de tipo revolvedor, hacer girar la olla tres minutos a velocidad de mezclado, y si son de volteo vaciarlo en una artesa y mezclarlo, después se determinará su revenimiento y se tomará el concreto para cualquier otra prueba.

**III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.-
PROCESOS CONSTRUCTIVOS.**



Muestras : se tomarán 2 o 3 muestras en el periodo comprendido entre la descarga del 15% y la del 85% del volumen total del concreto.

PRUEBA	PREMEZCLADO FRECUENCIA	HECHO EN OBRA	TOLERANCIA
Revenimiento	Una por olla	Cada 5 revolturas.	R = 5 +/- 1.5 a 10 +/- 2.5 = 10 +/- 3.5 5 R
Peso Volumétrico	Una por cada 20 m3 como máximo	Una por día como mínimo	
Resistencia del Concreto Clase I	Mínimo una pareja de cilindros por cada 40 m3.	Idem. al premezclado	Una pareja de cilindros no será f'c menos 35 kg/cm2 ni 3 parejas consecutivas dar f'c especificada.
Resistencia del Concreto Clase II	Idem. Anterior	Idem anterior	Se acepta la resistencia especificada menos 50 kg/cm2 y 3 consecutivos menos 17 kg/cm2
Extracción de corazones.	Tres por cada zona donde los cilindros no hayan cumplido.	Idem a la anterior	Su promedio se acepta sea el 80% de f'c de proyecto, incluso uno al 70%
Módulo de Elasticidad a los 28 días de curado.	Uno por día si los agregados son de la misma fuente.	Idem. Al anterior.	Clase I 14,000(f'c)1/2 Clase II 8,000 (f'c)1/2
Contracción secado a los 28 días de curado	Uno por día	Idem anterior	Clase I: 0.001 Clase II 0.002
Coefficiente de deformación diferida a 28 días de secado al 40% de su resistencia	Uno por día.	Idem anterior	Clase I. 2.4 Clase II. 5.0

Pruebas que se deben realizar:
Fig. No. 4

Obtención del revenimiento:



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El cono de revenimiento se llenará en 3 capas cada una de igual volumen, que aproximadamente darán alturas de 6, 15 y 30 cm.

Cada capa se compacta con 25 penetraciones de la varilla procurando se introduzca 2 cm en la capa anterior. Se enrasa con la misma varilla procurando que el concreto quede justo al borde, se levanta el cono lentamente colocándolo a un lado del montículo de concreto y se pone horizontalmente sobre él la varilla. El revenimiento se mide de la varilla a la cima del montículo.

Moldeo de cilindros:

El lugar para moldearlos debe encontrarse a cubierto, se llena en 3 partes iguales y se compacta en forma similar al cono de revenimiento. Para su curado conviene dejarlo en un lugar cubierto con una temperatura entre 10 y 30 grados centígrados y tapar cada cilindro con una bolsa de plástico unida a él mediante una liga.

Transporte del concreto:

Canalones: cuando se tenga una diferencia de altura inferior a 4.5m. entre la artesa y el sitio de colocación, y este por su ancho permita un acceso fácil para grandes volúmenes de concreto. se puede hacer en forma directa mediante el uso de canalones.

Carretilas concretéras. son carretilas manuales con mayor fondo que las tradicionales para evitar que durante el transporte se derrame la lechada.

Botes de mano: Se utilizan para transportar el concreto directamente sobre el hombro de los trabajadores. se usan botes de pintura de 20 lts.

Bogue (carros concretéras): tienen forma cilíndrica y una capacidad aproximada de 50 lts evitan el derrame del concreto y permiten ser deslizados en pluma y malacate.

Camiones revolovedores: muy conveniente su uso para grandes distancias. Su capacidad normal es de 6 a 7 m³. pero existen hasta de 15 m³

Bombas y tuberías: actualmente la mayoría de las bombas son de tipo pistón teniendo doble émbolo para dar continuidad al movimiento del concreto. Su alcance horizontal puede ser de 250m. y verticalmente llegan a subir hasta 50 m las tuberías son necesarias como complemento del equipo de bombeo.

Colocación del concreto:

El concreto se recibirá en el sitio de colado directamente de la revolovedora, de las tuberías que vienen de la bomba, del camión, o de cualquier otro medio de transporte, procediéndose a su distribución con el auxilio de palas y a su adecuado acomodo por medio de vibradores.

Es necesario compactar adecuadamente el concreto mediante un vibrado que le permita expulsar el aire atrapado y acomodarse, tomando totalmente la forma del molde a la vez que alcanza su peso volumétrico máximo. lo que propiciará continuidad en la transmisión de esfuerzos. Si el concreto es vibrado en exceso se generará su segregación.

Para compactar con vibrador se introducirá verticalmente su cabezal dentro de la masa de concreto evitando que toque las parrillas de armado. La duración requerida para la vibración depende de la

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



trabajabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador, pero normalmente ésta no debe durar más de 10 seg.

Ópticamente se puede determinar si el concreto ha logrado una compactación adecuada observando cuando el agregado grueso comienza a desaparecer de la superficie y ésta empieza a tener un aspecto relativamente liso y ligeramente brillante

Aditivos para el concreto.

Los aditivos pueden ser líquidos o en polvo, su actividad principal es la de modificar las características o condiciones del concreto. Los aditivos más usuales se emplean para:

- a) Aumentar la trabajabilidad del concreto con igual cantidad de agua. Impulsores de aire, dispersantes y fluidificantes.
- b) Lograr mayor resistencia a edades tempranas: acelerantes.
- c) Aumentar la resistencia de diseño: Densificadores.
- d) Retardar el fraguado y el calor producto del mismo: retardantes
- e) Acelerar el fraguado: acelerantes

Curado del concreto:

El objeto de un curado es evitar que durante las siguientes horas a la colocación del concreto se pierda agua por evaporación, ya que ésta se restará de la necesaria para la hidratación del cemento: además disminuirá la ayuda que presta para controlar la temperatura producto del fraguado inicial

MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO ELEVADAS Y DE ACERO ESTRUCTURAL.

Antes de que pueda instalarse la mayor parte del equipo deben completarse las estructuras principales. En éstas están incluidas las de concreto reforzado (columnas, trabes, losas, etc.), que se construyen de manera semejante a las cimentaciones haciendo colados sucesivos, y las estructuras metálicas de acero.

Las piezas fabricadas para las estructuras de acero se marcan cada una de ellas de acuerdo con un sistema de numeración o diagrama de montaje usado por la industria. Los fabricantes proporcionan dibujos de montaje, indicando con estos números la posición correcta de cada pieza. Estos dibujos de montaje deben llegar con el acero o antes, porque pueden servir para descargar las piezas de acero en el orden más conveniente. Además, las piezas de acero se identifican con frecuencia por colores que indican el área en la que se va a usar el acero.

Diagrama de montaje

Un diagrama de montaje consiste en un plano lineal de cada piso de una estructura y una elevación o vista lateral cuando sea necesaria para localizar largueros, puntales y piezas similares.

En el diagrama de montaje se muestran las dimensiones entre columnas y miembros intermedios, la localización de antepechos, dinteles suspendidos, etc., así como las elevaciones de los miembros de piso, en general estas elevaciones se indican como una dimensión por debajo del nivel de piso terminado, a menos que la mayor parte de los miembros este a la misma elevación en cuyo caso esto se indica en una nota, con las excepciones que se anoten en el diagrama



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Se debe dar la sección de las piezas, por ejemplo, un 14 WF 228. (Esta descripción se basa en la designación aceptada para una viga, conocida como una viga de patines anchos de 14 " de peralte nominal y que pesa 228 libras por pie. Para el tamaño real de este miembro es necesario referirse a manuales como los que publican la mayoría de los fabricantes de acero; por ejemplo una viga 14 WF 228, en realidad tiene 16 " de peralte y patines con ancho de 15 7/8 ". Esta información se da para ayudar al montador a que encuentre algunas piezas en particular.

El concepto más importante en el diagrama de montaje es el número asignado a cada pieza individual; el sistema de numeración debe seguir una secuencia lógica en el diagrama. Si varias piezas son idénticas y pueden intercambiarse en la estructura, por lo general se les da el mismo número a todas; este número no sólo aparece en el diagrama de montaje, sino también en el plano de detalle con el que se fabrican todas estas piezas y el fabricante lo pintará sobre ellas.

Cuando la pieza debe colocarse en una dirección definida, en general la marca se pinta cerca de un extremo y el número se muestra en el diagrama de montaje en el extremo respectivo.

Cuando una pieza se puede colocar en cualquier posición, el número se pinta cerca del extremo, pero en el diagrama se muestra dicho número en el centro de la línea que representa la pieza.

Los tirantes o contravientos, sobre todo cuando existen muchos similares entre sí, se marcan solo con una "X", seguida de un número igual a su longitud y con una nota por separado en la cual se indica su diámetro; cuando los tirantes de contraviento son poco comunes, se marcan individualmente y se coloca al tirante una etiqueta metálica en la cual se indica el número de parte, a menos que el tirante sea lo bastante grande como para poder pintarle la marca con claridad directamente encima.

Por lo general las secciones transversales se muestran cuando son necesarias para montar en forma correcta la estructura, o cuando la conexión es muy complicada como para mostrarla directamente en el diagrama lineal.

Mientras más limpio sea el dibujo, más fácil será para el montador encontrar en el campo el número de parte para localizar una pieza en el piso de trabajo o en el terreno; y viceversa, si tiene una pieza con el número marcado con claridad, le será más fácil saber dónde colocarla, al localizar pronto el número en su diagrama.

El montador tiene todo el derecho a que se le entregue un diagrama que sea fácil de usar y no atestado de detalles o información innecesaria, que le ayude a montar la estructura en forma correcta y rápida. Un diagrama confuso obstruye el montaje, un diagrama claro y bien dibujado lo expedita.

Los números de parte de las piezas deben sobresalir claramente, en comparación con el resto de la información, tal como las dimensiones y tamaños de las vigas.

Los números de parte se usan para ordenar el embarque de las piezas. Se puede solicitar todo un grupo de piezas para algunas áreas, mostrando éstas de alguna manera en el diagrama; por ejemplo dividiéndolo por medio de líneas interrumpidas o punteadas. En el diagrama debe agregarse una letra grande para identificar cada área.

Además del número de parte pintado en el alma, por lo general el fabricante agrega también el número de su contrato y el número del dibujo con el que se fabricó la pieza; si las piezas de la

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



estructura se han dividido por área por conveniencia del montador, esta marca debe mostrarse en el dibujo de montaje, en las hojas de detalle y en la pieza misma, o bien mediante colores que identifiquen el área a la cual corresponden.

La marca pintada en la pieza debe indicar también el piso o nivel en el que debe montarse.

Selección del método de montaje.

Los miembros de acero estructural se montan en su lugar por medio de una pluma con tirantes, una grúa grande sobre orugas o bien mediante varias grúas medianas montadas sobre camión.

Las cimentaciones y las condiciones del terreno pueden ser factores determinantes, para seleccionar el equipo, ya que en muchas obras el lugar está tan lleno de zanjas o zapatas de cimentación que una grúa no se puede mover con seguridad ni economía sin dañar las zapatas o causar derrumbes costosos en las zanjas o excavaciones. Las líneas elevadas de transmisión de corriente eléctrica, que no pueden moverse o desenergizarse pueden restringir el método de montaje. Se tiene que tomar en cuenta la capacidad que se requiere para manejar la pieza más pesada de la estructura.

El método seleccionado depende de la rapidez requerida y del equipo disponible, ya sea propio, o que se tenga que comprar o rentar. El método depende de las condiciones del lugar, de las áreas disponibles para operar el equipo y de los riesgos de un plan determinado en comparación con otro.

Aparte de considerar si las condiciones del terreno permitirán usar grúas, plumas, grúas móviles, u otro tipo de equipo, deben estudiarse varios métodos para determinar cuál es el mejor, tomando en cuenta por ejemplo, un edificio bajo, con miembros pesados, puede montarse con una pluma atrantada, una pluma de patas rígidas, una grúa de orugas de alta capacidad, una grúa montada sobre camión o bien una grúa móvil

Se necesita mucho espacio para que las grúas móviles puedan moverse en el lugar de la obra, por lo tanto se reducen las áreas disponibles para la descarga, selección y distribución de la estructura, mientras que una pluma permite utilizar toda el área que la rodea, para los trabajos mencionados.

Es necesario tomar en cuenta el tipo, tamaño y altura de las estructuras, las posibles interferencias con otras operaciones, el tráfico de carreteras o de peatones que pudiesen demorar la entrega de materiales, o bien restringir el área en la cual pueden entregarse dichos materiales en el lugar de la obra. Se debe tomar en cuenta el clima, la posibilidad de inundaciones o vientos fuertes, en una excavación profunda, una tormenta o una lluvia constante puede inundar la excavación de manera tal que una grúa móvil no pueda operar sobre el terreno, mientras que una pluma o una grúa levadiza puede pasarse a un nivel superior y estar lista para trabajar en cuanto cese la lluvia

Siempre hay que esforzarse por utilizar el método que implique el menor riesgo para el personal y el equipo, la prevención de accidentes es de gran importancia puesto que una relación mínima de accidentes propicia una producción máxima y un costo mínimo. La velocidad de montaje que se espera lograr debe estar en relación con la velocidad a la que el fabricante podrá producir y cargar, así como con la velocidad a la cual el transportista podrá entregar el material fabricado y con la velocidad de descarga y de montaje



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Montaje con grúa.

Las grúas para montaje se pueden seleccionar cuando en el lugar de la obra se espera encontrar un terreno con condiciones adecuadas para la operación de grúas móviles, en caso de que existan zanjas o aberturas, es necesario asegurarse de que se puedan construir pasos o puentes para soportar la grúa. Este equipo se podrá utilizar si la estructura no sobrepasa el alcance de los mástiles de las grúas disponibles, de orugas o montadas sobre camión, y si el peso de las piezas que se izarán a las diferentes alturas está dentro de la capacidad de dichas grúas.

Por lo general, una grúa montada sobre orugas debe entregarse mediante carros de ferrocarril o mediante camión, ya que si se mueve sobre sus propias orugas, puede dañar las carreteras, y a menudo es necesario desmantelarla para restringirse a los anchos y alturas libres que se encontrarán durante el trayecto.

En general, las grúas montadas sobre camión pueden circular por los caminos, por sus propios medios: sólo se requiere quitarle los contrapesos, así como el mástil cuando el peso excede los límites legales.

Montaje con pluma de tirantes o grúa torre fija o levadiza.

Si las condiciones en el lugar de la obra no son favorables para el montaje con grúas montadas sobre camión, sobre orugas o grúas-torre montadas sobre camión, el equipo que se seleccione puede ser una pluma de tirantes, una pluma de patas rígidas, una grúa viajera, o una grúa-torre, fija o levadiza. La selección lógica puede ser una grúa de tirantes si el edificio es muy alto para utilizar las grúas de orugas, sobre camión, o grúas-torre disponibles, o si las cargas están fuera de su capacidad.

En edificios muy altos, muchos montadores levantan el primer nivel de la estructura con una grúa montada sobre un camión o una de orugas, si éstas se pueden rentar en la localidad; encima de esta estructura, la grúa coloca plumas de tirantes con las cuales se monta el resto de la estructura. Un procedimiento eficiente es usar una grúa para descargar y ensamblar el equipo, colocar placas base y montar después el primer nivel; con esto se elimina la instalación de anclajes para los tirantes de la grúa y el tiempo que se requiere para cambiar la longitud de los tirantes después de cambiar de nivel la pluma para salir de la posición inicial.

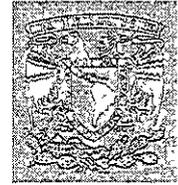
La pluma, grúa fija, o grúa torre levadiza no deben localizarse en un tiro para elevadores o un pozo para escaleras, ya que esto interfiere con la instalación de los elevadores y escaleras, que deben hacerse lo más pronto posible después del montaje de la estructura, para reducir el número de pisos que el personal debe subir por medio de escaleras provisionales para llegar al piso de trabajo. La localización de la grúa debe ser tal que las líneas del aguilón y de la carga no interfieran con los elementos de los niveles inferiores al ir cambiando de nivel todo el aparejo.

Se deben balancear las áreas que cubren varios equipos, para que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma cantidad de trabajo; de otra manera, uno de ellos se adelantará al resto con las complicaciones resultantes.

Montaje con equipos varios.

Si se planea usar una sola grúa y se sabe que en la estructura sólo existen una o dos piezas con peso excesivo, una grúa que tenga capacidad para manejar todo el resto de la estructura puede ser la solución más económica, utilizando con dicha grúa un poste-grúa para manejar las piezas pesadas.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Cuando la estructura está situada en una localidad demasiado alejada, pueden ser factores decisivos los malos caminos que conducen al lugar de la obra, o los puentes que sean inadecuados para soportar equipo pesado; o bien, la cantidad de estructura no justifica el envío de grúas, plumas o equipo similar. En este caso, el aparejo más adecuado puede ser un poste-grúa.

El uso de un poste-grúa se debe limitar a estructuras de poca altura y con materiales ligeros. El diseño del aparejo debe ser tal que todos los miembros puedan ser manejados por uno o dos hombres y que una cuadrilla pequeña pueda mover todo el aparejo ensamblado.

Ajuste.

Los miembros se arman con tornillos de montaje provisionales hasta que se hacen las conexiones permanentes.

En ocasiones, las piezas de la estructura se fabrican un poco más largas o cortas; en el primer caso, puede ser necesario quitar los tornillos de montaje e instalar tornillos de menor diámetro, quitando los pasadores y jalando las columnas con los tirantes. Si las piezas son cortas, también se pueden necesitar tornillos de menor diámetro; así jalando los extremos de las vigas y de las columnas y aflojando los tirantes, las columnas se pueden empujar hacia la posición requerida. En cualquier caso, a continuación se aprietan los tornillos, se riman los agujeros de conexión y se fijan en forma permanente las conexiones. En el caso de estructuras remachadas o atornilladas, los agujeros que se riman son los permanentes y se necesitarán tornillos de mayor diámetro para llenarlos. Si la fijación permanente se hace mediante soldadura, los tornillos de ajuste se colocarán dentro de agujeros para montaje; de ordinario no se necesitará rimar los agujeros, ya que la soldadura fijará la conexión en su posición.

Para completar la fijación permanente, si los agujeros coinciden sin mayor problema, los trabajos de ajuste prosiguen después del plomeo, o al mismo tiempo. Si los agujeros no coinciden solo ligeramente, las cuadrillas de ajuste usarán una rima para "agrandarlos"; Por lo general esta rima es neumática o eléctrica y con ella se pueden ajustar los agujeros lo suficiente para colocar los remaches o tornillos del diámetro correcto. Cuando los agujeros no coinciden debido a discrepancias de fabricación, la cuadrilla de ajuste los rimará a un diámetro mayor y, tan pronto como se hagan coincidir, se usan tornillos de ajuste y pasadores para conectar las piezas entre sí.

Iniciación del montaje.

Cuando se han montado miembros suficientes que proporcionen estabilidad a la estructura, se alinea y nivela con un tránsito y un nivel y se sostiene en su posición correcta por medio de cables hasta que se completan las conexiones permanentes.

Por lo común, las vigas canales y ángulos de acero se descargan en montones. Las columnas, si son ligeras, también se descargan en grupos, de otra manera se descargan una por una. Las armaduras y las trabes se manejan mejor individualmente, por lo que pueden estibarse sobre polines, contraventeándolas de inmediato para evitar que se caigan; también pueden almacenarse horizontalmente, de preferencia sobre apoyos nivelados para que no se deformen. Algunas armaduras o trabes pueden ser tan inestables que no se deben girar de la posición vertical, en la que por lo general se embarcan, a una posición horizontal. Esto se debe señalar en el dibujo del plan de montaje.

Tan pronto como se han descargado los atados de vigas o piezas similares y, antes de que se entregue el próximo embarque, debe hacerse un intento para distribuir la carga, colocando el



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

material en montones separados para cada área. Estos montones se deben mover después a la área a que pertenecen, anticipándose al montaje de la estructura.

Si se ha preparado un patio y existe un buen control de materiales, como sucede cuando la entrega de materiales se hace por medio de camiones, desde el taller del fabricante, se montan las columnas que formen las cuatro esquinas del panel, así como toda la estructura secundaria (del panel) que está situada entre los pisos del panel en cuestión. Con esto se permite plomear y ajustar con facilidad las columnas y sus conexiones, para tener un área en donde se pueda colocar ya un piso y en el que se colocan escaleras.

Una vez que se ha montado uno de los paneles es más rápido y seguro comenzar el montaje de las vigas del panel adyacente, en donde ya trabajaron las brigadas de conexión; por ejemplo, si en el primer panel se montaron ya las vigas del primer piso que se conectan a las cuatro columnas de dicho piso, los encargados de hacer las conexiones pueden subir al segundo piso para montar las trabes que se conectan a las mismas columnas, en ese nivel, directamente sobre la estructura ya montada. La siguiente parte de la estructura que monten será la del segundo nivel de un panel adyacente y los montadores descenderán después para montar la estructura del primer nivel de dicho panel, permaneciendo ahí para montar de nuevo ese nivel del panel adyacente. Con este procedimiento se ahorran subidas y bajadas a los montadores, se ahorra tiempo y se tendrá un avance más seguro y rápido. Pueden montarse varios paneles de un mismo piso antes de que los montadores tengan que subir al siguiente, en donde continuarán montando directamente sobre la estructura ya colocada, antes de proceder con el montaje en alguna otra parte.

El montaje continúa se plomean miembros, se ajustan y se remachan o atornillan piezas en las áreas ya montadas. Cuando sea posible, las conexiones permanentes del piso superior deben terminarse antes de cambiar de nivel una pluma de tirantes o una grúa levadiza (si éste es el equipo que se utiliza para el montaje); las conexiones del piso inferior a éste pueden completarse después. En cualquier caso, las conexiones de los miembros que soportan el aparejo después de que se cambia de nivel y las conexiones que transmiten los esfuerzos de la parte inferior de los tirantes al pie del mástil, en el caso de una grúa de tirantes, deben de quedar permanentemente asegurados.

Las piezas que forman parte de la estructura deben entregarse en las áreas donde trabajan las plumas o las grúas, esto puede lograrse si el fabricante coopera enviando los embarques según se soliciten, o utilizando en la obra un patio de descarga y distribución.

Plomeo.

Tan pronto como se monta el primer panel de la estructura, la cuadrilla de plomeo debe encargarse de instalar tirantes, en caso necesario. Si se cuenta con un almacén bien manejado, los tirantes se enviarán listos para usarlos.

El gancho del tirante se coloca sobre el patín de una viga de un piso superior, o se enrolla el tirante alrededor de una columna del piso superior y se coloca el extremo doblado del gancho sobre el tirante; el gancho del templador se coloca sobre el patín de una viga de un piso inferior, casi siempre un nivel por debajo o en el piso de trabajo, uno o dos paneles más lejos. Con el templador abierto casi por completo, el extremo libre del tirante se desliza a través del ojo libre del templador, se jala a mano dicho tirante y se colocan pernos para mantenerlo dentro del ojo del templador. Después se instala un segundo tirante de manera similar, pero en dirección opuesta, para formar una cruz diagonal con el extremo superior del segundo tirante colocado en una columna adyacente, al mismo nivel superior y directamente encima del extremo inferior del primer tirante. El segundo

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



templador se engancha en el nivel inferior, directamente por debajo del extremo superior del primer tirante.

Apretando uno de los templadores y aflojando el otro, las columnas pueden moverse de un lado a otro, después de haber colocado pasadores y los tornillos de montaje.

Para confirmar la verticalidad de las columnas se baja una plomada ligera colgada de un cordel, o una plomada pesada colgada de un alambre, del nivel superior al nivel inferior, esta plomada se coloca a una distancia determinada de la cara o del alma de la columna, por medio de una regla marcada y el montador que está en el nivel inferior mide la distancia que hay del cordel a la misma cara de la columna. Si esta distancia es la misma que en el nivel superior y en ambas direcciones, por ejemplo, de este a oeste y de norte a sur, se considera que la columna está a plomo, si es mayor o menor, se aprietan y aflojan respectivamente los templadores para jalar la parte superior de las columnas hasta que estén a plomo. Si desde el principio las columnas se colocaron con precisión en sus placas base, entonces en teoría las dos columnas en las que se utiliza un juego de tirantes deben estar a plomo y en posición correcta, esto no siempre es cierto, y debe revisarse cada columna por separado.

Cuando hace viento, el cordel de la plomada se balancea demasiado. entonces puede utilizarse un balde de agua para sumergir ahí la plomada y amortiguar el balanceo. En algunos casos es más fácil realizar estos trabajos mediante el empleo de un tránsito y un nivel.

El montador debe tener una cierta tolerancia para plomear las columnas. Por lo general, en el contrato o en las especificaciones se estipulan las tolerancias permitidas o se indican los reglamentos que tienen que respetarse, tales como el "Reglamento de prácticas estándar" del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), el cual permite una desviación en el plomeo de las columnas y una falta de nivel en las vigas, traveses etc., dependiendo de si las columnas es de la fachada del edificio, de un tiro para elevador, o columnas intermedias. Las columnas más importantes en cuanto a plomeo son las de la fachada del edificio y las que están alrededor de un tiro para elevador. Cuando se va a instalar una cubierta metálica en la cara o fachada de un edificio, el plomeo de las columnas de fachada es crítico y el responsable debe asegurarse de la tolerancia que se le permite en el plomeo de estas columnas.

Por lo común, los tirantes para plomeo se pueden quitar tan pronto como se han conectado en forma permanente la estructura de piso y los empalmes de las columnas.

Conexiones Permanentes

Para las conexiones permanentes se emplean los remaches, los tornillos, o la soldadura en las superficies planas de dos perfiles estructurales de acero.

Remaches

La cuadrilla de remachadores consta de un operador para la remachadora neumática, una persona " entibador "o" aguantador " que empuja el extremo opuesto del remache con un bloque de acero pesado, otra que recibe el remache " cachador " y lo coloca en el agujero hecho con punzón o taladro, y otra que calienta los remaches " El calentador de remaches " o encargado de la forja puede trabajar para dos o más cuadrillas. El calentador debe estar equipado con unas tenazas de mango largo para distribuir los remaches en el fango, de manera que se calienten hasta llegar a un color rojo blanco, en el orden y en la secuencia que se necesiten, también la usara para tomar un remache y lanzarlo al "cachador", cerca del punto donde se hincará. El " cachador " utiliza un bote para recibir los remaches calientes y unas tenazas cortas para tomarlos y colocarlos dentro del



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

agujero donde se hincarán. Inmediatamente se coloca el martillo neumático contra uno de los extremos, y el "entibador" o "aguantador" en el otro extremo empuja los remaches con una buterola y lo sostiene por el lado de la cabeza ya fabricada, para que el encargado de hincar los remaches forme una nueva cabeza en el vástago que sobresale del agujero del otro lado de la conexión. La operación es esencialmente un proceso de forjado en caliente en el que se obliga al remache a llenar el agujero. Cuando se enfría el remache se contrae y aprieta juntando los miembros de acero.

Si los remaches se calientan excesivamente, pueden romperse en el interior cuando se colocan. Se pueden descubrir los remaches rotos golpeando cada uno de ellos con un martillo. El remache roto da un sonido sordo que se descubre con facilidad. Los remaches defectuosos descubiertos de esta manera se quitan con herramientas neumáticas y se reemplazan.

El trabajo de hincado es más duro que el de "entibador" por lo que durante el día de trabajo el "cachador" relevará al encargado de hincar, quien pasa a "cachar", o bien los tres se turnan para hincar remaches. Calentar los remaches es una operación que requiere destreza, por lo que el encargado de hacerlo es un especialista y desarrollará sólo esa actividad mientras los demás se turnan.

Se debe contar con carbón limpio para las forjas y distribuirlos a los encargados de éstas. Debe darse servicio por anticipado a los martillos neumáticos y revisarlos para asegurarse de que los filtros estén limpios, que los martillos estén bien lubricados, que se tenga a mano los dados del tamaño correcto y que las cuadrillas sepan como fijar los dados al martillo. Las forjas deben trabajar correctamente, con ventiladores manuales o un suministro de aire bien conectado a la fuente de aire comprimido; deben tenerse listas las mangueras "de cola" de 1/2" y suficiente manguera de 3/4" para llegar a todas las partes donde se va a trabajar, ya sea desde un depósito o directamente desde el compresor.

Tornillos.

En el caso de estructuras con remaches o tornillos de alta resistencia, la cuadrilla de atornillado o remachado con frecuencia realizan las labores de ajuste como parte de su trabajo normal; por lo general en este caso se les suministrará una llave de impacto neumática o eléctrica, así como una rimadora. Los remachadores también tendrán un martillo para remachar (remachadora). Para que las caras de las diferentes piezas entren en contacto se selecciona una cierta distribución de agujeros, comenzando cerca del centro si se tienen muchos; se trabaja hacia los bordes, apretando suficientes tornillos; a continuación se colocan pasadores en los agujeros abiertos restantes y en ellos se instalan tornillos o remaches permanentes. En el caso de estructuras remachadas, se quitan los tornillos de ajuste, se colocan pasadores y se hincan los remaches restantes.

En estructuras atornilladas, si se usaron algunos tornillos permanentes como tornillos de ajuste, éstos se aprietan bien, si no, se quitan y se colocan tornillos permanentes en su lugar, apretándolos.

La cuadrilla usual de remachadores de cuatro hombres puede reducirse a dos para hacer el atornillado permanente del acero estructural. Los miembros estructurales se alinean por escariado y usando un perno ligeramente mayor que el agujero en que se va a introducir éste.

Después de meter el tornillo se aprieta la tuerca y el tornillo se estira. Los tornillos defectuosos y los remaches se descubren de la misma manera.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



En el caso de tornillos de alta resistencia se debe usar un procedimiento aprobado. Este procedimiento puede consistir en apretar cada tornillo hasta una posición ajustada, es decir, apretando a mano, o con una llave de impacto hasta el momento en que el dado deja de girar; a continuación se le da una media vuelta, tres cuartos de vuelta o una vuelta completa más a la tuerca o a la cabeza del tornillo. Esto depende del diámetro y la longitud de dicho tornillo, de acuerdo a las especificaciones del contrato. La cantidad de giro puede revisarse marcando el dado en varios puntos equidistantes. Por lo general se prueba un cierto porcentaje de los tornillos ya colocados, para verificar que se han apretado a la tensión requerida.

Como una revisión del trabajo echo por las cuadrillas de atornillado, un buen cabo revisará por sí mismo algunos de los tornillos, por medio de una llave de torsión manual o una llave de impacto calibrada previamente a la presión requerida para el diámetro y longitud del tornillo. Aflojando la tuerca o la cabeza del tornillo, la que haya sido apretada, la vuelve a apretar hasta el punto donde estaba y toma la lectura de la llave manual, o bien, si usa una llave de impacto, confirma que ésta apriete la tuerca o la cabeza hasta dicho punto.

Cuando la potencia de una llave comienza a bajar, debe devolverse al almacén o al fabricante para darle un servicio adecuado, en vez de que las personas que lo usan traten de repararla.

El cabo debe confirmar que sus cuadrillas, ya sean de atornillado o remachado, reciban un suministro adecuado de aire comprimido. Si es grande la distancia de la línea de alimentación entre el compresor y el lugar de trabajo, debe instalarse un tanque de almacenamiento cerca de este lugar, esto ayudará a mantener la presión al nivel requerido para efectuar una buena labor. El tamaño del compresor y del tanque depende de los tamaños y cantidades de llaves, remachadoras y cualquier otro tipo de herramienta neumática que se utilice. Los tamaños de las llaves y remachadoras dependen a su vez del diámetro de los tornillos o los remaches.

El cabo debe organizar la distribución de los tornillos a las cuadrillas de atornillado y a las de izaje, cuando los montadores pueden usar los tornillos permanentes para colocar y conectar las piezas; con esto se ahorra el reemplazo posterior de los tornillos de montaje por los tornillos permanentes y se evita la posibilidad de dejar un tornillo de tipo equivocado en una conexión

En una cuadrilla de atornillado se requieren los servicios de dos montadores, ya que por lo general el que opera la llave no puede alcanzar el otro lado de la conexión para instalar el tornillo y sujetar la cabeza si comienza a girar mientras aprieta la tuerca, o si la tuerca comienza a girar cuando aprieta la cabeza. Lo más común es que se apriete la tuerca, pero en ocasiones se requiere que la cabeza del tornillo quede del único lado por donde se puede apretar, debido a detalles arquitectónicos u otras características de la conexión.

Soldadura.

El acero estructural se suelda en el campo con equipo ordinario para soldar. Dos placas planas se colocan juntas y se sueldan con un cordón de soldadura a lo largo de sus bordes o usando soldaduras en tapón a través de agujeros hechos en una de las placas. También se utilizan las soldaduras a tope. Si se hacen en un taller se utilizan aparatos sujetadores especiales o mordazas para sostener las piezas en su posición correcta. Los miembros estructurales soldados en el campo se sostienen en su posición correcta por medio de los tornillos de montaje

Las juntas soldadas se rompen en algunos sitios para comprobar la penetración de la soldadura y su calidad. Las defectuosas se arrancan y se vuelven a soldar



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Calificación de soldadores:

Por lo común, los soldadores se aprueban para calificarlos en soldaduras de cabeza, verticales y horizontales; si un soldador no se presenta a trabajar, tal vez no se pueda sustituir hasta que se pruebe y contrate otra persona. En general las pruebas se hacen en el lugar de la obra.

Metal de aportación para soldadura:

Los electrodos para soldadura manual de arco protegido estarán de acuerdo con las especificaciones AWS (American Welding Society) A5.1, Especificaciones para electrodos recubiertos de acero dulce, para soldadura al arco, o A5.5, Especificación para electrodos recubiertos de acero de baja aleación, para soldadura al arco.

Los electrodos desnudos y el fundente granular empleados en el proceso de arco sumergido estarán de acuerdo con la clasificación F60 o F70, de las especificaciones AWS, especificación para electrodos desnudos de acero dulce y fundente para soldadura con arco sumergido.

El proceso de soldadura con arco sumergido es la mejor opción entre todos los procesos de soldadura de arco, en posición plana y horizontal, en cuanto se refiere a velocidad, cantidad y calidad de material de depósito. Este proceso no requiere gran destreza manual de aplicación, como en el proceso de soldadura manual de arco protegido.

En este proceso, el material de aporte que se utiliza para la soldadura es alambre desnudo y fundente. La labor de este último es recubrir el arco de soldadura y protegerlo de los agentes contaminantes de la atmósfera. Bajo la fuerza del arco de soldadura el fundente se derrite transformándose de polvo en escoria protectora del depósito, formando, a su vez, cordones lisos y libres de ondulaciones. La ventaja principal del arco sumergido es el poder aplicar cordones de soldadura, un 60-70 por ciento más rápido que la soldadura convencional (soldadura manual con electrodo recubierto).

El proceso de soldadura con arco sumergido es usado normalmente en soldadura de piezas donde lo que se requiere son altas velocidades de depósito del material de aporte, alta penetración y garantía de calidad. Además dada su alta penetración, las uniones a tope desde 3 mm hasta 16 mm, no necesitan bisel concediendo a los usuarios un enorme ahorro de tiempo y costos en la preparación de éstos.

El proceso SAW (Submerged Arc Welding) tiene su mayor campo de aplicación en posición plana y horizontal. En la posición plana es usado en soldaduras de placas con juntas a tope con y sin bisel, en pequeños y grandes espesores, en soldaduras de ángulo, circunferenciales y longitudinales de tuberías. En la posición horizontal ofrece excelentes resultados en la construcción de tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados, sean éstos grandes (140,000 ton) o chicos (1000 ton).

Es necesario fijar un cable de tierra desde la máquina hasta la estructura, protegiéndolo si existe algún riesgo de que se suelte o se dañe. El cable del maneral debe ser del diámetro adecuado para la corriente que se está utilizando y debe estar bien aislado para evitar un corto circuito accidental. El cabo se debe asegurar que se utilice el tipo correcto de electrodos y la polaridad correspondiente: los electrodos deben mantenerse secos y, si son de bajo hidrógeno, es aconsejable tener hornos de calentamiento para asegurarse de ello.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



Deben inspeccionarse las soldaduras tan pronto como se terminen y antes de que se quiten los andamios, si es que se están usando. Cuando es necesario radiografiar o hacer algún otro tipo de pruebas también es conveniente hacerlo de inmediato, para evitar el costo de volver a traer hombres, equipo y andamios para corregir una soldadura defectuosa.

Preparación del metal base:

Las superficies y bordes que se vayan a soldar deberán estar lisos y uniformes, y libres de rasgaduras, grietas u otros defectos que pudieran afectar de forma adversa la calidad o resistencia de la soldadura. Las superficies que se vayan a soldar y las adyacentes a una soldadura estarán también libres de escamas sueltas o gruesas, escoria, herrumbre, humedad, grasa u otros materiales extraños que pudieran evitar una soldadura apropiada o produzcan humos objetables. Pueden dejarse las escamas de laminación que resistan un cepillado vigoroso con cepillo de alambre, una ligera capa de algún recubrimiento que proteja contra la oxidación, o un compuesto contra salpicaduras de soldadura, pero en trabes armadas deben quitarse todas las escamas de laminación en las zonas donde se harán las soldaduras para unir los patines con el alma mediante soldadura con arco sumergido, o mediante arco protegido con electrodos de bajo contenido de hidrógeno.

Ensamblado.

1. - Las piezas que se vayan a unir mediante soldaduras de filete deben colocarse en un contacto tan íntimo como sea posible. La separación entre las piezas no excederá, en general, 5 mm (3/16") salvo cuando se tengan perfiles o placas con espesor de 76 mm (3") o mayor, en los que la separación no pueda reducirse lo suficiente para cumplir con esta tolerancia al ensamblarlos después de enderezarlos. En estos casos se acepta una separación máxima de 8 mm (5/16"), siempre que se emplee soldadura de respaldo o un material apropiado de respaldo para evitar que se escurra la soldadura fundida. Si la separación es de 2 mm (1/16") o mayor, se deberá aumentar la pierna del filete de soldadura en una cantidad igual a la separación, o se deberá demostrar que se ha obtenido el tamaño de garganta requerido.

La separación de las superficies de contacto de juntas traslapadas o entre una junta a tope y la placa de respaldo no deberá exceder de 2 mm. El ajuste de las juntas en las superficies en contacto que no estén completamente selladas por las soldaduras, deberá ser tal que excluya la posibilidad de que entre agua después de pintarlas.

2. - Las piezas que se vayan a unir mediante soldaduras de penetración parcial paralelas a la longitud de la pieza, exceptuando juntas en las que la transmisión de esfuerzos sea por contacto directo, deben colocarse en un contacto tan íntimo como sea posible. La separación entre piezas no debe exceder 5 mm (3/16"), salvo en perfiles laminados o placas con espesor igual o mayor de 76 mm (3") que después de haber sido enderezados y ensamblados no pueden acercarse suficientemente para cumplir con la tolerancia. En estos casos se acepta una separación máxima de 8 mm (5/16"), siempre que se emplee soldadura de sellado u otro material apropiado de respaldo, para evitar que la soldadura fundida se escurra, y la soldadura final reúna los requisitos referentes al tamaño de la garganta.

3. - Las partes que se vayan a unir mediante soldadura a tope de penetración se alinearán cuidadosamente. Cuando las piezas estén restringidas de manera efectiva contra flexión debida a excentricidad de la alineación, puede permitirse un desplazamiento con respecto al alineamiento teórico que no exceda de 10 por ciento del espesor de la pieza unida más delgada, pero en ningún caso mayor de 3 mm (1/8"). Cuando se corrijan desalineaciones en estos casos, se les dará a las



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

piezas un pendiente no mayor de 1 en 24, y la medida del desplazamiento se hará sobre el eje de las piezas, a menos que en los planos se indique de otra forma.

4. - Los miembros que se vayan a soldar estarán correctamente alineados y se mantendrán en posición mediante pernos, prensas cuñas, contraventeos, puntales, otros dispositivos apropiados, o puntos de soldadura, hasta terminar la colocación de la soldadura. Se considerarán márgenes adecuados para tener en cuenta los retorcimientos y contracciones que se presentan al enfriarse la soldadura.

Perfiles de las soldaduras.

1. - Las caras de las soldaduras de filete pueden ser planas o ligeramente cóncavas o convexas, como se muestra en la figura D.2, a, b, c, sin defectos tales como los mostrados en " d ". La convexidad, C, debe cumplir.

$$C \leq 0.1 S + 0.75 \text{ mm}$$

Donde S es el tamaño real de la soldadura de filete, en mm. (Ver la figura D. 2.c).

2. - Las soldaduras de penetración se harán de preferencia con un refuerzo pequeño o mínimo, salvo que se prevea de otra forma. Para juntas de tope o de esquina, el refuerzo no excederá una altura de 3 mm (1/8 ") y tendrá una transición gradual hacia la superficie del metal base (fig. D. 2. e). Las soldaduras de penetración no tendrán defectos como los que se muestran en la figura D. 2. f.

3. - Las superficies de juntas a tope que se deban alisar se terminarán de manera que no se reduzca el espesor del metal base más delgado, o del metal de aportación, en más de 0.8 mm (1/32 ") o 5 % del espesor, el que sea menor, y que no se deje refuerzo que exceda 0.8 mm (1/32 "). Sin embargo, se quitará todo el refuerzo cuando las soldaduras formen parte de una superficie de contacto. El refuerzo debe disminuir suavemente hacia las superficies de las placas, con superficies de transición libres de socavaciones en el borde de la soldadura.

4. - En edificios y estructuras tubulares, las socavaciones no tendrán una profundidad mayor de 0.25 mm (0.01 ") cuando sean transversales a los esfuerzos de tensión primarios en la pieza socavada, ni más de 0.8 mm (1/32 ") de profundidad en cualquier otro caso.

5. - Las soldaduras no deben tener traslape.

Conexiones soldadas.

1. - Los dibujos contendrán información completa y clara sobre la posición, tipo, tamaño, y longitud de todas las soldaduras; también debe indicarse en ellos las soldaduras que se harán en taller y las que se efectuarán en campo.

2. - En los dibujos se indicarán las juntas en las cuales es importante que se controle la técnica empleada para soldar y el orden de colocación del metal de aportación, para reducir a un mínimo los esfuerzos residuales y distorsiones. Las técnicas y secuencias que se quieran emplear se aprobarán por adelantado.

3. - Las longitudes de las soldaduras señaladas en los planos serán las longitudes efectivas necesarias.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



4. - Los dibujos de detalle indicarán claramente, mediante símbolos de soldadura y croquis aclaratorios, cuando sean necesarios, los detalles de las juntas de penetración y la preparación requerida del material para hacerlas. Se detallarán, tanto en planta como en corte, los respaldos de acero.

5. - Si se requiere alguna forma especial de inspección, esta se indicará en los planos y especificaciones.

Detalles de las juntas soldadas

1. - Juntas de penetración completa hechas manualmente con electrodo recubierto o automáticamente con arco sumergido.

1.1. - Una junta en la que el metal de aportación penetra en todo el grueso de las piezas por unir y en la que se logra la fusión de soldadura y metal base en todo el espesor, mediante la aplicación del metal de aportación por los dos lados de la junta o por uno de ellos, utilizando en este caso una placa de respaldo, recibe el nombre de junta de penetración completa.

1.2 - Las soldaduras de arco sumergido de juntas de penetración completa, se harán siempre en posición plana.

2. - Juntas de penetración incompleta hechas manualmente con electrodo recubierto o automáticamente con arco sumergido.

2.1. - En estas juntas la penetración de la soldadura es menor que el grueso total de las partes por unir. Pueden hacerse colocando el metal de aportación por los dos lados o por uno sólo, pero las restricciones del segundo tipo se emplearán únicamente cuando existan restricciones exteriores que impidan el giro de las piezas unidas. Las soldaduras de penetración en las que el metal de aportación se deposite por un solo lado sin placa de respaldo y aquellas en las que el metal de aportación se deposite por los dos lados, pero sin limpiar adecuadamente la raíz del primer depósito antes de colocar el segundo, se consideran de penetración incompleta

2.2. - Las soldaduras de arco sumergido de juntas de penetración incompleta se harán siempre en posición plana

3. - Soldadura de filete hecha manualmente con electrodo recubierto o automáticamente con arco sumergido

3.1. - El tamaño mínimo de las soldaduras de filete, exceptuando las utilizadas para reforzar soldaduras de penetración, será el indicado en la tabla D 4

3.2 - El tamaño máximo de los filetes que pueden colocarse a lo largo del borde cuadrado de una placa, o del redondeado de un perfil laminado, es:

3.2.1. - El tamaño del filete es igual al espesor del material, cuando éste es menor de 6 mm (1/4 ")

3.2.2. - El tamaño del filete será 2 mm menor que el grueso del material, cuando este es de 6 mm o mayor, a menos que en los planos se indique, especialmente, que la soldadura debe depositarse de manera que se obtenga el tamaño total de la garganta.

3.3. - Podrán usarse soldaduras de filete, para ligar placas que no sean perpendiculares entre sí, pero únicamente cuando el ángulo menor que formen las dos placas esté comprendido entre 60° y 90° (figura D.8).

3.4. - Cuando se tienen juntas traslapadas, el traslape mínimo será igual a cinco veces el grueso de la más delgada de las piezas unidas, pero no menor de 25 mm (figura D 8).



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Grosor máximo de las partes unidas en junta	Tamaño mínimo de la soldadura de filete*
Hasta 6 mm (1/4) inclusive	3 mm (1/8 pulg)
Más de 6 mm hasta 13 mm (1/2 pulg)	5 mm (3/16 pulg)
Más de 13 mm hasta 19 mm (3/4 pulg)	6 mm (1/4 pulg)
Más de 19 mm hasta 38 mm (1 1/2 pulg)	8 mm (5/16 pulg)
Más de 38 mm hasta 57 mm (2 1/4 pulg)	10 mm (3/8 pulg)
Más de 57 mm hasta 152 mm (6 pulg)	13 mm (1/2 pulg)
Más de 12 mm:	16 mm (5/8 pulg)

* Cuando las placas unidas sean de grosores diferentes, el tamaño del filete no tiene que ser mayor que el espesor de la placa más delgada.

Tabla No. 2

MONTAJE DEL EQUIPO PRINCIPAL

Es más sencillo instalar el equipo pesado antes que el equipo menor asociado: por tanto, después que se montan las estructuras de apoyo empieza la instalación del equipo principal.

Al trabajo de levantar y colocar en su lugar el equipo se llama armado. Las técnicas del armado se han ido formando a través de los siglos y se han mejorado con los nuevos materiales y maquinaria. El equipo que se va a levantar se sostiene por medio de eslingas de alambre de acero. Según la magnitud de la carga, se empleará una grúa de orugas, una pluma montada, una pluma de poste, varias grúas portátiles montadas en camión, y aun diferenciales de cadena pueden usarse para levantar.

El equipo grande que se va a colocar en el suelo o cerca de él puede arrastrarse sobre rodillos de madera o tubos a la posición deseada. En estos casos, se protege la base del equipo con vigas de madera llamadas patines. Cuando la altura a que se va a levantar un equipo pesado es pequeña se pueden usar gatos de gran capacidad. La maniobra de levantar equipo pesado es una fase muy interesante dentro del ramo de la construcción. Requiere operadores muy hábiles y ayudantes, para levantar y colocar con precisión una pieza de 200 toneladas de un equipo, por ejemplo.

El operador de la máquina elevadora controla su grúa por medio de señales hechas con la mano por un ayudante parado cerca de la carga. Estas señales, lo mismo que todas las fases de la operación de la grúa, las ha uniformizado la American Standard Association porque las malas interpretaciones pueden resultar costosas y peligrosas. En las maniobras importantes para levantar aun los trabajadores fogueados en la construcción se detienen para observar y admirar el trabajo del operador de la grúa.

Cualquier depósito grande prefabricado que se va a instalar verticalmente se descarga del camión o carro de carga, de modo que el equipo elevador pueda operar directamente arriba de la conexión. El movimiento de elevación debe ser tan vertical como sea posible, porque el equipo elevador no puede soportar grandes fuerzas horizontales. Cuando los depósitos se fabrican en la obra, generalmente se construyen dentro del radio efectivo de acción de los aparatos elevadores fijos.

El equipo puede estar provisto de orejas para amarrar los aparatos elevadores, o se pueden enrollar eslingas especiales alrededor del equipo. Las orejas para levantar, que se sueldan al depósito, simplifican el amarre de los cables elevadores. Sin embargo aumentan el costo del depósito y dificultan la construcción de su aislamiento.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



En general, casi todos los tipos de equipo cilíndrico se levantan con eslingas trenzadas de alambre de acero. Los depósitos verticales se levantan directamente sobre sus cimientos y la poca inclinación producida por los amarres ayuda a empezar a atornillar los pernos de anclaje en la base del depósito. Los pernos de anclaje para los grandes depósitos por lo general están provistos de unos casquetes cónicos con rosca, que sirven tanto para proteger la rosca del perno como para guiarlo a su posición. En los espacios entre los pernos de anclaje se ponen suplementos de placa de acero para que al colocar el depósito en sus pernos quede a nivel. Luego se aprietan las tuercas de los pernos después que se ha comprobado la posición del depósito con un instrumento (tránsito) respecto a su perpendicularidad. Cuando ya se ha comprobado que el depósito está en su posición correcta, se aprietan las tuercas y los mangos de los pernos de anclaje se inyectan de concreto.

Otras unidades del equipo como las máquinas se manejan en forma muy parecida. Aunque las máquinas pueden pesar varios cientos de toneladas no son tan difíciles de manejar como los depósitos demasiado largos y pesados.

Las máquinas se alinean y se nivelan cuidadosamente cuando se atornillan, y la inyección de concreto de las máquinas grandes se hace, por lo general, hasta que un inspector del fabricante comprueba que la máquina está correctamente alineada y nivelada.

Cuando las operaciones de atornillado e inyección son completamente supervisadas por un representante del fabricante, la supervisión es una condición de la garantía del fabricante.

INSTALACION DE TUBERIAS

El montaje de las tuberías superficiales comienza después que se instala el equipo principal y continuo durante todo el periodo de construcción.

La mayoría de las tuberías de las plantas de proceso se conectan con soldadura. Las diferentes piezas se fabrican en un taller y se entregan en la obra, o se fabrican en un taller de campo en la misma obra. En ambos casos, los métodos son semejantes. Se corta el tubo en tramos de longitud conveniente con una máquina cortadora o con equipo de oxiacetileno. Un tramo de tubería o conjunto que puede, por ejemplo, consistir de una porción recta con un codo de 90° conectado y dos boquillas en diferentes planos, se arma en un banco o en caballetes. El conjunto se alinea con cuidado y se fija con puntos de soldadura.

El conjunto así soldado se comprueba dimensionalmente y la soldadura final se hace, por lo general, con arco eléctrico. La soldadura deberá penetrar con toda perfección, no deberá contener escoria ni grietas. Resulta económico soldar todo lo que se pueda en el suelo, porque se puede dar vuelta al tubo en rodillos, y puede soldarse moviendo poco o nada el electrodo para soldar. Después de soldar se comprueba la alineación y la calidad de la soldadura.

Las tuberías con rosca se fabrican en la obra y siempre que sea posible, en el suelo. Las herramientas para hacer roscas y para cortar, muchas de ellas eléctricas, son parte del equipo normal de los tuberos. El tubero corta, hace roscas, y arma parcialmente el tubo en un banco con medidas aproximadas de 0.90 x 3.70 m de largo. Al hacer rosca se usa un aceite especial para evitar el calentamiento excesivo y ayudar a que los dados de las tarrazas penetren en el metal. Las roscas se hacen de acuerdo con las longitudes especificadas y se limpian cuidadosamente antes de unir las.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Los conjuntos de tubería y los tramos rectos se levantan para colocarlos en su lugar por medio de diferenciales de cadena o con eslingas atadas a las grúas. Luego se alinean las diferentes piezas.

Las partes costosas como las válvulas, deben manejarse con cuidado. Deberán estar bien sostenidas todo el tiempo durante el montaje y sus caras deberán protegerse para que no se dañen.

Deberá destinarse un lugar de trabajo adecuado para los tuberos que instalan los tubos elevados. Los andamios deberán ser fuertes y espaciosos, porque los tuberos no pueden alinear las tuberías gruesas con gran precisión cuando su seguridad personal está comprometida o cuando se ven obligados a tomar posturas extremadamente incómodas. Cuando se termina la tubería, se lava con agua o con ácido, se prueba a presión, se limpia, se pinta y se aísla. La pintura del tubo aislado depende de las condiciones que imponga el proceso.

IDENTIFICACION DE LOS TUBOS

Cada unidad separada de tubería fabricada en taller lleva un número de pieza o número de proyecto en los dibujos originales. Estos números se usan como identificación y se pintan y estampan con un dado de acero en el tubo fabricado. Luego se usan los dibujos originales de proyecto como planos de montaje.

Con frecuencia se usa un código de colores para la identificación en los proyectos grandes que tienen un número de unidades de proceso que utilizan los tamaños mayores de la tubería. De todas maneras deben ponerse marcas o números de armado para identificar las piezas. Si se fabrican varias unidades separadas, puede elegirse el color para cada unidad, para poder separar con facilidad las tuberías cuando se almacenan en patios sin buscar el número de la marca.

El color se aplica cerca de cada extremo de la pieza y rodea completamente el tubo formando una banda de anchura suficiente para que se pueda ver a distancia.

Los tubos revueltos que se entregan en la obra también vienen marcados con colores cuando se reciben. El código de colores debe proyectarse de manera que indique el tamaño y tipo del tubo.

Muchos de los tubos que se compran de varios tamaños tienen que almacenarse durante varios meses.

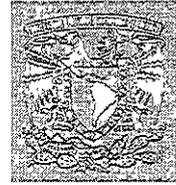
AISLAMIENTO

Cuando ya se ha limpiado la tubería, se prueba a presión y se aísla. El aislamiento se realiza con personal especializado en esta labor. Los trabajos de aislamiento en los depósitos empiezan casi al mismo tiempo que el de la tubería.

ETAPAS FINALES DE LA CONSTRUCCION.

Cuando ya todo el equipo principal se encuentra colocado, se instala el equipo menor que se apoya en los aparatos más grandes. Los materiales frágiles como instrumentos, aparatos eléctricos, y

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.



tuberías pequeñas se instalan también en las etapas finales para disminuir la posibilidad de que se dañen.

Las últimas semanas de una obra de construcción son muy agitadas. El equipo se prueba a presión. Se hacen pruebas de operación en el equipo. El lugar se limpia y se pone en orden. Se desmontan los edificios provisionales, y muchos visitantes oficiales llegan a inspeccionar la planta. La planta está lista para operar, gracias al esfuerzo de un grupo de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles; dibujantes taquígrafas, contadores, compradores, operarios y mozos de oficina.

El superintendente de construcción pronto partirá a una nueva comisión, gran parte del éxito se debe a esta persona. A causa de su inteligencia, de sus grandes aptitudes mecánicas y buen criterio, no sólo ha sido capaz de construir la planta como la describían los dibujos, sino que también ha corregido, con ayuda del ingeniero proyectista, los errores inevitables que ocurren en los dibujos y datos. Ha improvisado cuando ha sido necesario, pero lo más importante es que terminó la obra a tiempo y construyó la planta al agrado del cliente.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:
PROGRAMACION.



3.2 PROGRAMACION.



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.



3.2 PROGRAMACION.

Es la elaboración de tablas o gráficas que indican los tiempos de terminación, de iniciación y por consiguiente la duración de cada una de las actividades que forman el proceso, en forma independiente.

En otras palabras, la programación es el detalle de la planeación quedando definida por un calendario.

Para programar existen varios recursos que son:

- Experiencia, Intuición o Memoria
- Diagramas de Barras
- Ruta Crítica

Estos recursos han sido manejados, a través de los años, en muy diversas formas, en lo relativo a la ejecución de todo tipo de obras. Por lo que haremos una breve descripción acerca de como se han venido utilizando estas técnicas en la programación y control de proyectos.

Hasta antes de 1870 el empleo de la *experiencia e intuición* eran las herramientas utilizadas para la programación y el control de proyectos.

Posteriormente, Taylor realizó los primeros estudios de tiempo y movimiento. Sus aportaciones, que estaban dirigidas principalmente a mejorar procesos industriales, fueron adaptadas al campo de la construcción, y su utilización se generalizó y estuvo en boga por casi medio siglo.

Fue hasta 1915 que se empezó a utilizar el *diagrama de Gantt* para la programación y control de los procesos productivos, el cual consistía en un gráfico en el que se ha representado cada actividad como una barra cuya longitud es proporcional al tiempo de su duración. A cada actividad correspondía un renglón de la lista, que generalmente establecía también, el orden de ejecución de las actividades, situándose la barra representativa de cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos. Si después de emplear el criterio personal, se obtenía una fecha de terminación igual a la propuesta, se aceptaba dicho programa, en caso contrario y basándose únicamente en la



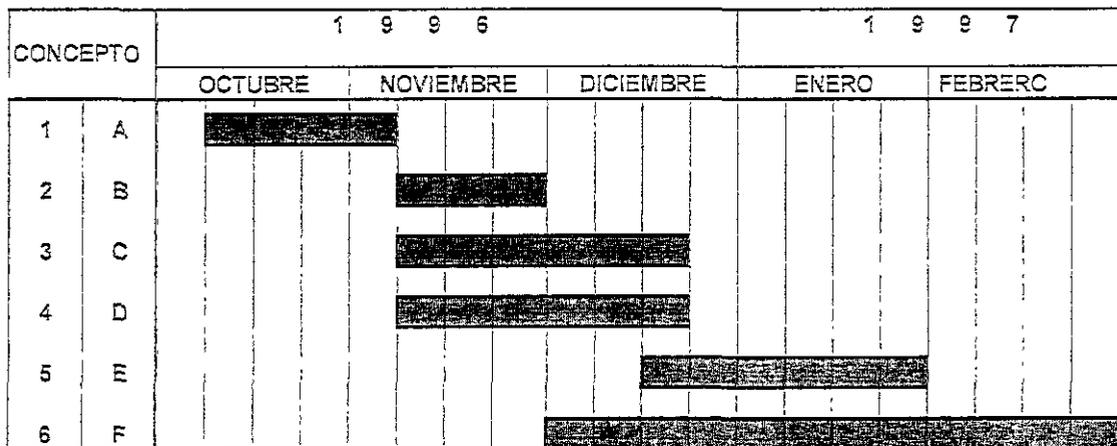
III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

experiencia y la intuición del programador se reducía la dimensión de las barras hasta obtener la fecha de terminación deseada.

Para su elaboración se aplica la siguiente metodología:

- Se determinan las actividades en que se desea descomponer el proceso. Se define la duración de cada actividad.
- Se eligen las restricciones a observar.
- Se ordenan las actividades y se realiza el dibujo.

Diagrama de barras de Gantt



Puede observarse que la actividad B se programó como una consecuencia de A; A es antecedente o precedente de B; B es una consecuencia de A.

Las actividades C y D pueden efectuarse en forma simultánea.

También se observa que E puede ejecutarse cuando D lleve un cierto avance es parcialmente simultánea

Conviene observar que después de terminada B, se dejó un tiempo para iniciar E, finalmente: F depende de B y es la actividad final del proceso.

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.



Donde Duración = D

$$D = \frac{\text{Cantidad de Obra}}{\text{Rendimiento} \times \text{Eficiencia}}$$

En la que D depende de:

- Tipo de Obra
- Cantidad de Obra
- Procedimientos de Construcción
- Factores de Dependencia

VENTAJAS

Se produce una representación muy útil y de lectura rápida , que facilita el seguimiento del proceso
Permite la representación gráfica de los avances obtenidos mediante el uso de una doble barra, facilitando la interpretación del estado de la obra al día de la revisión.

DESVENTAJAS

- No se facilita el uso de un gran número de actividades dificultándose la representación de actividades de segundo orden
- Se dificulta la interpretación de las restricciones (espacio recursos disponibles, procedimiento de construcción, etc . .)
- La dependencia de una actividad con respecto a otras, no es fácil de representar
- No se detectan aquellas actividades de las cuales depende la duración del proyecto.

En vista de que este método resultaba de aplicación muy limitada, fue que se desarrollaron otros métodos de mayor flexibilidad para su aplicación en la programación y control de proyectos



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

3.2.1 MÉTODO DEL CAMINO CRITICO.

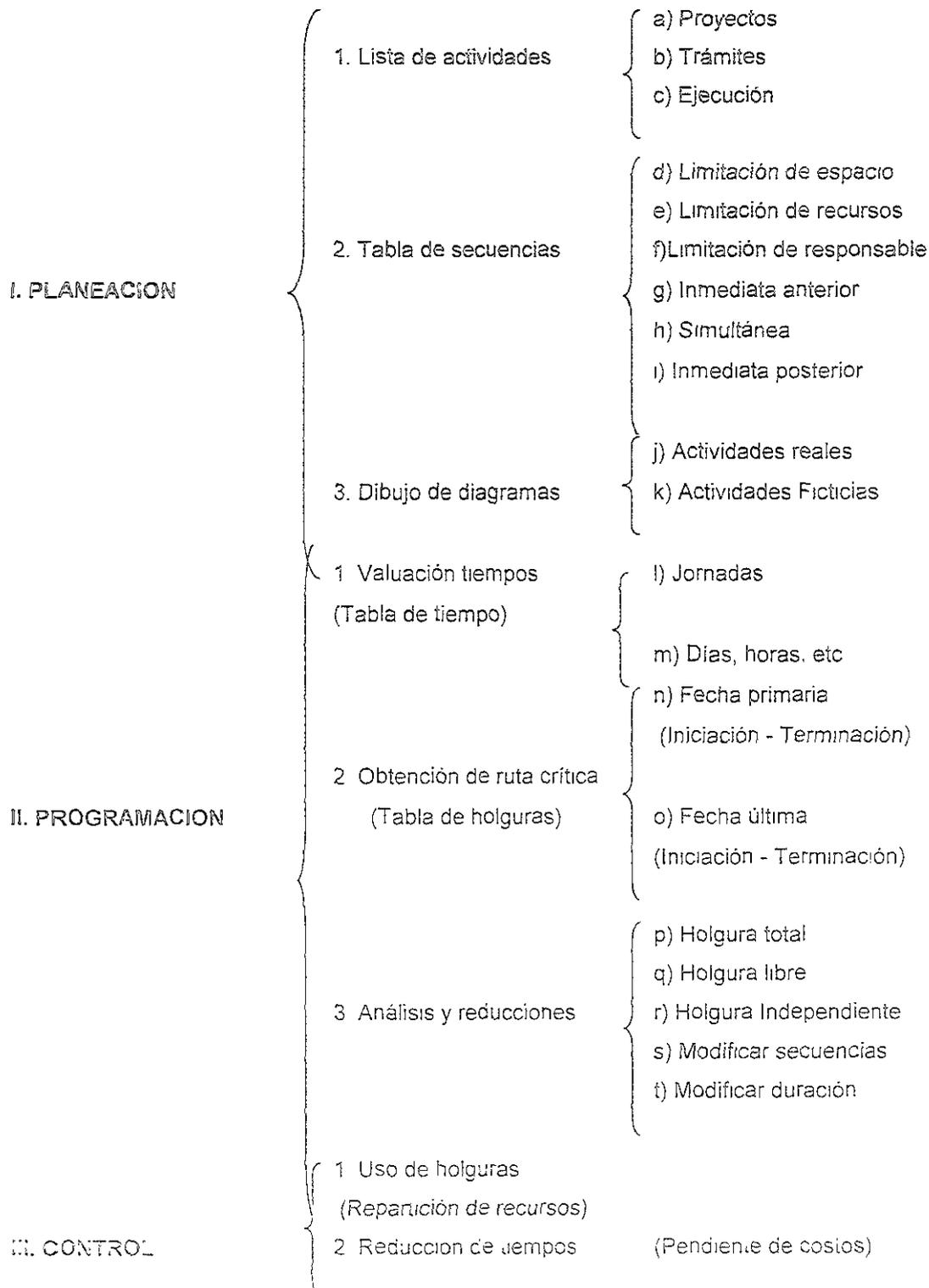
Es a partir de 1957 que se inicia el empleo de los diagramas de flechas y la ruta crítica. Este método desarrollado por los ingenieros Morgan R. Walker y James I. Killey Jr., y conocido como el método de la "Ruta Crítica" (Critical Path Method, "CPM"), es un sistema de programación y control que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo. Fue puesto a prueba durante la construcción de una planta química; desde entonces y por los resultados obtenidos, se le ha dado una gran difusión a nivel mundial y se ha extendido su utilización a problemas de muy diversa naturaleza.

En México, el método del camino crítico (CPM), ha sido utilizado desde 1961 por la Secretaría de Obras Públicas para la construcción de edificios, con excelentes resultados, y desde 1962 por la Comisión Federal de Electricidad para controlar las grandes obras de edificación que se realizan en el país.

Características del método:

- Suministra una base disciplinada para la planeación.
- Proporciona una idea clara del alcance del proyecto.
- Es un vehículo importante para la evaluación de estrategias y objetivos.
- Elimina en gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que pertenezca al proyecto.
- Muestra las interrelaciones entre los trabajos.
- Señala las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.
- Hace posible la "dirección por excepción" llamando la atención del ejecutivo a aquellas actividades que están o estarán en dificultades.

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:
PROGRAMACION.





III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

- Forma un récord útil y completo del desarrollo de las obras y proyectos.

Metodología para la programación de la Ruta Crítica por el método CPM

Tomando en cuenta que cualquier proceso productivo necesita de una planeación, una programación y un control, aplicaremos este criterio al método CPM quedando de la manera siguiente:

1. Lista de actividades

En la lista de actividades no debemos olvidar los tiempos necesarios para proyectos y trámites, así como las actividades específicas de construcción.

2. Tabla de secuencias

En esta tabla de secuencias debemos señalar, cuales actividades son simultáneas, cuales inmediatas anteriores y cuales inmediatas posteriores. debiendo indicar las limitaciones de espacio y de recursos. La lista de actividades y la tabla de secuencias se pueden reunir en una sola tabla como la siguiente:

No.	ACTIVIDAD	ANTERIOR	SIMULTANEA	POSTERIOR

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.



3.- Dibujo de diagramas.

Nomenclatura

EVENTO:

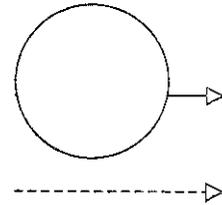
Significa iniciación o terminación de una actividad.

ACTIVIDAD:

Consumo tiempo y recursos, significa la ejecución de una labor.

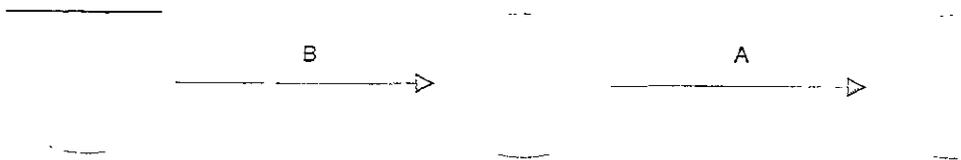
ACTIVIDAD FICTICIA:

No consume tiempo ni recursos, expresa secuencia lógica.



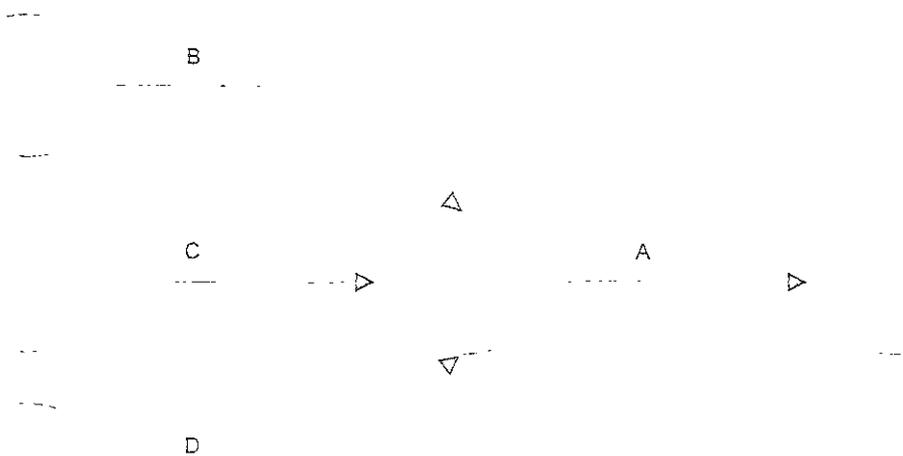
Representaciones gráficas de secuencias

1.- La actividad A es inmediata posterior a la B



La actividad B es inmediata anterior a la actividad A.

2 - La actividad A es inmediata posterior a las actividades B,C y D



Las actividades B, C y D, son inmediatas anteriores a la actividad A



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

4. Valuación de tiempo

Tomando en cuenta las limitaciones de espacio, de recursos y de decisión de responsable, procedemos a hacer la valuación de los tiempos de duración de las actividades.

Es indudable que dependiendo del criterio personal del programador y del sistema de pago de la mano de obra, los tiempos de duración por actividad tengan un rango de variación muy grande. Para integrar las fórmulas siguientes, deberán considerarse los rendimientos, tanto de mano de obra como de equipo y maquinaria.

$$JG = \frac{CO}{RG}$$

Donde: JG = Jornadas por grupo
CO = Cantidad de obra
RG = Rendimiento del grupo

De donde la duración de cada actividad, dependerá del número de grupos que eficientemente puedan asignarse a la actividad en estudio, tomando muy en cuenta las limitaciones de espacio y de personal por lo cual, la "duración normal" de una actividad (DN) será:

$$DN = \frac{JG}{NG}$$

Donde: JG = Jornadas necesarias por grupo
NG = Número de grupos que pueden trabajar simultáneamente

En forma tabular, será:

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:
PROGRAMACION.



Tabla de valuación de tiempos

i	j	Descrip. Activ.	Unidad	Cant. Obra	G	RG	JG = $\frac{CO}{RG}$	NG	DN = $\frac{JG}{NG}$	DN Final

5. Solución de la red

Como mencionamos anteriormente, la ruta crítica nos permite conocer las actividades que definen o determinan la duración de un proceso, es decir, las actividades críticas, ahora bien, existen otras actividades que no son críticas, y para llegar a su clasificación, necesitamos definir los siguientes términos

Holgura total.- Es la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la terminación de un proceso.

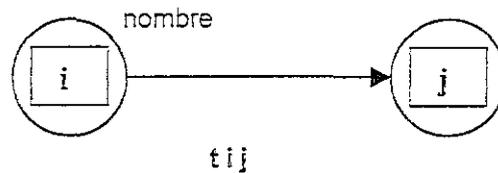
Holgura libre.- Es la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha primera de iniciación de las posteriores.

Holgura independiente - Es la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha última de las anteriores y la fecha primera de las posteriores.



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.

Por consecuencia, ruta crítica. también es una secuencia de actividades cuya holgura total sea cero, ahora bien, si en la representación de una actividad cualquiera, tenemos un evento inicial. un evento terminal. una designación de actividad y un tiempo de duración, entonces podemos decir.

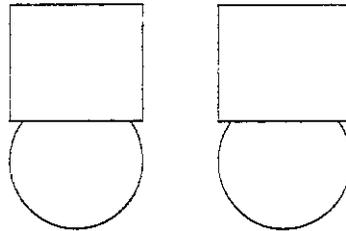


Cuando más tarde se puede
iniciar una actividad

Cuando más tarde se puede
terminar una actividad

Cuando más pronto se
puede iniciar una actividad

Cuando más pronto se
puede terminar una actividad



y llamaremos t de i a j , el tiempo de realización normal (DN) de la actividad

P = Fecha primera del nudo

U = Fecha última del nudo

Por lo que podemos decir:

$$\text{Holgura total} = HT = U_j - P_i - t_{ij}$$

$$\text{Holgura libre} = HL = P_j - P_i - t_{ij}$$

$$\text{Holgura Independiente} = HI = P_j - U_i - t_{ij}$$

Se propone a continuación una tabla que consideramos conveniente para la tabulación de holguras y grados de importancia de las actividades.



III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: PROGRAMACION.





III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.



3.3 CONTROL DE OBRA.

3.3.1 INTEGRACION Y CONTROL DE COSTOS.

Para determinar si los esfuerzos administrativos están dando resultados para alcanzar los objetivos, se requiere la evaluación de los resultados. Si los resultados no van de acuerdo con lo esperado, entonces se aplican medidas correctivas. Esta vigilancia o evaluación y corrección, en su caso, constituyen la tarea del control administrativo.

El control consta de un proceso formado de varios pasos básicos, los cuales son: .

- 1- Medición del desempeño.
- 2- Comparación del desempeño con el estándar.
- 3- Corrección de desviaciones, y aplicación de acciones remediadoras.

El control es un proceso lógico que nos indica si lo realizado está de acuerdo con lo planeado. Si existen desviaciones o errores, podemos detectarlos fácilmente mediante la información que recibimos o bien por los estándares fijados, comparados con lo real. Debemos hacer del control nuestra herramienta más definitiva dentro de la administración en el lugar que ocupemos en la empresa como ejecutivos y aplicar oportunamente los correctivos que procedan.

Lo anterior expresado corresponde en términos generales al control administrativo de una obra.

En adelante trataremos de desarrollar todo lo correspondiente a lo que es un precio unitario, ya que es de suma importancia conocer si nuestros costos de construcción están resultando de acuerdo a lo planeado.

Para todos es bien conocida la forma de contratación para la ejecución de cualquier obra pública, ya sea por medio de licitación pública (concurso de obra) o por asignación directa. La forma de celebración de los contratos de obra, de acuerdo a la Ley de Obras Públicas, será basándose en los precios unitarios o a precio alzado (artículo 39).

+ Precio Unitario: De esta forma se establece un precio para pago o remuneración a la contratista por unidad o por parte de la obra, realizada conforme a las especificaciones establecidas en el contrato relativo.

+ Precio Alzado: De esta forma se establece un precio para pago o remuneración a la contratista por la obra terminada y ejecutada conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

En el medio, la forma más usual para la ejecución de una obra es a precio unitario. El precio unitario se compone de dos elementos básicos que son, los Costos Directos y los Costos Indirectos; estos últimos se desglosan en una gran cantidad de gastos y cargos requeridos por la organización técnica y administrativa de la empresa, entre los que resaltan los de Financiamiento de la obra.

El financiamiento, adquiere una relevante importancia en nuestros días, puesto que con la situación económica reinante en el país es realmente necesario hacer conciencia de sus alcances.



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

PRECIO UNITARIO

De acuerdo a la práctica y lineamientos generalmente utilizados, y los criterios aplicados en el Sector Público contenidos en el reglamento de la ley de Obras Públicas y las Reglas Generales, el Análisis de Precios Unitarios, se puede desglosar en los siguientes elementos:

- A) Costo Directo.
- B) Costos o Gastos Indirectos.
- C) Financiamiento
- D) Utilidad

Al enunciar que la clasificación anterior se deriva de Reglamentos y Leyes del Sector Público, se debe aclarar que dentro de la construcción a nivel de iniciativa privada, todos éstos lineamientos y disposiciones "técnicos ó ingenieriles", son totalmente válidos y utilizados en la práctica; Siempre y cuando cliente y constructor no tengan otro acuerdo al respecto.

Así, podemos definir que el Precio Unitario es la suma del costo directo, los gastos indirectos, el financiamiento y la utilidad resultante de ejecutar los trabajos a favor de la contratista. Siendo el precio unitario o precio de venta:

$$PU = CD + CI + F + CU$$

COSTO DIRECTO

Integran al Costo Directo, todos los cargos relacionados o que intervienen en forma inmediata para la ejecución de determinada unidad de obra. Una unidad de obra, es aquella que se identifica como concepto integrante del presupuesto de cualquier obra; y que es medible o cuantificable para efectos de pago y/o cobro de la cantidad de obra físicamente ejecutada.

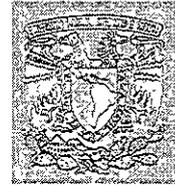
ESPECIFICACIONES

Toda unidad de obra queda establecida y se define mediante las especificaciones propias del proyecto o las generales por reglamento, mediante los planos constructivos del proyecto ejecutivo y la información general para cada concepto contenida en el presupuesto de la obra. Toda especificación puede entenderse como: la descripción detallada de características y condiciones mínimas de calidad que debe reunir un producto.

Es conveniente aclarar, que los alcances de cada concepto de obra establecidos en las especificaciones varían en cada fuente de trabajo, puesto que los criterios de las diversas dependencias públicas, no se han uniformizado dentro del propio sector público.

A manera de normas generales, se han organizado una serie de agrupaciones que emiten especificaciones para cada una de las actividades especializadas; como lo son para la edificación: el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, del D.D.F., el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificaciones, de la S.S.A.. A nivel internacional encontramos: American Concrete Institute, "ACI"; American Society for Testing of Materials, "ASTM", etc.

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. - CONTROL.



Finalmente, podemos concluir que para la edificación, nuestro campo de trabajo más común, las mejores especificaciones son las que implícitamente señalan el proceso constructivo más conveniente para obtener un grado óptimo de calidad.

COMPONENTES DEL COSTO DIRECTO

Los elementos que dan forma al Costo Directo son.

- A) Mano de Obra (personal de campo).
- B) Materiales.
- C) Equipo.

De tal manera, que el costo directo es la suma de dichos elementos:

$$CD = MO + M + E$$

MANO DE OBRA

El costo de la mano de obra es el costo del personal que se emplea o interviene en forma directa para la producción de una unidad de obra, encontrándose incluidos en este rubro el personal de campo (albañiles, fierros, carpinteros, peones, etc.) Dicho costo se maneja a partir de jornales de trabajo y hora, incluyéndose en el respectivo análisis todas las prestaciones establecidas por la Ley, y las consideraciones por tiempos inactivos

Posiblemente, la valuación del costo de la Mano de Obra en el campo de la edificación, representa el problema más complejo y dinámico dentro de los costos directos. Su complejidad radica conforme a la dificultad o facilidad para la realización, el riesgo que implica el trabajo o la seguridad del mismo, las relaciones de pago, la magnitud del trabajo; y las condiciones climáticas, las características que conforman cierto modo de vida, y las costumbres locales o de la región, teniendo estos últimos mayor influencia. Todos estos factores afectan directa o indirectamente el valor de la mano de obra, ya que su influencia es muy variada, y a la vez, los propios factores varían caprichosamente.

El carácter dinámico es dictado por el costo de la vida, que en nuestros días es muy elevado y con grandes fluctuaciones, y por el desarrollo de los procedimientos constructivos aplicables, a nuevos procedimientos, nuevas herramientas de trabajo, equipos, tecnología, etc

El cálculo del costo directo por el concepto de Mano de Obra se obtiene mediante el producto resultante del costo real por jornal y el rendimiento o producción por jornal, o bien, mediante la división del costo real por jornal entre el número de unidades producidas por jornal, ejemplificando

Suponiendo que el salario integrado de un oficial albañil es de \$200 00 diarios, y en una jornada normal de trabajo realiza 10.00 unidades, tendremos:

	Salario		Rendimiento o Cantidad	Costo
1 -	\$200 00	X	1/10 00 = 0 1	= \$20 00
2 -	\$200 00	/	10 00	= \$20 00



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

En el ejemplo número 1. -, el valor 0.1 representa el rendimiento del obrero para ejecutar dicha actividad, siendo que el trabajador emplea o "rinde" 0.1 de la jornada para terminar correctamente una unidad; es por ello que se divide la jornada, igual a uno, entre el número de unidades que es capaz de realizar en la totalidad de la jornada.

En el ejemplo 2. -, el valor de 10.00, representa la cantidad total ó máxima de unidades que el albañil es capaz de realizar por jornada. Así, al dividirse el sueldo del obrero entre el total de unidades, se obtiene el costo por unidad terminada que se eroga por mano de obra.

El cargo directo por Mano de Obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el Contratista, por el pago de salarios al personal que interviene exclusivamente y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, "incluyendo al cabo o primer mando".

Este primer mando a cabo, se acostumbra incluir como un porcentaje del total de la mano de obra en el precio unitario.

"SALARIO BASE" Y "SALARIO INTEGRADO O REAL"

El salario base, es el salario mínimo, que es la menor cantidad que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo (definición de la Ley Federal del Trabajo), el cual se encuentra reglamentado por la comisión nacional de salarios mínimos. Podemos referirnos a él como salario diario base.

Este salario es afectado por muchas modalidades que ocasionan se incremente, al ser incrementado, se convierte en el salario integrado o real, que es con el cual se calculan los pagos unitarios.

Algunos de estos factores son prestaciones y derechos dispuestos por Ley.

$$\begin{aligned} SR &= (SDP)FSR \\ &= (SDB + PRE)FSR \end{aligned}$$

Donde:
SDP - Salario diario parcial.
SDB - Salario diario base.
FSR.- Factor de salario real

FACTORES QUE SE APLICAN PARA OBTENER EL SALARIO REAL:

1. - **Prima vacacional.** Se considera una antigüedad de un año por lo que y de acuerdo al Artículo 76 de la Ley Federal del Trabajo, para dicha antigüedad se señalan 6 días laborables por año y de acuerdo al artículo 80, se señala una prima vacacional no menor de 25% por lo que la prima vacacional es:

$$25\% \times 6 \text{ días} / 365 \text{ días} = 0.41\%$$

2. - **Aguinaldo:** De acuerdo al Artículo 87, los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual correspondiente a un mínimo de 15 días de salario, por lo cual:

$$15 \text{ días de aguinaldo} / 365 \text{ días} = 4.11\%$$

3. - **Seguro social:** En el año de 1963 se implanto la Ley del Seguro Social que cubre los siguientes seguros:

- I. Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- II. Enfermedades no profesionales y maternidad.

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. - CONTROL.



- III. Invalidez, vejez y muerte
- IV. Cesantía en edad avanzada.

Los cuales son cubiertos entre el estado, el trabajador y el patrón, es esta última aportación la que deberá incluirse en el costo de la obra de mano.

La industria de la construcción esta incluida en la clase V, grado medio de peligrosidad.

CUOTAS OBRERO PATRONALES (1er. BIMESTRE DE 1995)

Clasificación de empresas	Seguro de enfermedades Generales y maternidad			Seguro de Inv. y Vida Cesantía en edad avanzada y muerte			Seguro Riesgo de trabajo			Total de cuotas obrero patronales
	Patrón	obrero	Total Obrero patronal	Patrón	obrero	Total obrero patronal	100% patrón	Patrón	obrero		Total
Riesgo máximo	8.40%	3.00%	11.40%	5.46%	1.95%	7.41%	8.75%	22.61%	4.95%	27.56%
Medio	8.40%	3.00%	11.40%	5.46%	1.95%	7.41%	6.56%	20.42%	4.95%	25.37%
Minimo	8.40%	3.00%	11.40%	5.46%	1.95%	7.41%	4.38%	18.24%	4.95%	23.19%

4. - **Impuesto sobre remuneraciones pagadas (1%):** Este impuesto no es una prestación. El ISRP se aplica sobre la remuneración total incluyendo prima dominical (en su caso), aguinaldo, prima vacacional, participación de utilidades, compensaciones, gratificaciones, prima alimenticia y viáticos.

5. - **Guarderías (1%)** a partir del sexto bimestre de 1972 se inicia su aplicación sobre sueldos y salarios base.

6. - **Infonavit (5%):** el sector público invalidaba cualquier presupuesto que lo incluyera

7. - **Prima dominical** (de uso poco común en la construcción): La Ley Federal del Trabajo en su artículo 71 señala que los trabajadores que presten servicios en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un 25% por lo menos sobre el salario de los días ordinarios de trabajo

8. - **Prima por antigüedad** (de uso poco común en la construcción, para trabajadores de planta únicamente)



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

A continuación presentamos la tabla con la aplicación de los factores mencionados al salario base para obtener el salario base parcial.

9. - Factor de salario real (FSR): La Ley Federal del trabajo, la costumbre y el medio ambiente reducen el tiempo efectivo de trabajo. Este factor contempla los tiempos inactivos derivados de: domingos, días festivos de ley, días de costumbre, lluvia, permisos, enfermedades y vacaciones.

$$\text{Factor de salario real} = \frac{\text{período considerado total}}{\text{período trabajado real}} = \frac{\text{PCT}}{\text{PTR}}$$

donde: período trabajado real = período considerado total - días no trabajados.

$$\text{FSR} = \frac{\text{PCT}}{\text{PTR}} = \frac{\text{PCT}}{\text{PCT-DNT}}$$

Días no trabajados al año:

a) Domingos (52 días)

b) Días festivos (7.17)

1o enero	16 septiembre
5 febrero	20 noviembre
21 marzo	25 diciembre
1º de mayo	1º de diciembre (cada 6 años)

c) Días de costumbre (6 a 8 días por año): La costumbre en la industria de la construcción en ocasiones más arraigada que la ley, señala según la ubicación geográfica de la obra, diferentes días de descanso tales como:

3 de mayo	día de la santa cruz
Varia	jueves santo
Varia	viernes santo
varia	sábado de gloria
1o de noviembre	día de muertos
2 de noviembre	día de muertos
12 de diciembre	virgen de Guadalupe
varia	santo patrón de la población

d) Vacaciones (6 a 22 días por año): Según el artículo 76 de la Ley Federal del Trabajo, los trabajadores tendrán derecho a disfrutar de un período de 6 días laborables por cada año de servicio, que aumentará en 2 días hasta llegar a 12 días por cada año de servicio, después de 4 años el período de vacaciones se aumentará en 2 días por cada 5 años de servicio.

e) Mal tiempo (varia): es indudable que el mal tiempo afecta a la productividad y su importancia radica en el tipo de la obra y en la etapa constructiva en la cual se presenta el fenómeno, en resumen, este concepto corresponde a la suma de los tiempos en los cuales el fenómeno meteorológico paraliza la actividad.

TABLA DE SALARIO DIARIO PARCIAL DEL PERSONAL DE CAMPO

ZONA #(ALTAMIRA TAMAULIPAS) PERIODO (1995)

Categoría	Salario diario base	Prima vacacional 0.41%	Aguinaldo 4.11%	Suma	I.M.S.S. cuota patronal 25.3725%/20.4225%	I.S.R.P 1%	I.M.S.S. Guarderías 1%	INFONAVIT 5%	TOTAL
Peón (míno)	14 00	0 06	0.57	14 63	$14.63 \times 0.253725 = 3.71$	0.15	0.14	0.7	19.33
A fierro	18 00	0 07	0.74	18.81	$18.81 \times 0.204225 = 3.84$	0.19	0.18	0 9	23.92
A carpintero	18 00								
A especialista	18 50								
Cabo	18 50								
Velador	19 00								
Bodeguero	19 80								
O albañil	23 00								
O fierro	23.00								
O carpintero	23 00								
O especialita	25.00								
Oficial "A"	23.00								
Oficial "B"	23.00								
Oficial "c"	23 00								



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

Una lluvia torrencial que ocurre en la etapa final de una edificación, le afectara en forma mínima, en cambio este mismo fenómeno en la etapa de cimentación la podrá afectar en forma muy importante.

Analizando el factor de salario real para 365 días, considerando una antigüedad de los trabajadores de 1 año.

TABLA DE FACTOR DE SALARIO REAL

Concepto	Fecha	PCT	
Inicio	10 de Enero 1995		
Terminación	31 Diciembre 1995	365	
Concepto	Detalle	DNT	
Domingos		52	
Festivos	01-Ene	1	
	05-Feb	1	
	21-Mar	1	
	01-May	1	
	16-Sep	1	
	20-Nov	1	
	25-Dic	1	
Costumbre	03-May	1	
	Días santos	2	
	Días muertos	2	
	12-Dic	1	
Vacaciones	(365/365)6	6	
Mal tiempo	Lluvias	4	
Sumas		75	365

$$FSR = \frac{PCT}{PCT-DNT} = \frac{365}{365-75} = \frac{365}{290} = 1.2586$$

Al aplicar este factor de salario real (1.2586) a los totales de la tabla de salarios diarios parciales, se obtienen los salarios reales que son los que se emplean para calcular los precios unitarios:

Categoría	Salario diario parcial	Factor de Salario real	Salario real

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

Peón (mínimo)	19.33	1.2586	24.33
Fierrero	23.92	1.2586	30.11
Carpintero			
Especialista			

Finalmente, el cargo por herramienta y equipo, siendo este equipo como "equipo menor propio para la realización del trabajo" (taladros, pequeñas plantas de soldar, etc.); se calcula dentro del P.U. como un porcentaje del importe total de la mano de obra integrante del P.U., empleándose dicho porcentaje alrededor de 1% a 5%, pero la práctica común lo consigna con un valor de 3%.

MATERIALES

En la edificación de cualquier obra, al realizar un proceso productivo, junto con la mano de obra integramos Materiales; los que pueden ser elaborados o semielaborados, y cuyo costo base debe ser incluido en los análisis de precios unitarios en función del tiempo y del lugar de aplicación. Al momento de analizar el costo de los materiales en el P.U., debe de tomarse en cuenta a los materiales como "puestos en obra"; lo que significa que ya incluirán en su costo, los fletes y demás cargos que se paguen al proveedor (elevación, estiba del material, maniobras, etc.). En dicho P.U., no debe de cargarse el valor del impuesto del I.V.A., el cual se aplica sobre el importe total del presupuesto

Similarmente al caso de la mano de obra, los materiales presentan dificultades para el cálculo de su valor dentro de los costos directos, debido a las variantes que ofrece el mercado en cuanto a precios se refiere y, principalmente, a la desmesurada carrera inflacionaria generalizada en todos los niveles comerciales del país. Estas variaciones en los precios de compra de los insumos, hacen necesarios nuevos estudios y análisis para la valoración de las consecuencias y realización de los ajustes necesarios (escalatoras)

Los materiales, de acuerdo a la Ingeniería de Costos, se clasifican como:

1. - intrínsecos o permanentes
- 2 - Extrínsecos o temporales
- 3 - Materiales de Consumo.

Los primeros, son los que quedan integrados al producto o concepto terminado de obra, digamos ladrillos, concreto, mezcla al ser repeliada en algún muro, acero de refuerzo, etc

Como materiales extrínsecos, se entiende que son aquellos que no quedan comprendidos o integrados en el producto final, pero que son indispensables para la realización de tal producto. Entre ellos encontramos a los explosivos para excavar en roca, al triplay, barrote, polín, etc., que constituyen la cimbra, etc.

Materiales de Consumo, son aquellos que se "consumen" ó son empleados una sola vez en el proceso productivo y no quedan incluidos en el producto final, tales como el diesel, gasolina alambre recocido en una cimbra, etc

Los rendimientos ó cantidad de insumos ó materiales requeridos por unidad de obra deben de tomar en cuenta los desperdicios y mermas que se presenten dentro de un proceso constructivo, algunas se partirán para realizar ajustes (ladrillos, block hueco de concreto), fragmentos pequeños



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

de algunos no tiene empleo útil (varilla de refuerzo), otros por su naturaleza se disgregan fácilmente (cemento, cal, arena, etc.). Durante la elaboración de algunos (concretos), al acarrearlos y al colocarse se desperdician.

El sector público en su definición del cargo directo por materiales, incluye a todas las erogaciones realizadas por la contratista para producir ó adquirir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, "cumpliendo con las normas de construcción, calidad, y especificaciones de la dependencia o entidad respectiva".

El cargo por concepto de materiales se obtiene mediante el producto del precio de mercado del material puesto en el sitio de su utilización, por su rendimiento ó cantidad en la unidad de obra determinada, de acuerdo a normas ó especificaciones de construcción considerando en dicho rendimiento los desperdicios y mermas establecidos por la experiencia y según el tipo de la obra

Descripción	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Importe
Lámina Fo.Go. cal. 18	M2	228.18	0.57	130.06
Soldadura E-6013	Kg	39.10	1.95	76.24
Bisagra	pza	25.00	2.00	50.00

EQUIPO Y MAQUINARIA

Este tema es de gran importancia para empresas constructoras que encuentran su campo de acción en la construcción pesada y movimiento de tierras, ya que el Equipo o maquinaria es su principal herramienta de trabajo; con las características de desempeñar sus funciones en condiciones adversas a cielo abierto, y en consecuencia con una vida económica relativamente corta o baja.

El cargo directo por maquinaria ó Costo Horario, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas para la ejecución del concepto de trabajo.

Para el cálculo de un costo horario de cualquier equipo de construcción, se observan los componentes:

- A-) Cargos Fijos.
- B).- Consumos.
- C).- Operación.

+ Cargos fijos. Son los cargos sobre el costo de la Máquina por concepto de propiedad y mantenimiento de la misma, independientemente de que se encuentre en operación ó inactivo u "ocioso". Es indispensable el valorar adecuadamente estos cargos, ya que una sub-valoración es causa de la descapitalización de empresas.

Este rubro se divide a su vez en:

1. - Depreciación. Es el desgaste ó demérito del equipo al transcurrir el tiempo por el uso de ella, o sea, la disminución de su valor original (de adquisición o de compra), como consecuencia de

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

su uso durante su vida económica. Dicho cargo se considera con una variación lineal en el tiempo.

2. - **Inversión.** Significa el costo financiero o del dinero, se cuente ó no con capital suficiente para poseer una máquina, representa el cargo equivalente a los intereses del capital que se ha invertido en la compra de la maquinaria.

Es el cargo que posiblemente tenga mayor importancia dentro de los cargos fijos, gracias a las altas tasas financieras características de la época.

3. - **Seguros.** La destrucción imprevista total o parcial del equipo por accidentes, es un riesgo presente en la construcción, pero se puede cubrir a través de un seguro. Y los definiríamos como el rubro que cubre los riesgos a los que está sujeta la maquinaria por los accidentes que sufra, durante su vida económica

4. - **Almacenaje.** Son los gastos que se realizan al almacenar el equipo durante el período en que no se encuentra en una obra dentro de un proceso productivo. Este costo ya no se incluye dentro del costo horario, ya que pasó a formar parte de los indirectos.

5. - **Mantenimiento.** Este cargo corresponde a las reparaciones mayores o menores, según lo requiera, que se le hagan al equipo durante toda su vida económica, con el objeto de mantenerla en condiciones eficientes de trabajo, comprendiendo reparaciones realizadas en campo y en talleres especializados, que incluyen reparaciones a nivel preventivo y correctivo. En ellas se incluyen refacciones y partes necesarias, así como la mano de obra para realizarlas

- + **Consumos.** Es el rubro donde se calculan los consumos propios de la máquina por combustibles, diesel ó gasolina, otros energéticos, aceites ó lubricantes tanto del motor como del sistema hidráulico, neumáticos, cámaras para estos, bandas, etc.

- + **Operación.** Todo equipo debe ser manejado por uno ó más trabajadores calificados que son los operadores, lo que de igual modo representan un costo. El costo por operación se define como las erogaciones resultantes por concepto del pago de los salarios del personal encargado de la operación del equipo, por hora efectiva de trabajo de la maquinaria.

Con todos estos elementos se llega al Costo Horario de la máquina ó Costo Horario Máquina (CHM), que representa el costo que se tiene por cierto equipo durante una hora de trabajo efectivo. Con este elemento, ya es posible conocer el costo directo por maquinaria dentro de un P U., y es por medio de la fórmula siguiente

$$CDM = \frac{CHM}{RM}$$

Donde CDM - Costo directo de la máquina
CHM - Costo horario máquina.
RM - Rendimiento de la máquina

A continuación se presenta el formato recomendado para calcular el costo horario de cualquier máquina



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. - CONTROL.

Calculo del costo horario maquina

Obra:
 Cliente:
 Empresa:

Maquina
 Modelo:
 Datos adicionales:

Datos generales

- a) Precio adquisición = \$
- b) Equipo adicional = \$
- = \$
- = \$
- c) Valor Inicial $\rightarrow V_a$ = \$
- d) Valor de Rescate $\rightarrow V_r$
- %
- $V_r = V_a \times \%$ = \$
- d) Tasa de interés $\rightarrow i$ = \$
- e) Prima de seguros $\rightarrow s$ =
- f) Vida económica $\rightarrow V_e$ =
- g) Horas por año $\rightarrow H_a$ =
- h) Motor (combustible) =
- i) Potencia del motor =
- j) Factor de operación $\rightarrow O_p$ =
- k) Potencia de operación $H_p \% O_p$ =
- l) Coeficiente de almacenaje $\rightarrow K$ =
- ll) Coeficiente de mantenimiento $\rightarrow Q$ =

I- CARGOS FIJOS

- a) Depreciación: $D = \frac{V_a - V_r}{i} = \text{-----} =$ \$ 0.00
- b) Inversión: $i = \frac{V_e}{V_a + V_r} = \text{-----} =$ \$ 0.00
- c) Seguros: $S = \frac{2H_a}{V_a + V_r} = \text{-----} =$ \$ 0.00
- d) Almacenaje: $A = \frac{2H_a}{KD} = \text{-----} =$ \$ 0.00
- e) Mantenimiento: $M = \frac{2H_a}{QD} = \text{-----} =$ \$ 0.00
- Suma cargos fijos hora = \$ 0.00

II Consumos

- a) Combustibles: $E = ePc$
- Diesel $E = 0.20 \times \text{___ HP.op.} \times \$\text{___} / 1t. =$ \$ 0 00

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. - CONTROL DE OBRAS

Gasolina	$E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ \text{___} / 1t =$	\$0.00
b) Otras fuentes de energía	$= \text{___} =$	\$0.00
c) Lubricantes:	$L = aPe$	
Capacidad del cárter	$c = \text{___} \text{ litros}$	
Cambios de aceite	$r = \text{___} \text{ horas}$	
	$a = \frac{c}{t} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP.op.} = \text{___} \text{ 1t/hr}$	
	$L = \text{___} \text{ 1t/hr} \times \$ \text{___} / 1t =$	\$0.00
d) Llantas:		
Vida económica llantas	$Hv = \text{___} \text{ horas}$	
	VLL	
	$LL = \frac{VLL}{Hv} = \text{-----} =$	\$0.00
	Suma consumos hora	\$0.00
iii- Operación		
Salario	$= S$	
Operador	$= \$ \text{___}$	
_____	$= \$ \text{___}$	
_____	$= \$ \text{___}$	
SAL/TNO PROM	$= \$ \text{___}$	
	$H = 8 \text{ hr} \times F \text{ REND} = 8 \text{ horas} \times \text{___} = \text{___} \text{ hrs}$	
	S	\$0.00
	$O = \text{-----} =$	
	H	
	Suma operación hora =	\$0.00
	Costo directo maquina (CHM) =	\$0.00
		=====

COSTOS INDIRECTOS

Son todos aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado de obra, gastos que son requeridos por la organización técnico-administrativa de cualquier empresa constructora para la correcta realización de todo proceso productivo de obra.

Prácticamente, los Costos indirectos son expresados como un porcentaje del Costo Directo en todo presupuesto de obra, oscilando en un rango que puede ir desde el 20% hasta más del 40%, repercutiendo en forma muy importante en el costo de venta final de la obra. Salta a la vista la gran relevancia que adquieren los Costos Indirectos para la ejecución de cualquier proyecto, puesto que un porcentaje inadecuado de ellos (subvaluado o sobre-valuado), desencadena una serie de efectos perjudiciales para la Construcción en general.



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

Una sobre-valoración de los Indirectos, provocaría probablemente y con toda seguridad, la descalificación del concursante en caso de que se trate de licitación pública, siendo afectada solamente la empresa objeto de dicha sanción.

Por otro lado, lo que también acarrearía consecuencias; es que a determinada empresa constructora le sea asignada una obra la cual contemple un porcentaje de Indirectos sobre-valorados, lo que se traduce en que a final de cuentas, la obra puesta en servicio habrá tenido un costo mayor de lo que en realidad vale. Cuando cierto producto le costó al pueblo mucho más dinero de lo que en realidad debió de ser, se está generando la "inflación". Al costar algo más de lo que debe, se sub-valoró nuestra moneda por lo que se lanza a la circulación mayor cantidad de papel moneda, "la que no vale lo que las reservas que supuestamente le dan respaldo y se entra en un círculo vicioso que irremediablemente atrapa a toda la Industria de la Construcción".

Analizando el otro lado de la moneda, la sub-valoración de tales costos, representa una "baja irremediable en la calidad de obra", lo que no es muy buena carta de presentación para nuestra actividad. Exponiendo de forma más clara lo anterior, se tiene:

Primero. Sea el caso de que la contratista obtiene el contrato de "X" obra y maneja unos Indirectos "bajos", para comenzar, esta empresa se verá en aprietos para poder tener resultados generales con utilidades (ni se piense en obtener la utilidad manejada dentro de los indirectos) por lo que empezará a buscar la forma de abatir sus costos tanto Indirectos como Directos ya sea bajando la calidad de la mano de obra, utilizando materiales de menor calidad y de forma más descuidada pero más "rápida" (problemas en lo que interviene hasta cierto punto la supervisión de obra en algunas ocasiones), reduciendo el personal de campo y sobre trabajándolo, haciendo recortes de personal técnico y administrativo en esa obra lo que provoca menor control de la misma y baja en el control de calidad, etc. Eventualmente, al tratar de corregir la mala calidad derivada por lo anterior, la contratista invertirá capital adicional para dar soluciones y obviamente afectará sus utilidades, incrementando así sus problemas.

Segundo. A corto plazo, la obra tendrá que ser objeto de mantenimientos prematuros ó trabajos correctivos, totalmente innecesarios bajo condiciones normales, debido a la mala calidad con que fueron ejecutados los trabajos: representando todo esto gastos adicionales por parte del gobierno para poner remedio a la situación, presentándose así el fenómeno ya referido con anterioridad de la inflación.

Es sencillo comprender y apreciar la gran importancia de los Costos Indirectos dentro de la industria de la Construcción, ya que cualquier error en la valoración de ellos, pone en juego la competitividad en el ramo, las utilidades empresariales, y en buena medida el futuro de nuestra actividad al depender hasta cierto punto de la calidad plasmada en las obras que son para el servicio y beneficio de todos.

Analizando separadamente lo anterior, y de una manera sencilla, tenemos que los costos indirectos pueden llegar a representar aproximadamente (promedio en la práctica) un 30% de los gastos directos, y alrededor del 20% del precio final de venta (con I.V.A.) de una obra; siendo así fácil el deducir la repercusión de los Costos Indirectos hoy en día, su importancia, y sus efectos resultantes al aplicar dichos costos de manera equivocada.

Es falso el decir que todas las obras ó obras parecidas, presentan el mismo factor de indirectos. Debemos de entender que todas y cada una de las obras que se presenten en nuestra vida profesional se dan bajo condiciones, situaciones, y características diferentes y únicas para cada

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

una de ellas. Dos obras distintas pueden ser realizadas por la misma empresa, para el mismo cliente, por el mismo personal técnico-administrativo y de campo, etc.; pero cada una de ellas difiere de la otra en su esencia misma, y tiene un tiempo y un fin propios respectivamente

ORIGEN DE LOS COSTOS INDIRECTOS

Recordando la definición de Costos Indirectos se tiene que son los gastos requeridos por la organización técnico-administrativa necesarios para la realización de un producto determinado. Se manifiesta evidentemente, que toda empresa que se dedique a la construcción requiere de cierta "infraestructura" sólida y bien definida para llevar correctamente a cabo su desempeño en el ramo

Dentro del tema de costo directo se aprecian sus componentes (materiales, mano de obra, etc.), siendo estrictamente los que conforman el costo de un producto y que de manera conjunta e interrelacionada dan vida a ese producto; sin embargo no sólo son necesarios aquellos componentes para la obtención del producto final ya terminado, es necesaria la intervención de otro tipo de personal al de campo (mano de obra) para dirigir y coordinar atinadamente una obra en todos sus aspectos. Se siente la necesidad de responsables en la administración de lo que se construye, de técnicos capaces de coordinar y dirigir adecuadamente cada una de las actividades que llevan a cabo los obreros, de gente dedicada a la dirección y cuidado de técnicos y administradores, en fin; de todo un equipo capacitado para controlar y manejar todas las diferentes actividades que se conjuntan para obtener el objetivo trazado.

Adicionalmente a todo esto y derivado como consecuencia, se ve la necesidad de una serie de gastos para que el equipo encargado de vigilar la obra desarrolle adecuadamente su trabajo de la forma más sencilla posible y eficaz. Separadamente, para los componentes de uso directo en la obra, en ocasiones se realizan gastos extras que no se pueden considerar dentro del precio unitario. Todos ellos conforman los Costos Indirectos, y de acuerdo a su naturaleza y origen se clasifican separadamente para poder cuantificarlos y ponderarlos según los requerimientos particulares de la obra y hacer su correcta aplicación para lograr el óptimo proceso del objetivo a ejecutar.

Toda esta "infraestructura" a la que se ha estado haciendo referencia, se denomina como el "Organigrama de la empresa", que es una representación mediante diagramas de árbol de las diversas áreas ó departamentos conformantes de la empresa, abocados al control y operación de especialidades en específico.

Es necesario tener bien definida la infraestructura ú organigrama empresarial, ya que conjuntamente con estos y la planeación propia de la futura obra, se procederá a realizar el cálculo de los Costos Indirectos

CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS INDIRECTOS

Existen diferentes clasificaciones de los indirectos dependiendo del autor y del detalle como se analicen. Lo esencial es no perder de vista los conceptos básicos que integran dicho costo



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

El sector público señala que los gastos generales más frecuentes podrán tomarse en cuenta para integrar el costo indirecto, los cuales pueden aplicarse indistintamente a la administración central como a la administración de campo o bien en ambas.

Dicha clasificación se tomará como base para desarrollar el costo indirecto, únicamente eliminamos el financiamiento de dicha clasificación, debido a que actualmente es considerado como otro factor que aplica tanto el costo directo como el indirecto.

Costos indirectos	1.1) Administración Central	+ Honorarios, sueldos y prestaciones
		+ Depreciación, mantenimiento y rentas
		+ Servicios
	1.2) Administración de Campo.	+ Fletes y acarreos
		+ Gastos de oficina
		+ Depreciación, mantenimiento y rentas de campamento
1.3) Seguros y fianzas.		
+ Trabajos previos y auxiliares		

a) Honorarios sueldos y prestaciones

- a.1) Personal directivo
- a.2) Personal técnico
- a.3) Personal administrativo
- a.4) Personal en tránsito
- a.5) Cuota patronal del IMSS e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas.
- a.6) prestaciones que obliga la ley Federal del Trabajo
- a.7) Pasajes y viáticos.

b) Depreciación, mantenimiento y rentas

- b.1) Edificios y locales.
- b.2) Locales de mantenimiento y guarda
- b.3) Bodegas.
- b.4) instalaciones generales.
- b.5) Muebles y enseres.
- b.6) Depreciación o renta y operación de vehículos

c) Servicios.

- c.1) Consultores, asesores, servicios y laboratorios.

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

- c.2) Estudios e investigación.
- d) **Fletes y acarreos**
 - d.1) De campamento.
 - d.2) De equipo de construcción.
 - d.3) De plantas y elementos para instalaciones
 - d.4) De mobiliario.
- e) **Gastos de oficina**
 - e.1) *Papelera y útiles de escritorio*
 - e.2) Correo, teléfono, telégrafo, radio.
 - e.3) Situación de fondos
 - 3.4) Copias y duplicados.
 - 3.5) Luz, gas y otros consumos
 - 3.6) Gastos de concurso
- f) **Depreciación, mantenimiento y rentas de campamento**
- g) **Trabajos previos y auxiliares.**
 - g.1) Construcción y conservación de caminos de acceso.
 - g.2) Montaje y desmontaje de equipo.
- 1.3) Seguros y fianzas
 - Prima por seguros
 - Prima por fianzas.

ADMINISTRACIÓN CENTRAL:

La infraestructura central o de oficina matriz de cualquier empresa constructora nos define los soportes técnicos, administrativos y legales necesarios para la adecuada ejecución de obras de cualquier índole, pero a la vez nos genera un cargo económico por estos conceptos, siendo cargos que intervienen en las obras en forma indirecta.

El cálculo de estos costos deberá realizarse en forma porcentual en base a tiempo y costo, esto quiere decir que obtenemos el costo de la infraestructura central para un período de tiempo determinado y en el cual estimamos el volumen de obra a costo directo. Así podemos determinar sobre cada peso contratado a costo directo, que porcentaje podemos incrementar para cubrir los cargos por oficina matriz, siendo esto en general, ya que existen obras que por su importancia política o de cualquier otra índole, que requieren la concentración de todo el personal en la obra misma.

Es evidente que no todas las obras tienen el mismo monto económico ni presentan las mismas características. Es por esto que al cargar un costo determinado a una obra, no se puede hacer por igual a cada obra, debemos cargar un porcentaje de oficina central de acuerdo al monto que se ejerce en cada obra. Es evidente que a mayor volumen económico de una obra, mayor será el porcentaje de los indirectos que se le cargan en comparación de otra obra que maneja un volumen menor.

Ejemplo

Suponiendo honorarios para un gerente de construcción de \$28,000 00 mensuales, el cual tiene que ver con 4 obras con los siguientes montos



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

Obra 1	\$160,000,000.00
Obra 2	\$100,000,000.00
Obra 3-	\$80,000,000.00
Obra 4	\$50,000,000.00
Suma total	\$390,000,000.00

El porcentaje del gerente por cada obra sera.

Obra	Porcentaje	Costo x obra
1	41%	\$28,000.00 (0.41) = \$11,480.00
2	26%	\$28,000.00 (0.26) = \$7,280.00
3	20%	\$28,000.00 (0.20) = \$5,600.00
4	13%	\$28,000.00 (0.13) = \$3,640.00
Suma	100%	\$28,000.00

ADMINISTRACIÓN DE CAMPO:

La administración de campo es similar a la administración central, solamente que orientada a una obra en específico por lo que la generación y evaluación de los costos indirectos en obra serán similares a los generados en la administración central, la evaluación es en forma porcentual con base a tiempo y costo, es decir, obtenemos el costo de nuestra organización de campo, durante el tiempo de ejecución planeado. el cual dividido entre el costo directo de la misma, determinará de cada peso cargado en la obra, cuanto debe de incrementarse para cubrir los gastos de la oficina de campo.

$$\text{Costo indirecto en campo} = \frac{\text{Costo de administración de campo}}{\text{Costo directo total de la obra}}$$

La administración en campo representa los soportes técnicos y administrativos directamente en el lugar de la ejecución de los trabajos, es decir, involucra a los encargados, responsables y servicios varios que intervienen en la ejecución de cada uno de los conceptos de obra; ya sea controlando, supervisando u auxiliando.

Los costos indirectos por la administración de campo son bien importantes en cualquier caso. ya que representan el costo de personal competente al mando de los trabajos, responsables de la correcta y realmente económica ejecución de las obras, así como de servicios diversos; en el caso de insuficiencia o exceso de ellos, acarreará consecuencias graves en las finanzas de las constructoras.

a) **Honorarios sueldos y prestaciones.**- Como su nombre lo indica, son las erogaciones en dinero que se hace a todo el personal que indirectamente interviene en la ejecución de la obra, ya sea en oficinas centrales como en campo.

a.1) **Personal directivo.**- Es el area que dirige y controla a nivel ejecutivo las actividades de toda la constructora, planea y coordina las actividades de todo el personal integrante del equipo, mantiene relaciones de alto nivel con los clientes, toma las decisiones acerca del rumbo y operaciones de la constructora, coordina las cuestiones técnicas de todas las obras contratadas, mantiene relaciones directas con las dependencias o clientes para los que se

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

esta trabajando, controla y organiza las finanzas en general de la constructora y de todas y cada una de las obras, controla los costos así como los avances de obra.

- a.2) **Personal técnico.**- Es el area de ingeniería encargado de la ejecución de la obra conforme a programas, vigila y hace respetar las especificaciones y normas en general y las particularidades de acuerdo al proyecto, llevará los avances reales de obra y los comparará con los programados, mantiene una relación directa con los obreros comunicandoles las instrucciones necesarias, realiza y concilia los generadores de obra para elaborar las estimaciones y así cobrar los trabajos ejecutados.
- a.3) **Personal administrativo.**- Es el area que tiene a su cargo el control y organización de las cuestiones contables, administrativas y de personal. Es el area donde se llevan a cabo los estados financieros y contables de la obra, los controles de gastos o egresos, los reportes correspondientes a oficina central enviando los balances y contabilidades de la obra
- a.4) **Personal en tránsito** - Es personal que integra las diferentes areas de la organización de una empresa; entre este personal encontramos a las secretarias recepcionistas, jefes de compras, almacenistas, choferes, mecanicos, electricistas, veladores, dibujantes, ayudantes, mozos para la limpieza, etc..
- a.5) **Cuota patronal del IMSS.**- La cuota patronal del Seguro Social, así como los impuestos adicionales sobre remuneraciones pagadas de los conceptos a.1) a a.4) se calculan como se indico en el capítulo de costo directo.
- a.6) **Prestaciones.**- Las prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo para los conceptos a.1) a a.4) se calculan como se indico en el capítulo de costo directo.
- a.7) **Pasajes y viaticos.**- Son los gastos por traslado de personal tecnico y administrativo desde su lugar fijo de residencia a la obra foranea o viceversa derivados de gastos de boleto de avión, transporte terrestre o maritimo. Así como un sobre sueldo para alimentación y hospedaje

- b) **Depreciación, mantenimiento y rentas** Este renglón en términos generales corresponde a la necesidad de contar con instalaciones propiamente dichas como edificios de oficina donde laborará el personal, locales de mantenimiento y guarda de maquinaria de construcción así como bodegas de almacenamiento, todas estas instalaciones deberán estar debidamente equipadas

Los gastos erogados por todos estos conceptos se calcularán según el caso si se paga una renta o si emplemos materiales y mano de obra para la construcción de los mismos, así mismo se consideran los gastos por renta o depreciación y operación de vehiculos necesarios
- c) **Servicios:** Son los gastos derivados por los servicios de asesorías externas para la toma de decisiones y políticas adecuadas, ya sean estas tecnicas, administrativas, económicas y juridicas. Así mismo tenemos los gastos por laboratorio para el control de calidad de terracerías, concretos, materiales, etc. En este renglon tambien encontramos los gastos para el estudio e investigación de la geología del terreno, la hidrología del lugar, el impacto ambiental u otro factor relacionado con el proyecto.
- d) **Fletes y acarreos:** Son los gastos generados por el traslado del equipo y maquinaria desde los talleres o lugar de origen hacia las obras y viceversa, así como también el traslado de campamentos u oficinas, plantas y sus componentes de instalación, mobiliario y bodega en general
- e) **Gastos de oficina** En las labores cotidianas de toda oficina es indispensable el uso de papelería y útiles de escritorio para el buen desempeño de las funciones encomendadas a la vez de requerir de copias fotostaticas y neliograficas. Durante el proceso constructivo de toda



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

obra existe un vínculo entre la obra y la oficina central. el costo de este vínculo variará conforme a la calidad, tipo, distancia y cantidad de las comunicaciones requeridas (teléfono, radio, telegrafo, correo, etc.). Así mismo debemos de considerar en mayor o menor cantidad el uso de energéticos como agua, luz, gas, materiales de limpieza, bebidas, café, cafeteras, vasos, tazas, etc.. Finalmente debemos considerar los gastos de concursos de obra, dicho concepto considera los gastos de traslado al lugar de concurso, la visita de obra, el número y tiempo de profesionistas para cuantificar y presupuestar la obra, así como el costo mismo de la documentación del concurso.

- f) **Depreciación, mantenimiento y rentas de campamento:** Cuando la obra se localiza en un lugar despoblado y retirado, será necesario hacer gastos para proporcionar el servicio de comedor, alojamiento y servicios generales como enfermería, centros deportivos y recreativos a los trabajadores, así como oficinas y centros de trabajo adecuados al personal técnico-administrativo para desarrollar correctamente su trabajo. Todas las instalaciones que forman el campamento, deberán ser edificadas por la contratista para sus propios medios, a menos que disponga de campamentos portátiles prefabricados.
- g) **Trabajos previos y auxiliares:** Son los gastos correspondientes al rehabilitado, conservación y mantenimiento de caminos de acceso necesarios para el suministro de materiales, transporte del personal y el acceso de maquinaria de construcción. Así como los gastos que originan el montaje del equipo necesario para mejorar la productividad y su posterior desmontaje y desmantelamiento del campamento al concluir los trabajos de construcción.

1.2 **Seguros y fianzas.-** Son gastos necesarios producto de formalidades o lineamientos preestablecidos, principalmente por el gobierno federal. Estos gastos son muy sencillos en su valuación, ya que generalmente son bien conocidos sus valores y fáciles de averiguar; para su integración en el porcentaje global de los costos indirectos, simplemente los cargamos con su valor unitario multiplicado por el número de veces que se utilicen (casi siempre será la unidad), para conocer el porcentaje de sobrecosto sobre el costo directo.

Es bien sabido, que el incumplimiento de las condiciones, estipulaciones y responsabilidades que se derivan de un contrato, implica un riesgo que el contratante evita mediante las fianzas. Las fianzas pueden ser de anticipo o cumplimiento.

Por otro lado se tiene que durante el proceso constructivo de toda obra se esta expuesto a imponderables o siniestros que pueden afectar gravemente la integridad física y mental de los trabajadores y/o personal tecnico-administrativo, los bienes materiales propiedad de la empresa o que ya forma parte de la obra en cuestión, las propiedades de terceros o vía pública que transiten o colinden con la obra. Por lo anterior es recomendable tramitar seguros que cubran posibles daños a víctimas potenciales. los **seguros** mas comunes son, accidentes de trabajo, daños a terceros, incendios, daños a la vía pública y/o a la nación.

FINANCIAMIENTO.

Sabemos que antes y durante la ejecución de cualquier trabajo de construcción, se efectúan fuertes erogaciones, es decir, cuando se excava el primer metro cúbico se ha hecho ya una erogación considerable. La estricta vigilancia y supervisión de inversiones en las obras es también requerimiento indispensable que obliga a esperar un lapso para cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiero a corto plazo que forzosamente devenga intereses. Al ser el

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

financiamiento un gasto originado por un programa de obra y pagos fijados al contratista, se recomienda evaluar el financiamiento de la manera mas justa mediante el analisis de egresos e ingresos de la empresa constructora.

Por otro lado tenemos que en su artículo 43, el Reglamento de la Ley de Obras Públicas señala:

La dependencia o entidad proveerá lo necesario para que se cubra al contratista:

I.- El ó los anticipos de obra dentro de un plazo no mayor de quince día hábiles contados a partir de la fecha en que entrega en forma satisfactoria la ó las fianzas correspondientes.

II.- Las estimaciones por trabajos ejecutados dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de la fecha en que se hubieren aceptado y firmado las estimaciones por las partes, fecha que se hará constar en la bitácora de obra y en las propias estimaciones.

III.- El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de que la dependencia ó entidad emita el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción respectivo.

En forma similar, dicho Reglamento indica en sus Artículos...

Art. 44- En el caso de incumplimiento en los pagos establecidos en las fracciones II y III del artículo anterior (Art. 43), la dependencia ó entidad a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos financieros se calcularán sobre las cantidades no pagadas, y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan las cantidades a disposición del contratista

Art. 45- Las estimaciones se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes en la fecha de corte que fije la dependencia ó entidad. Para tal efecto:

I.- El contratista deberá entregar a la residencia de supervisión, la estimación acompañada de la documentación de soporte correspondiente dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la fecha de corte; la residencia de supervisión dentro de los ocho días hábiles siguientes deberá revisar, y en su caso, autorizar la estimación.

II.- En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas, las partes tendrán dos días hábiles contados a partir del vencimiento del plazo señalado para la revisión, para conciliar dichas diferencias, y en su caso, autorizar la estimación correspondiente.

De no ser posible conciliar las diferencias, las pendientes deberán resolverse e incorporarse en la, siguiente estimación.

De acuerdo a lo anterior, se observa que como contratistas debemos estar cubiertos contra financiamiento durante un plazo de treinta días hábiles contados desde el momento en que los documentos son recibidos y aceptados por el cliente, pero debemos tener presente tambien que existen diversos factores y circunstancias que derivan tiempos extras en manos ajenas para el cobro de las estimaciones, tiempos que se traducen en costos financieros reales que tendrá que absorber el contratista. Obviamente este fenómeno no debe de ser y no puede ser aceptado, ya que al no estar cubiertos estos costos por la Ley repercuirán imponentemente y serán absorbidos en las utilidades reduciéndolas considerablemente



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

Ahora bien, existen ocasiones que el contratista no tiene nada de obra contratada en cierto lapso de tiempo y tampoco presenta posibilidades de obtener buenos contratos a mediano plazo, es en estas circunstancias cuando el contratista acepta determinada obra en la que tendrá cierto porcentaje de costos financieros no recuperables sacrificando parte de sus utilidades, con el objeto de tener trabajo, mantener su empresa ó infraestructura, y obteniendo aceptables utilidades.

Como ya se menciono anteriormente, el contratista tiene la seguridad de estar protegido contra cargos financieros dentro de un tiempo de treinta días hábiles desde el ingreso de la documentación, ya que los cargos se cubrirán mediante un porcentaje integrante de los Costos Indirectos; la Ley faculta a la contratista de hacerlo, estando la última obligada a incluir el análisis correspondiente a financiamiento en los Costos Indirectos dentro de la documentación correspondiente a presupuestos, pero al ser facultad otorgada por la Ley, el contratista también tiene la facultad de considerar el porcentaje en cuestión a "cero" (pero siempre incluyendo el análisis en la documentación con resultado cero) lo que significa que en sus Indirectos no se está cubriendo contra financiamiento durante el tiempo que lleva el proceso interno de pago por parte del cliente.

Finalmente, el éxito de la integración de los egresos e ingresos dependerá de la habilidad de los directivos de la empresa para proponer al cliente, el calendario de pagos ideal para el tipo y tiempo de la obra en cuestión, analizar en base a su experiencia la forma de ajustar sus pagos a la forma de sus ingresos tratando además de reducir los periodos de estimación y los tiempos de pago, para reducir el financiamiento de la obra.

El financiamiento se obtiene de las siguientes expresiones:

$$NF = CV \frac{TC}{2} + PE + TP - \frac{PV}{TC} \times PE^2 \times n \frac{(n+1)}{2} - \frac{VA^2}{VE} + VR \frac{(TC + TR)}{2}$$

$$F = \frac{(NF \times i)}{CV} - VR \times TR \times IR$$

Donde: NF = Necesidad de financiamiento (millones - mes)

CV = Costo de venta = PV-U (millones)

U = Utilidad (millones)

TC = Tiempo de construcción (meses)

PE = Período entre estimaciones (meses)

TP = Tiempo de pago estimaciones (meses)

PV = Precio de venta (millones)

$$n = \frac{TC}{PE}$$

VA = Valor anticipo (millones)

VR = Valor retenido (millones)

TR = Tiempo del retenido después de entregar la obra (meses)

IR = Interés (en su caso) que genere el retenido (decimal)

F = Financiamiento en forma decimal

i = tasa de interés mensual que opere en esa época para adquisición de dinero (decimal)

VE = Valor de la estimación media.

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL DE OBRAS

UTILIDAD

La utilidad en su concepción mas general es el objeto y razón de toda obra ejecutada por el hombre, para fines de definición ésta puede ser tangible, intangible, inmediata o mediata y para fines de ejemplo podemos mencionar desde un "monumento" que debe producir un beneficio inmediato e intangible (estético) hasta la empresa aeroespacial que proporcionará un beneficio tangible pero a largo plazo; en estas y cualesquiera otras, el beneficio es a nuestro juicio irrenunciable, ya que no se ve el sentido de trabajar para no percibir resultados económicos ó en el extremo para perder, por lo que debemos de aprovechar al máximo y emplear adecuada y racionalmente todos los recursos disponibles evitando el desperdicio y/o despilfarro de los recursos materiales y humanos. La utilidad no puede ir desligada de la generación de algún beneficio ya sea este social o económico, ya que la falta de la misma se traducirá irremediabilmente en el fracaso de cualquier empresa.

Las utilidades merecen gran importancia en el medio, ya que por las características económicas y sociales actuales, deben de ser celosamente estudiadas ya que debido a factores ajenos o extraños a la empresa, las utilidades pudieran sufrir importantes mermas o llegar a nulificarse.

Por otra parte, la obtención de mayores utilidades no se logra al aumentar arbitrariamente el precio final de venta, ya que esta política originará que la empresa pierda su participación en el mercado de la libre competencia, una gran carrera inflacionaria y finalmente la reducción de sus volúmenes de venta ocasionando la quiebra.

El cálculo ó evaluación de las utilidades no se dá mediante una fórmula matemática ó empírica, sino que se considera como un porcentaje determinado de acuerdo a la práctica y experiencia, porcentaje de uso común que actualmente está más ó menos estandarizado. En la actividad profesional se considera el porcentaje de utilidad antes de impuestos, como un porcentaje de la suma de los Costos Indirectos y Directos que varia entre el 8 y 12 por ciento: siendo un resultado ideal y justo cuando se obtiene el 10%.



III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. – CONTROL.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

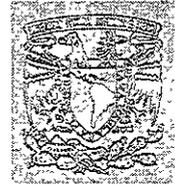


3.4 PRESUPUESTO DE OBRA.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. PRESUPUESTO DE OBRA.



3.4 PRESUPUESTO DE OBRA.

En esta sección presentaremos el presupuesto de la obra, con los siguientes alcances

- 3.4.1 Presupuesto General de Obra
- 3.4.2 Presupuestos de Obra por Partida: Aquí presentaremos algunas estructuras a manera de ejemplo
- 3.4.3 Tabulador de Precios Unitarios.
- 3.4.4 Análisis de Precios Unitarios Solamente algunas matrices como ejemplo
- 3.4.5 Análisis del Costo Horario de la Maquinaria: Solamente algunos ejemplos.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



3.4.1 PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA		
PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA		
RESUMEN		
No.	DESCRIPCION	IMPORTE
1	TANQUES PRECIPITADORES	\$225,218.78
2	RACK	\$151,068.49
3	TANQUE DE SILICA TK-330	\$139,406.14
4	FILTROS PRENSA	\$929,376.11
5	EDIFICIO DE CONTROL SPRY DRYER	\$64,545.23
6	SOPORTE DE ACCESO	\$60,415.54
7	DRENAJE PLUVIAL	\$892,854.62
8	DUCTOS ELECTRICOS	\$465,709.09
9	TANQUE DE AGUA CALIENTE TK-313	\$47,124.51
10	PASILLO ELEVADO	\$135,751.24
11	SPRAY DRYER	\$593,115.37
12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	\$818,556.88
13	COBERTIZO DE MANTENIMIENTO	\$151,872.94
14	SUBESTACION ELECTRICA	\$73,458.96
15	DRENAJE SANITARIO	\$73,112.41
16	TANQUES TK-124, TK-139 Y TK-119	\$145,656.99
17	CALDERAS Y COMPRESORES	\$175,143.84
18	SOPORTES ESPECIALES	\$51,574.21
19	ALMACEN 1	\$471,002.39
20	BAÑOS Y VESTIDORES	\$240,380.93
21	SILOS	\$279,168.09
22	ESTRUCTURAS MISCELANEAS	\$18,520.58
23	DRENAJE QUIMICO Y SUMIDERO	\$169,498.14
24	TANQUE TK-113 Y DIQUE	\$30,469.29
25	TANQUE TK-110	\$97,607.55
26	TANQUE TK-310	\$106,662.20
27	ALMACEN 2	\$665,018.49
28	CUARTO DE CONTROL	\$572,471.45
29	CASETA DE VIGILANCIA	\$10,759.60
30	TERRACERIAS	\$3,976,200.76
31	VIALIDADES	\$613,925.74
IMPORTE TOTAL OBRA CIVIL		\$12,445,656.55



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO. PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



3.4.2 PRESUPUESTO DE OBRA POR PARTIDA.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA TANQUES PRECIPITADORES					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	268.88	3.51	943.70
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS, INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	116.71	5.65	659.41
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er KN DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	151.72	18.05	2.738.55
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er KM, EN CAMION, SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	151.72	1.29	195.72
5	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	212.20	22.93	4.865.75
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE $f_c=250$ kg/cm ² , INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	130.23	712.61	92.803.20
7	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	13.69	6.167.39	84.431.57
8	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	102.84	109.45	11.255.84
9	PERFILES DE ACERO A-36	KG	140.00	11.93	1.670.20
10	ANCLAS DE $\varnothing = 7/8"$	PZA	12.00	52.58	630.96
11	ANCLAS DE $\varnothing = 3/4"$	PZA	36.00	45.41	1.634.76
12	ANCLAS DE $\varnothing = 1"$	PZA	8.00	98.14	785.12
13	PILOTES DE 0.40 x 0.40 M	PZA	48.00	397.67	19.485.83
14	GROUT		179.00	17.42	3.110.78
	SUMA				5225,216.76



**III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.**

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA: OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA, RACK					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	1,081.00	3.51	3,794.31
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	92.00	5.65	350.80
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er. KM DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	42.20	18.05	761.71
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er. KM, EN CAMION SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	42.20	1.29	54.44
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S M., INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	29.40	7.38	216.97
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO f'c= 100 kg/cm2 DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	55.00	22.93	1,261.15
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE f'c= 250 kg/cm, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	35.70	712.61	25,440.18
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	4.70	6,167.39	28,985.73
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	292.00	109.45	25,392.40
10	PERFILES DE ACERO GALVANIZADO A-35	TON	78.60	11.93	937.70
11	ANCLAS DE Ø = 3/4" A-307	PZA	920.00	45.41	14,531.20
12	ANCLAS DE Ø = 1 1/4" A-307	PZA	16.00	140.11	2,241.76
13	JUNTA DE BORDE CON FEXPAN Y AEROLASTIC	DM3	915.00	8.24	7,539.60
14	PILOTES DE 0.40 x 0.40 M	PZA	76.00	397.67	30,222.92
15	GROUT	LT	536.00	17.42	9,337.12
		SUMA			\$151,066.49

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA: OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA: TANQUE TK-330					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	116 50	3.51	408 92
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS. INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	29.30	5 65	165 55
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er KN DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	35 00	18 05	631 75
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er KM EN CAMION SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	35 00	1 29	45 15
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P V S M, INCLUYE MANO DE OBRA HERRA-	M3	2 30	7 38	16 97
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO f _c = 100 kg/cm ² DE 5 CM DE ESPESOR. INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	81 40	22 93	1,866 50
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE f _c = 250 kg/cm, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	49 10	712 61	34,989 15
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO f _y =4200 kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	2 70	6 167 39	16,651 95
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	36 00	109 45	3,940 20
10	PERFILES DE ACERO A-36	TON	9 11	11 93	108 68
11	ANCLAS DE Ø = 3/4"	PZA	48 00	45 41	2 179 68
12	PILOTES DE 0 40 x 0 40 M	PZA	22 00	397 67	8,748 74
13	GROUT	L	452 00	17 42	7 873 64
14	REJILLA IRVING ENSA 0'16"x1"	M2	64 40	563 18	37 556 79

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA FILTROS PRENSA					
PRESUPUESTO					
Nc.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS TRAZO Y NIVELACION	M2	60 00	3.51	210.60
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS INCLUYE M.O., HERR Y EQUIPO	M3	15 30	5 65	86 45
3	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² DE 5 CM DE	M2	12 12	22 93	277 91
4	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO	M3	149 50	712 61	106 535 20
5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	11 24	6,167 39	69 321.46
6	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	44 80	109 45	4,903 36
7	PERFILES DE ACERO A-36	TON	174 01	11 93	2 075 94
8	ANCLAS DE $\phi = 1/4"$	PZA	92 00	140 11	12 890 12
9	ANCLAS DE $\phi = 1/2"$	PZA	80 00	98 14	7,85 20
10	ANCLAS DE $\phi = 3/8"$	PZA	8 00	52 58	420 64
11	ANCLAS DE $\phi = 1/4"$	PZA	26 00	45 41	1 180 66
12	ANCLAS DE $\phi = 5/8"$	PZA	14 00	36 39	509 32
13	JUNTA DE BORDE	ML	260 00	8 24	2 142 40
14	JUNTA DE CONSTRUCCION	ML	70 00	11 32	792 40
15	JUNTA DE CONTRACCION	ML	56 00	3 35	187 60
16	PILOTES DE 3.40 x 0.40 M	PZA	115 00	397 67	45 732 05
17	GROUT	L	592 00	17 42	10 312 64
18	REJILLA ENSA	M2	1 122 30	583 18	654 502 91
19	ESCALON DE REJILLA IS-05 4 6 x 25 4	PZA	45 00	209 85	9 443 25
	SUMA				994 070 11



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA: OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA: PASILLO ELEVADO					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	64.00	3.51	224.84
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS, INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	15.75	5.65	88.99
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREC HASTA EL 1er. KM DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	17.00	18.05	306.85
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er. KM, EN CAMION, SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	17.00	1.29	21.93
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P V S.M., INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	2.60	7.38	19.19
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² DE 3 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	40.00	22.93	917.20
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE $f_c=250$ kg/cm INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	17.00	712.61	12,114.97
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	1.30	6,167.39	8,017.81
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	17.00	109.45	1,860.65
10	PERFILES DE ACERO GALVANIZADO A-36	TON	10.96	11.93	130.75
11	ANCLAS DE $\phi = 7/8"$ A-307	PZA	24.00	52.58	1,261.92
12	GROUT	L	60.00	17.42	1,045.20
13	REJILLA ENSA IS-05 (4.8x25.4)	M2	71.70	583.18	41,814.01
14	ESCALONES ENSA DE 1.5 M	PZA	68.00	496.82	33,783.76



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA: OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA: SPRAY DRYER					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	685.40	3.51	2,405.75
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS INC. M.O. HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	223.22	5.55	1,261.19
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION O ACARREO HASTA EL 1er. KM DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	228.00	18.05	4,115.40
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er. KM, EN CAMION, SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	228.00	1.29	294.12
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M., INCLUYE MANO DE OBRA HERRA-	M3	4.40	7.38	32.47
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	363.30	22.63	0.00
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM. DE $f_c=250$ kg/cm ² , INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	180.00	712.61	0.00
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	17.50	6,167.39	107,929.39
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	135.20	109.45	14,797.64
10	ANCLAS DIAMETRO = 5/8" GALVANIZADAS	PZA	47.00	36.38	1,709.66
11	ANCLAS DIAMETRO = 3/4" GALVANIZADAS	PZA	8.00	45.41	363.28
12	ANCLAS DIAMETRO = 1 1/4" GALVANIZADAS	PZA	196.00	140.11	27,461.56
13	GROUT	LT	945.00	17.42	16,479.32
14	PILOTES DE 0.40 x 0.40 M	PZA	80.00	397.67	31,813.60
15	ACERO ESTRUCTURAL A-36	TON	133.50	11.93	1,592.65
16	REJILLA IRVING/ENSA IS-05 3 2 x 2.54 GALVANIZADA	M2	425.40	583.18	248,084.77

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA OBRA CIVIL					
DRENAJE SANITARIO					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	321 00	3 51	1,126 71
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS. INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	323 00	5 65	1,824 95
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er KN DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	24 00	18 05	433 20
4	ACARREO KMS SUBSECUENTES AL 1er KM, EN CAMION. SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	71 00	1 29	91 59
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P V S.M. INCLUYE M. O. HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	244 10	7 38	1,801 46
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² DE 5 CM DE ESPESOR. INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	24 00	22 93	550 32
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE $f_c=250$ kg/cm, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	16 00	712 61	11,401 76
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES. INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	1 50	6,167 39	9,251 09
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	152 00	109 45	16,636 40
10	ACERO AL CARBON A-36 PERFILES	KG	1 000 00	11 93	11,930 00
11	CAMA DE ARENA COMUN	M3	22 00	78 95	1,736 90
12	REDONDO LISO DIAMETRO = 13 MM	KG	100 00	36 38	3,638 00
13	TUBO DIAMETRO = 20 CM DE CONCRETO SIMPLE	M	294 00	38 67	11,368 98
14	AEROLASTIC	M	62 00	8 24	510 88
15	BANDA OJILLADA DE PVC DE 152 MM	M	9 00	83 04	747 36



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA: OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA: CALDERAS Y COMPRESORES					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	221.30	3.51	776.76
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS INCLUYE: MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	97.80	5.65	552.57
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er. KM DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	53.00	18.05	956.65
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er KM, EN CAMION, SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	53.00	1.29	68.37
5	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ DE 5 CM DE ESPESOR INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	91.00	22.93	2,086.63
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	98.60	712.61	70,263.35
7	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	12.50	6,167.39	77,092.38
8	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE. HABILITADO CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	59.30	109.45	6,490.39
9	ANCLAS DE $\phi = 3/4"$ A-307	PZA	32.00	45.41	1,453.12
10	ANCLAS DE $\phi = 5/8"$ A-307	PZA	8.00	36.33	291.04
11	ANCLAS DE $\phi = 7/8"$ A-307	PZA	8.00	52.58	420.64
12	GROUT	L	185.00	17.42	3,222.70
13	PILOTES DE 0.40 x 0.40 M	PZA	21.00	337.67	8,351.07
14	GROUT	L	179.00	17.42	3,118.16
	SUMA				575,143.84

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA					
PARTIDA OBRA CIVIL					
ESTRUCTURA SOPORTES ESPECIALES					
PRESUPUESTO					
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CIMENTACION				
1	TRABAJOS TOPOGRAFICOS, TRAZO Y NIVELACION	M2	84.30	3.51	295.89
2	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B" CON MEDIOS MECANICOS, INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	69.40	5.65	392.11
3	CARGA CON MAQUINARIA A CAMION CO ACARREO HASTA EL 1er KM DE PRODUCTO DE LA EXCAVACION SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	25.80	18.05	465.69
4	ACARREO KMS SUSECUENTES AL 1er KM, EN CAMION, SE CONSIDERA UN ABUNDAMIENTO DE 30%	M3	25.80	1.29	33.28
5	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M, INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	49.00	7.36	361.62
6	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO $f_c = 100$ kg/cm ² DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	70.00	22.93	1,605.10
7	ELABORACION Y VACIADO DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM DE $f_c = 250$ kg/cm, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO	M3	21.00	712.61	14,964.81
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200$ kg/cm ² EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	TON	2.50	6,167.39	15,418.48
9	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO INCLUYE HABILITADO CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	118.40	109.45	12,958.88
10	ACERO ESTRUCTURAL A-36	TON	6.50	11.93	77.55
11	ANCLAS DE $\phi = 5/8$ " LONG 40 CM	PZA	80.00	36.38	2,910.40
12	GROUT	L	120.00	17.42	2,090.40
	SUMA				SEPTIEMBRE

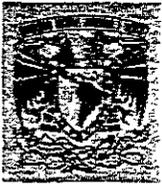


III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

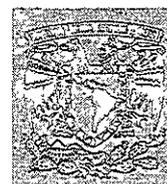


3.4.3 TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA			
OBRA CIVIL			
TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS			
CLAVE	DESCRIPCION	UNID	PRECIO
P.U.001	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE OBRAS DE EDIFICACION, CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA INCLUYENDO MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO.	M2	3.51
P.U.002	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO B POR MEDIOS MECANICOS INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	5 65
P.U.003	CARGA C/MAQUINARIA A CAMION CON ACARREO HASTA 1ER KILOMETRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, SE CONSIDERA ABUNDAMIENTO DEL 30 %.	M3	18 05
P.U.004	ACARREO KILOMETROS SUBSECUENTES AL 1er KILOMETRO EN ZONA SUBURBANA.	M3-KM	1.29
P.U.005	RELLENO CON MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COMPACTADO AL 95% DE SU PVSM, INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPO	M3	7 38
P.U.006	ELABRACION Y VACIADO DE FIRME DE CONCRETO F'c=100 KG/CM2 DE 5 0 CM DE ESPESOR, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO	M2	22.93
P.U.007	ELABRACION Y VACIADO DE FIRME DE CONCRETO HIDRAULICO CON AGREGADO DE 19 MM, DE F'c=250 KG/CM2, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO.	M3	712 61
P.U.008	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO Fy= 4,200 KG/CM2 EN TODOS SUS CALIBRES, INCLUYE MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO.	TON	6,167.39
P.U.009	CIMBRA COMUN DE MADERA DE PINO, INCLUYE CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE TODOS LOS ACCESORIOS DE FIJACION	M2	109 45
P.U.010	PERFILES DE ACERO ESTRUCTURAL A-36, INCLUYE CORTES, DESPERDICIOS, SOLDADURA, ESMERILADO, ACARREO Y MONTAJE	KG	11 93



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA			
OBRA CIVIL			
TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS			
CLAVE	DESCRIPCION	UNID	PRECIO
P.U.011	ANCLAS DE 7/8" X 0.90 M DE LONGITUD.	PZA	52.58
P.U.011A	ANCLAS DE 5/8" X 0.90 M DE LONGITUD.	PZA	36.38
P.U.011D	ANCLAS DE 1 1/4" X 1.65 M DE LONGITUD.	PZA	140.11
P.U.012	MORTERO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN (GROUT)	LT	17.42
P.U.013	REJILLA ENSA DE 30 CM DE ANCHO.	M	583.18
P.U.014	ESCALONES ENSA DE 0.90 A 1.50 M	PZA	209.85
P.U.015	SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTAS DE TIPO COMPRIBAND (FEXPAN).	DM3	8.24
P.U.017	BARANDAL TUBULAR.	ML	225.11
P.U.018	PILOTE DE 40X40 CM CON 8 VS DEL NO. 8 Y ESTRIBOS DEL No 4 (4 A 7 5, 6 A 15 EN AMBOS LADOS Y A 25 CM EN EL CENTRO).	M	397.67
P.U.019	JUNTA DE COLADO DE 14 CM DE ANCHO Y 1.2 CM DE ESPESOR.	M	11.32
P.U.020	JUNTA DE CONTRACCION 2X5 DE PROFUNDIDAD A BASE DE ASFALTO OXIDADO TIPO "C".	M	3.35
P.U.021	JUNTA DE EXPANSION DE 2X5 DE ESPESOR A BASE DE ASFALTO OXIDADO TIPO "C"	M	3.35
P.U.022	REGISTRO DE 40X60 CM Y 1.00 M DE PROFUNDIDAD, MEDIDAS INTERIORES.	PZA	298.77
P.U.023	TUBERIA DE F.C. A-10 DE 100 MM DIAM.	M	76.62
P.U.024	BANDA DE PVC SIN OJILLOS DE 22.86 CM DE ANCHO (9").	M	83.04

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA			
OBRA CIVIL			
TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS			
CLAVE	DESCRIPCION	UNID	PRECIO
P.U.025	CASTILLO DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM2 Y ESTRIBOS DEL #2 A/C 20 CM, ACABADO COMUN 2 CARAS, INCLUYE ACARREOS DE MATERIALES, CIMBRA Y DESCIMBRA, ARMADO, VACIADO, VIBRADO Y CURADO HASTA 4.00 M DE ALTURA, SECCION 15X20 CM.	M	64 77
P.U.027	DALA DE CONCRETO DE 150 KG/CM2 REFORZADO CON 4 VARILLAS DEL #3 Y ESTRIBOS DEL #2 A/C 20 CM ACABADO COMUN. INCLUYE ACARREOS DE MATERIALES, CIMBRA Y DESCIMBRA, ARMADO, VACIADO, VIBRADO Y CURADO.	M	60.96
P.U.028	MURO DE 10 CM DE ESPESOR DE BLOCK HUECO DE CONCRETO TIPO "CONCRETO" DE 10X20X40 CM	M	62 95
P.U.029	TECHO DE LAMINA PINTRO CAL 22.	M2	156.03
P.U.030	DESPALME EN MATERIAL I, TODAS LAS ZONAS	M3	6 90
P.U.031	RELLENO CON MATERIAL DE BANCO AL 90 % PVSM.	M3	88 52
P.U.033	FORMACION DE SUBRASANTE CON TEPETATE	M3	73 43
P.U.034	BASE DE GRAVA CEMENTADA C/ACARREO AL 1er KILOMETRO.	M3	73 73
P.U.035	CARPETA DE 10 CM CON ACARREO DEL 1ER KM	M	39.94
P.U.036	GUARNICIONES DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM2, SECCION TRAPEZOIDAL DE 15x20x50 CM BANQUETA DE CONCRETO DE 10 CM DE ESPESOR EN TRAMOS ALTERNADOS DE 2x2 M LA SUPERFICIE, SUMINISTRO DE MATERIAL	M	39 94
P.U.038	FIRME DE CONCRETO DE 10 CM DE ESPESOR	M2	46 70



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA			
OBRA CIVIL			
TABULADOR DE PRECIOS UNITARIOS			
CLAVE	DESCRIPCION	UNID	PRECIO
P.U.039	RELLENO DE ARENA EN PERFORACIONES PARA DRENAJE, ACARREO LIBRE A 20 M, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	81.00
P.U.040	TUBO DE ACERO SOLD. A-53-B CED 40 DE 102 MM	M	249.00
P.U.041	HERRERIA TUBULAR DE LAMINA NEGRA CAL 18 CON PERFILES COMERCIALES O ESPECIALES.	KG	23.43
P.U.042	ACERO REDONDO CON ROSCA PARA TENSORES	PZA	36.38
P.U.047A	TAPA DE REGISTRO DE 0.58 X 0.78 M.	PZA	100.47
P.U.048	TUBERIA DE CONCRETO DE 15 CM DE DIAMETRO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPO	M	32.82
P.U.049	INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO DE 20 CM DE DIAMETRO.	M	38.67
P.U.050	TUBERIA F.C. A-10 DE 150 MM DIAM	M	144.93
P.U.051	TUBERIA F.C. A-10 DE 250 MM DIAM	M	179.89
P.U.052	TUBERIA F.C. A-10 DE 300 MM DIAM	M	388.44
P.U.B053	ACARREO MATERIAL DE BANCO 1er. KILOMETRO	M3	12.14

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



3.4.4 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



FECHA. 01-Abr-96

PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

P U.001	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE OBRAS DE EDIFICACION, CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA INCLUYENDO MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO.	P.UNIT N\$	3.51	M2
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	------	----

CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
MANO DE OBRA					
ABUNDAMIENTO = 35 %					
FACTOR 1 35/1 3 = 1.038					
A02	PEON DE CONSTRUCCION	51.25	TURNO	0.12975	6.65
J02	CABO	93.72	TURNO	0.00649	0.61
					7.26
HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA	7.26	M O	0.02000	0.15
					0.15
EQUIPOS					
V3F3	CAMION PARADA	48.34	HORA	0.08024	3.88
V3F3	CAMION VOLTEO	73.90	HORA	0.01931	1.43
					5.31
COSTO DIRECTO				N\$	12.71
INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 %				N\$	5.34
PRECIO UNITARIO				N\$	18.05



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

FECHA: 01-Abr-96

PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

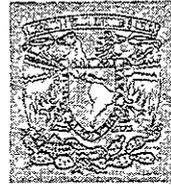
P.U.010 PERFILES DE ACERO ESTRUCTURAL A-36, P.UNIT.NS 11.93 KG
INCLUYE: CORTES, DESPERDICIOS,
SOLDADURA, ESMERILADO, ACARREO Y
MONTAJE.

CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
MATERIALES					
A7DB0	PLACAS DE ACERO A-36	4960	TON	0.00110	5.46
A5DPA	PAPEL ALBANENE 1.10 X 20.0 M	7.91	KG	0.00100	0.01
A7LA5	SOLDADURA E-60-13 DE 1/8"	12.74	KG	0.01600	0.20
P3CB3	CROMATO DE ZINC	31	L	0.00300	0.09
P3GA2	THINNER NORMAL	10	L	0.00100	0.01
					5.78

MANO DE OBRA					
INGENIERIA PARA DIBUJOS DE TALLER					
T06	INGENIERO "A"	161.05	TURNO	0.00025	0.04
S11	DIBUJANTE "B"	107.44	TURNO	0.00050	0.05
TRAZO Y CORTE					
F04	HERRERO EN TALLER	87.87	TURNO	0.00050	0.04
B08	AYUDANTE DE HERRERO	53.62	TURNO	0.00050	0.03
ENDEREZADO					
F04	HERRERO EN TALLER	87.87	TURNO	0.00033	0.03
B08	AYUDANTE DE HERRERO	53.62	TURNO	0.00033	0.02
ARMADO Y SOLDADO					
I04	SOLDADOR CALIFICADO	104.29	TURNO	0.00400	0.42
D01	AYUDANTE DE SOLDADOR CALIFICADO	58.92	TURNO	0.00400	0.24
LIMPIEZA Y PINTURA					
E04	PINTOR EN GENERAL	76.14	TURNO	0.00040	0.03
B07	AYUDANTE DE PINTOR EN GENERAL	53.62	TURNO	0.00040	0.02
MONTAJE					
I04	SOLDADOR CALIFICADO	104.29	TURNO	0.00400	0.42
D01	AYUDANTE DE SOLDADOR CALIFICADO	58.92	TURNO	0.00400	0.24
					1.58

HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA FABRICACION	1.58	M.O.	0.05000	0.08
	TALLER	1.58	M.O.	0.05000	0.08

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



CONSUMO ENERGIA, GAS BUTANO, ESMERIL,ETC	1.58	M.O.	0 10000	0.16
				0.32

EQUIPOS

S2V1 SOLDADORA DE 400 A. S/REMOLQUE FLETES	21.44	HORA	0.02000	0.43
V3D7 TRACTOCAMION CON PLATAFORMA	188.75	HORA	0.00040	0.08
V3D7 TRACTOCAMION PARADA MONTAJE	118 13	HORA	0.00040	0.05
H6P3 GRUA CON MOTOR DIESEL DE 120 HP	225.88	HORA	0.00040	0.09
H6P3 GRUA PARADA	204 55	HORA	0.00040	0.08
				0.75

COSTO DIRECTO N\$ 8.40

INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 % N\$ 3.53

PRECIO UNITARIO N\$ 11.93



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

FECHA: 01-Abr-96

PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

P.U.011	ANCLAS DE 7/8" X 0.90 M. DE LONGITUD.	P.UNIT.N\$	52.58	PZA
CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD IMPORTE

MATERIALES

	ANCLA DE 7/8 "				
A7DNR	ACERO COLD ROLLED	6.6	KG	2 87700	18.99
A5FTF	TUERCA HEXAGONAL DE 1"	2.75	PZA	1.05000	2.89
A5FAF	ARANDELA DE PRESION DE 3/4"	0.65	PZA	1.05000	0.68
A7A55	ALAMBRE RECOCIDO	5.04	KG	0.05000	0.25
					<u>22.81</u>

MANO DE OBRA

	TRAZO Y CORTE				
F04	HERRERO EN TALLER	87.87	TURNO	0.05555	4.88
B08	AYUDANTE DE HERRERO	53.62	TURNO	0.05556	2.98
	COLOCACION				
F04	CABO	93.72	TURNO	0.00416	0.39
E01	OFICIAL ALBAÑIL	82.00	TURNO	0.04167	3.42
A02	PEON EN CONSTRUCCION	51.25	TURNO	0.04170	2.14
					<u>13.80</u>

HERRAMIENTA

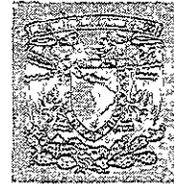
	HERRAMIENTA MENOR	13.80	M.O.	0.03000	0.41
					<u>0.41</u>

COSTO DIRECTO N\$ 37.03

INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 % N\$ 15.55

PRECIO UNITARIO N\$ 52.58

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



FECHA: 01-Abr-96

PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

P.U.013	REJILLA ENSA DE 30 CM DE ANCHO	P.UNIT.N\$	583.18	M
CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD IMPORTE

MATERIALES

	SOLERA 5/16" X 1/4"			
A7DNA	PERFILES ESTRUCTURALES PARA HERRERIA	5.8	KG	38.90000 225.62
A7LA5	SOLDADURA E-60-13 DE 1/8"	12.74	PZA	2.46000 31.34
				256.96

MANO DE OBRA

	TRAZO Y CORTE			
F04	HERRERO EN TALLER	87.87	TURNO	0.50000 43.94
B08	AYUDANTE DE HERRERO	53.62	TURNO	0.50000 26.81
F04	CABO	93.72	TURNO	0.05000 4.69
				75.44

HERRAMIENTA

	HERRAMIENTA	75.44	M.O.	0.03000 2.26
				2.26

HERRAMIENTA

S2V1	SOLDADORA DE 400 A S/REMOLQUE	21.44	HORA	2.80000 60.03
				60.03

COSTO UNITARIO

S2V1	MORTERO CEMENTO-ARENA 1-4	323.19	HORA	0.04950 16.00
				16.00

COSTO DIRECTO NS 410.69

INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 % NS 172.49

PRECIO UNITARIO NS 583.18



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

FECHA: 01-Abr-96

**PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

P.U.013 PILOTE DE 40X40 CM CON 8 VS DEL NO. 8 Y P.UNIT.NS 397.67 M
ESTRIBOS DEL No 4 (4 A 7.5, 6 A 15 EN
AMBOS LADOS Y A 25 CM EN EL CENTRO).

CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
MATERIALES					
A1A44	CONCRETO F'c=250 KG/CM2 TMA 40 MM	394.2	M3	0.16800	66.23
A7B38	VARILLA DE REF. 25.4 MM DIAM	3.04	KG	35.80000	108.83
A7B24	VARILLA DE REF. 12.7 MM DIAM	3.04	KG	13.80000	41.95
A1A40	TRIPLAY DE 16 MM DE ESPESOR	66.33	M2	0.02000	1.33
	BARROTE DE 2x4"x8' 0.274 PT				
	DUELA DE 1"x4" x 8' 0.059 PT				
A1A4A	MADERA DE PINO PARA CIMBRA	3.3	PT	0.32400	1.07
A7A1A	CLAVO	5.21	KG	0.03000	0.16
A7DLC	LAMINA DEL No 18 AL 20	6.28	KG	0.10900	0.68
A5SA1	SEPARADORES P/CIMBRA DE 20 CM	3.2	PZA	1.00000	3.20
A1AB3	DIESEL	1.64	L	0.72000	1.18
A7A55	ALAMBRE RECOCIDO	5.04	KG	1.49000	7.51
AJCA1	CURACRETO ROJO N	3.17	L	0.24000	0.76
A5DPP	PAPEL PERIODICO	0.6	KG	0.20000	0.12
					233.02

MANO DE OBRA

COLADO DE PILOTE					
E01	OFICIAL ALBAÑIL	82	TURNO	0.02910	2.39
A02	PEON EN CONSTRUCCION	51.25	TURNO	0.05820	2.98
J02	CABO	93.72	TURNO	0.00870	0.82
FABRICACION DE CIMBRA					
E03	CARPINTERO DE CIMBRA COMUN	82	TURNO	0.00800	0.66
B06	AYUDANTE DE CARPINTERO DE CIMBRA	53.62	TURNO	0.00800	0.43
CIMBRADO Y DESCIMBRADO					
E03	CARPINTERO DE CIMBRA COMUN	82	TURNO	0.03400	2.79
B06	AYUDANTE DE CARPINTERO DE CIMBRA	53.62	TURNO	0.03400	1.82
ARMADO					
E02	FIERRERO PARA HABILITADO Y ARMADO	79.05	TURNO	0.20600	16.28
B05	AYUDANTE DE FIERRERO	53.62	TURNO	0.20600	11.05
					39.21

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA	39.22	M.O.	0.02000	0.78
					0.78
EQUIPOS					
RAM3	VIBRADOR DE CABEZAL	10.32	HORA	0.10080	1.04
RAM3	VIBRADOR PARADA	9.24	HORA	0.03368	0.31
					1.35
COSTO UNITARIO					
F5**A2	MUESTREO DE CONCRETO EN OBRA Y ELABORACION	106.43	TURNO	0.05340	5.68
					5.68
	COSTO DIRECTO			N\$	280.05
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 %			N\$	117.62
	PRECIO UNITARIO			N\$	397.67



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

FECHA: 01-Abr-96

PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

P.U.031	RELLENO C/MATERIAL DE BANCO AL 90%	P.UNIT.NS	88.52	M3	
CLAVE	DESCRIPCION	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
M A T E R I A L E S					
A1AC4	CONCRETO F'c=250 KG/CM2 TMA 40 MM	394.2	M3	0.16800	66.23
A7B38	VARILLA DE REF. 25.4 MM DIAM	3.04	KG	35.80000	108.83
A7B24	VARILLA DE REF. 12.7 MM DIAM	3.04	KG	13.80000	41.95
A1A40	TRIPLAY DE 16 MM DE ESPESOR	66.33	M2	0.02000	1.33
	BARROTE DE 2x4"x8" 0.274 PT				
	DUELA DE 1"x4" x 8' 0.059 PT				
A1A4A	MADERA DE PINO PARA CIMBRA	3.3	PT	0.32400	1.07
A7A1A	CLAVO	5.21	KG	0.03000	0.16
A7DLC	LAMINA DEL No 18 AL 20	6.28	KG	0.10900	0.68
A5SA1	SEPARADORES P/CIMBRA DE 20 CM	3.2	PZA	1.00000	3.20
A1AB3	DIESEL	1.64	L	0.72000	1.18
A7A55	ALAMBRE RECOCIDO	5.04	KG	1.49000	7.51
AJCA1	CURACRETO ROJO N	3.17	L	0.24000	0.76
A5DPP	PAPEL PERIODICO	0.6	KG	0.20000	0.12
					233.02
M A N O D E O B R A					
	COLADO DE PILOTE				
E01	OFICIAL ALBAÑIL	82	TURNO	0.02910	2.39
A02	PEON EN CONSTRUCCION	51.25	TURNO	0.05820	2.98
J02	CABO	93.72	TURNO	0.00870	0.82
	FABRICACION DE CIMBRA				
E03	CARPINTERO DE CIMBRA COMUN	82	TURNO	0.00800	0.66
B06	AYUDANTE DE CARPINTERO DE CIMBRA	53.62	TURNO	0.00800	0.43
	CIMBRADO Y DESCIMBRADO				
E03	CARPINTERO DE CIMBRA COMUN	82	TURNO	0.03400	2.79
B06	AYUDANTE DE CARPINTERO DE CIMBRA	53.62	TURNO	0.03400	1.82
	ARMADO				
E02	FIERRERO PARA HABILITADO Y ARMADO	79.05	TURNO	0.20600	16.28
B05	AYUDANTE DE FIERRERO	53.62	TURNO	0.20600	11.05
					39.21
H E R R A M I E N T A					
	HERRAMIENTA	39.22	M.O.	0.02000	0.78
					0.78

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



EQUIPOS

RAM3	VIBRADOR DE CABEZAL	10.32	HORA	0.10080	1.04
RAM3	VIBRADOR PARADA	9.24	HORA	0.03368	0.31
					<u>1.35</u>

COSTO UNITARIO

F5**A2	MUESTREO DE CONCRETO EN OBRA Y ELABORACION	106.43	TURNO	0.05340	5.68
					<u>5.68</u>

COSTO DIRECTO N\$ 280.05

INDIRECTOS Y UTILIDAD 42.00 % N\$ 117.62

PRECIO UNITARIO N\$ 397.67



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



3.4.5 ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.



FECHA: 01-Abr-96

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE SILICA
OBRA CIVIL

ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA

CLAVE H6P3

GRUA CON MOTOR DIESEL DE 120 HP PETTIBONE
MOD. 30-MKP,
MARCA: PETTIBONE MODELO: 30-MKP

DATOS GENERALES		(Valores en N\$)	
VALOR DE ADQUISICION.	1,373,328 36	VIDA ECONOMICA HRA.	12,000.00
VALOR DE LLANTAS	19,670 33	HORAS POR AÑO:	2,000 00
VALOR EQ ADICIONAL:	0 00	TASA INVERSION %:	12.00
VALOR COMBUSTIBLE:	1 640	PRIMA SEGURO %	2 00
VALOR RESCATE 20%.	274,665 67	MANTENIMIENTO %	40 00
VALOR IMPUESTO	0 00	VALOR ACEITE	11.00
VIDA EQ ADIC HRA:	0 00	TIPO ANALISIS	2.00
		POTENCIA MOTOR HP:	112.00
		TIPO COMBUST:	DIESEL
		CAP CARTER:	20.00
		CAMBIO ACEITE.	200 00
		VIDA UTIL LLANTAS HRS	3 000.00
		GRUPO 1, FACT DE OP:	0 07
		FACTOR DE LUBRICANTE	0 0095

CARGOS FIJOS			
DEPRECIACION	(VN-VR)/VE =	91 56	
INVERSION	((VN+VR)/(2*HA)*(TI) =	49 44	
SEGUROS	((VN+VR)/(2*HA)*(PS) =	8.24	
MANTENIMIENTO	DEP * FACT MANT =	36 62	
IMPUESTOS	IMP / VE =	0 00	
		TOTAL CARGOS FIJOS =	185 86

CONSUMOS			
COMBUSTIBLE	(F OP) * P N * P COMB =	12 86	
LUBRICANTES	((CC/CA)+((F OP)+(F LUB)*P N)*PAC =	1 92	
LLANTAS	VLL / VULL =	6 56	
EQ A	VEQA/VEQ =	0 00	
		TOTAL CONSUMOS =	21 33

OPERACION			
GO8	OPERACION DE MAQUINARIA PESADA	1 00	117 14
B12	AYUDANTE DE OPERADOR DE MAQUINARIA PESADA	1 00	53 66
			170 80
		ENTRE 8	21 35

CARGO MAQUINARIA PARADA	207 21
CARGO MAQUINARIA TRABAJANDO	228 54



III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
PRESUPUESTO DE OBRA.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



4.1 EVOLUCION DE LA CALIDAD.

4.1.1 INTRODUCCION

Las industrias japonesas manufactureras y de la construcción, después de la Segunda Guerra Mundial y durante la década de los sesenta, respectivamente, así como la industria manufacturera estadounidense durante la década de los ochenta y recientemente la manufacturera europea y la de servicios estadounidense, han requerido cambios drásticos para mejorar sus condiciones productivas. La herramienta que utilizaron para iniciar el cambio fue, y sigue siendo, un estilo de administrar favorable a la modernización y al trabajo en grupo, y al mismo tiempo enfocado en un continuo perfeccionamiento de los procesos y en una planeación a largo plazo.

La industria de la construcción debe aprender de los éxitos y fracasos de otras industrias y no permitir que la historia se repita. La experiencia de otras industrias le proporciona a la industria de la construcción un conjunto de estrategias de crecimiento comprobadas.

LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

Las demandas de reforma responden a los síntomas de deterioro de una industria en crisis. Estos síntomas, sus causas y las respuestas a los mismos se encuentran bien documentados en la literatura sobre ingeniería y construcción para el caso del medio estadounidense, pero consideramos que la analogía es suficientemente cercana toda vez que la Fundación de la Industria de la Construcción en México la utiliza para apoyar su curso de "Organización y Técnicas de Control de Calidad", mismo que se imparte a altos directivos y gerentes de empresas constructoras en México

A continuación se presenta una lista y un breve comentario de dichos síntomas y sus causas, así como de la respuesta de la industria tal como ha sido descrita en la literatura. Se presenta el estado general de la industria y no un análisis detallado.

Las notas las retomamos del libro "Quality Management Organizations and Techniques" publicado por el Construction Industry Institute en 1989

S I N T O M A S

1) Menor participación en el PIB.

La participación de la industria de la construcción en el producto interno bruto (PIB estadounidense) ha disminuido gradualmente de 10.6_% en la década de los sesenta a 8.7 % en 1987

2) Disminución de la Productividad.

Desde 1947, la tasa de crecimiento anual de la productividad para la industria de la construcción ha sido de 0.47 %, lo que coloca a esta industria en el décimo lugar de entre diez de los principales sectores productivos de los Estados Unidos



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

3) Aumento de Costos por Litigios.

La industria está sufriendo pérdidas financieras devastadoras y un incremento de las primas de seguros debido al aumento del número de litigios relacionados principalmente con costos excesivos y retrasos en los proyectos.

4) Fallas de la Construcción.

La calidad de la construcción está fallando por:

a) En un reciente estudio del CI (Construction Industry Institute), se determinó que el costo promedio de las desviaciones en nueve proyectos importantes es de 12.4 % del costo total establecido de los proyectos.

b) De las 220 recomendaciones del informe emitido por los grupos de estudio de la Mesa Redonda sobre Costo-Eficiencia en la Industria de la Construcción (CICE), la mayoría contemplan el perfeccionamiento de los métodos de administración.

c) En un taller de calidad que se llevó a cabo en 1984, 100 profesionales de diseño y la construcción concluyeron que existe una seria incidencia de accidentes, deficiencias de diseño, costos excesivos y otros problemas similares.

5) Aumento de la Competencia.

La competencia en la construcción está aumentando en tres frentes. En primer lugar, se observa un aumento de la competencia entre las compañías norteamericanas en el mercado local, lo que las obliga a operar con márgenes de utilidad reducidos. En segundo lugar, la competencia extranjera en el mercado local norteamericano aumentó de 3.75 % del total de la construcción en 1981 a 6.36 % en 1985, y no hay signos de que esta tendencia vaya a reducirse. Se reconoce que los japoneses son los principales responsables de este aumento. En 1987 los contratistas japoneses reportaron un volumen de contratos de aproximadamente 2,500 millones de dólares en los Estados Unidos. En tercer lugar, un número cada vez mayor de compañías está compitiendo por una posición en el mercado mundial que se ha reducido aproximadamente en 20 % desde 1981. Los contratistas norteamericanos están cediendo poco a poco su participación en el mercado global al creciente número de compañías de naciones recientemente industrializadas y a las mismas compañías extranjeras con las que compiten en el mercado local. La situación a llegado a tal punto que es relativamente raro que se adjudique un proyecto importante de ingeniería civil para el extranjero a una compañía norteamericana.

6) Aumento de Relaciones Conflictivas.

Dada la naturaleza competitiva de la industria, los conflictos en las relaciones entre los distintos elementos que la conforman constituyen una amenaza seria. El informe de (CICE) dice al respecto:

"Gran parte de la industria sigue ligada al pesado... en parte debido a conflictos históricos entre patrones y trabajadores, sindicatos y empresas no sindicalizadas, iniciativa privada y gobierno, en ocasiones entre un sindicato y otro, o entre asociaciones de contratistas."

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



La complejidad y la trascendencia económica de los proyectos modernos, aunada a los contratos entre varias partes y a los viejos patrones de interacción entre las partes contratantes, constituyen un marco idóneo para el conflicto.

7) División de la Industria.

La naturaleza altamente competitiva de la industria aunada a la división que existe en cuanto a liderazgo y dirección, frena su productividad y limita su respuesta a los cambios del mercado

8) Mayor complejidad y restricciones de tiempo

Conforme avanza la tecnología y aumenta la presión generada por la competencia en otras industrias, la industria de la construcción se enfrenta a mayores exigencias. Los clientes solicitan estructuras más complejas y a la vez esperan que se construyan en menos tiempo

9) El Caso Mexicano.

Ante todo lo expuesto anteriormente es necesario detenerse y acotar la siguiente reflexión: Si los industriales de la construcción estadounidenses, a pesar de su tradicional liderazgo en el mercado internacional, están perdiendo posicionamiento en el mismo y hasta en el interno, que puede ocurrir con la industria de la construcción Mexicana, en el ámbito interno y externo.

En el caso mexicano el esfuerzo es doble, porque no podemos perder terreno a nivel interno y estamos obligados, si queremos salir adelante, a ganar espacios en el mercado internacional.

RESPUESTA.

La investigación y el desarrollo son esenciales para la supervivencia de cualquier industria. Las empresas necesitan desarrollar estrategias competitivas que incluyan el mercado internacional, la planeación a largo plazo, el mejoramiento de los procesos, el aspecto humano y el intercambio de información acerca de su experiencia y perspectivas. Los clientes están pidiendo que la industria de la construcción aumente su costo-eficacia

La industria necesita organizarse y unirse en un esfuerzo común para enfrentar y resolver los problemas que le aquejan. Para hacerlo, debe reconocer sus problemas, promover la modernización y tomar decisiones que no arriesguen su competitividad a largo plazo. Su éxito dependerá en gran medida de su capacidad para planear y asignar sistemáticamente recursos a las áreas clave para mejorar la productividad, la calidad, la seguridad y la relación costo-eficacia



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

4.1.2 DESARROLLO DE LA CALIDAD.

ORIGENES DE LA CALIDAD.

Ya en la antigüedad se hablaba de la calidad, como ejemplo de ello tenemos a los egipcios. los cuales tenían un sistema de calidad en el cual se señalaban los requisitos de los actos fúnebres, para que el difunto disfrutara de una vida posterior al menos comparable con aquella que había gozado en su vida en la tierra.

ARTESANAL

Cada grupo de artesanos tenía el orgullo de imprimir su sello característico y sus clientes lo reconocían: "Garantía personal de Calidad".

EVOLUCION DE LA CALIDAD

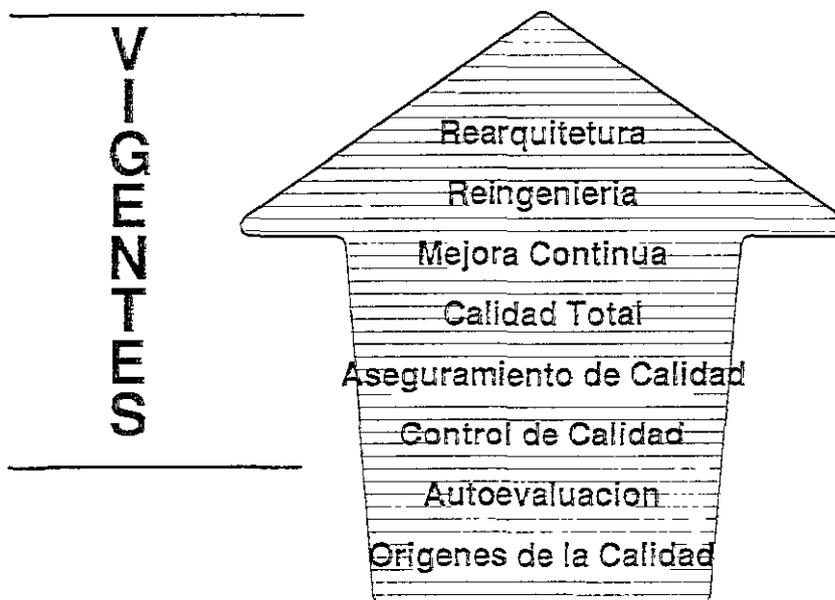


Figura 1.- Evolución de la calidad.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



REVOLUCION INDUSTRIAL

Aquí surge el concepto de "control de calidad" con la producción en serie derivado de la necesidad de verificar lo producido a través de:

- + Inspección de las características del producto final.
- + Medición formal.

Lo anterior para detectar fallas y separar lo bueno de lo malo.

Bajo este esquema el responsable de la calidad en el Departamento de Control de Calidad.
DURANTE LAS GUERRAS MUNDIALES

Se empieza a aplicar la filosofía denominada Aseguramiento de la Calidad. Con este enfoque se busca prevenir los errores con inspección de calidad en las materias primas, en los puntos críticos del proceso y en el producto final para garantizar que no haya defectos en la producción. Este es un enfoque preventivo con menos retrasos.

Con este sistema el responsable de la calidad es el Departamento de Producción.

CALIDAD TOTAL (Actual)

Enfocar los esfuerzos en todas las actividades de la Empresa para lograr satisfacer los requerimientos de los clientes internos y externos. Bajo este enfoque se trata de generar productos acordes con las especificaciones del cliente. Así mismo hace falta como condición para alcanzar la calidad total que se cuente con una infraestructura que la asegure.

Aquí, el responsable del liderazgo de la calidad es el Director General.

MEJORA CONTINUA (Actual).

La mejora continua es la medición constante de los procesos del trabajo y su análisis sistemático, para reducir el ciclo de operación, los costos, e incrementando la satisfacción del cliente.

En este enfoque el liderazgo del proceso de calidad es responsabilidad de todos los directores, gerentes, jefes y supervisores.

REINGENIERIA (Actual).

Es hacer un cambio radical en el proceso, diseñarlo e implantarlo para lograr mejoras espectaculares en costo y ciclo del proceso, cumpliendo con los requisitos cambiantes del cliente. Bajo este enfoque se establece que la calidad se logra con procesos completos más que con procesos fragmentados y divididos por departamentos.



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

El liderazgo de calidad se basa en equipos de trabajo.

REARQUITECTURA (Actual).

La empresa se enfoca a satisfacer las necesidades percibidas de los clientes, a identificar las no percibidas, a plantear necesidades futuras de éstos y a desarrollar capacidades para satisfacerlas. El planteamiento es el siguiente:

- + Se distingue entre cliente, consumidor y usuario.
- + Se generan alianzas estratégicas y redes con los clientes intermedios para satisfacer al consumidor y al usuario.
- + La calidad es responsabilidad de equipos autoguidados de alto rendimiento con objetivos y propuestas precisos.

DESARROLLO DE LAS NORMAS ISO 9000.

En 1980, la ISO (International Organization for Standardization/ Organización Internacional para la Normalización), integró un comité técnico de calidad, con sede en Ginebra, Suiza, para desarrollar los estándares de calidad unificados para la Comunidad Económica Europea.

Como resultado de los trabajos de este comité, en 1987 se aprobó la serie ISO 9000, la cual es la más aceptada en la actualidad a nivel mundial para el desarrollo de sistemas de calidad

Para seleccionar los criterios generales de calidad se tomaron en cuenta los estándares nacionales e internacionales de uso contractual, específicas para un tipo de industria y comercio; los estándares de la Industria Militar y los estándares de la Industria Nuclear.

La Serie ISO 9000 logra entre otras cosas:

- + Unificar criterios en cuanto a normatividad.
- + Aceptación en el ámbito nacional e internacional.
- + Se adaptan a una gran gama de productos, proyectos y servicios.

La importancia de las normas ISO es importante para la calidad porque:

- + Son un medio para lograr consistencia en la Calidad de los productos.
- + Requieren la aplicación de un Sistema Documentado de trabajo.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



- + Son aceptadas a Nivel Mundial.

Las políticas de la norma ISO 9001, que son las que se aplicaron en el proyecto de la Planta Productora de Sílica son.

- + Responsabilidad de la Dirección.
 - + Sistema de Calidad.
 - + Revisión de contrato.
 - + Control de diseño.
 - + Control de documentos.
 - + Procuración
 - + Control de productos suministrados por el cliente (No operó en el caso de la Planta Productora de Sílica).
 - + Identificación y rastreabilidad
 - + Control de procesos
 - + Inspección y pruebas
 - + Estado de inspección y pruebas.
 - + Control de procedimientos no conformes.
-
- + Acciones correctivas y preventivas.
 - + Manejo, almacenamiento, empaque y entrega.
 - + Registros de calidad.
 - + Auditorías internas de calidad
 - + Capacitación.
 - + Servicio al Cliente
 - + Técnicas y herramientas estadísticas.



PANORAMA DE LAS NORMAS ISO 9000

Actualmente se han aprobado los siguientes 15 Normas ISO 9000 para ser utilizadas:

Figura 2.- Panorama de las Normas ISO 9000

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



4.2.- MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.2.1 ALCANCE

A través del Manual de Aseguramiento de la Calidad se establece la política de calidad y se describe el Sistema de Aseguramiento de Calidad de la contratista (a nivel empresa), que desarrolló el Proyecto de la Planta de Producción de Sílica.

Dicho manual, la política y el sistema de aseguramiento de la calidad se basaron en la norma internacional ISO 9001, Quality Systems: Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing, second edition 1994-07-01

Los servicios que se brindaron, mismos que cubre el presente manual de aseguramiento de la calidad son: Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle, Procuración, Construcción, Pruebas, Arranque de Plantas y Gerencia de Proyecto.

Sobre la base de los servicios brindados y en cumplimiento a la normatividad mencionada, la política de aseguramiento de la calidad se estableció de acuerdo con las siguientes directrices:

- a) El sistema de aseguramiento de la calidad se debe difundir a todos los empleados de la contratista, y cada uno es responsable de aplicarlo en el desempeño de sus funciones.
- b) Esta política rige todas las operaciones de la contratista, siendo prioritario el estricto apego al cumplimiento del sistema, enfocado a brindar valor agregado a los Clientes.

4.2.2 POLITICA Y OBJETIVOS

En general para cualquier Proyecto y en particular para el Proyecto de la Planta de Producción de Sílica, se definieron como objetivos de la calidad los siguientes:

- a) Cumplir con los requisitos de costo, plazo de ejecución, seguridad y calidad (especificaciones y normas), acordados con el Cliente en el contrato, implantando y dando seguimiento al plan de calidad de cada Proyecto
- b) Mantener y mejorar continuamente el sistema de operación de la contratista documentando y efectivo, orientado al cumplimiento de los requisitos de los Clientes
- c) Cumplir con las normas y procedimientos internos que rigen las operaciones, para asegurar su consistencia en todos los Proyectos de la contratista.

4.2.3 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

El Manual de Aseguramiento de la Calidad debe de contener la siguiente información general

- a) Descripción de la Contratista Su trayectoria, su prestigio, su domicilio



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

b) Visión de la contratista: Los servicios que presta y la calidad y satisfacción que aspira producir como parte de la prestación de dichos servicios.

c) Filosofía de calidad: A través del reconocimiento de que la calidad es un proceso ininterrumpido e inagotable.

d) Organigrama: Nos permitirá conocer las relaciones existentes entre los responsables de hacer el trabajo.

4.2.4 REQUISITOS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad cumple con los requisitos establecidos en la norma ISO 9001.

El sistema define la política, estructura organizacional, responsabilidades y procedimientos para implantar y mantener la calidad, en los niveles operativos y funcionales de manera general, y en forma específica en cada proyecto realizado.

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION

En esta parte del Manual de Aseguramiento de la Calidad (MAC), se describe el perfil de responsabilidades de las diferentes gerencias y áreas con relación al cumplimiento y control del Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

Así mismo, en esta parte se definen las tareas específicas que cada puesto tiene que cumplir en atención al Sistema de Aseguramiento de la Calidad, así como las áreas o gerencias que están vinculadas con su desempeño y los documentos que debe de emitir y recibir en aras del cumplimiento de su tarea.

REVISION DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La norma internacional ISO 9001 impone la necesidad de revisiones anuales en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de las contratistas en que se implanta, para asegurar su vigencia, aplicación y adecuación.

La revisión anual será realizada por la Gerencia de Calidad y Recursos Humanos e incluirá el análisis de lo siguiente:

- a) Resultados de auditorías internas y externas.
- b) Resultados de las encuestas externas de los Clientes.
- c) Análisis de los reportes de no-conformidad generados en el Proyecto

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



d) Resultado de la aplicación de acciones preventivas y correctivas y sus tendencias

El resultado de estas revisiones debe concretarse en recomendaciones para las Direcciones de la Contratista, quienes deben aprobar la modificación de los requisitos de calidad que lo requieran

SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

El Manual de Aseguramiento de la Calidad (que es el documento de mayor jerarquía en este sentido), incluirá los procedimientos de aseguramiento de la calidad, los procedimientos operativos, los planes maestros de la calidad de las actividades de las gerencias, los planes de calidad específicos de cada Proyecto y los registros de la calidad, que a su vez, todos ellos definen el Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

Para el Proyecto de la Planta de Producción de Sílica se desarrolló su respectivo Plan de Calidad por lo que para todas las etapas del mismo, cada gerencia o disciplina elaboró el plan de la calidad y los procedimientos específicos.

Plan de Ejecución del Proyecto.

Para el Proyecto de la Planta de Producción de Sílica se elaboró un plan de ejecución al inicio del mismo en el cual se incluyeron todos los conceptos, el alcance de los servicios y los requerimientos contemplados en el contrato con el Cliente.
Plan de Responsabilidades de Ejecución.

Dado que el Proyecto de la Planta de Producción de Sílica fue ejecutado por varias contratistas, se elaboró un Plan de Calidad específico para cubrir el alcance de las responsabilidades de la calidad de cada subcontratista, y el líder de Proyecto hizo la integración de acuerdo con los requerimientos del Cliente.

Consistencia Operacional

La Contratista aplicó el Manual de Aseguramiento de la Calidad, los procedimientos de aseguramiento de la calidad y los procedimientos operativos, en forma consistente, a través de toda la Contratista, para la ejecución del Proyecto de la Planta de Producción de Sílica

REVISION DEL CONTRATO.

Elaboración de Propuestas

La Gerencia de Desarrollo de Negocios identificará los requerimientos del Cliente y los comunicará al Gerente de Propuestas para que éste dirija la elaboración de la oferta y se asegure que cubran dichos requerimientos. Una vez que se ha presentado y otorgado la propuesta a la Contratista se establecerán las negociaciones con el Cliente y se asignará el Gerente de Proyecto



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Administración del Contrato Original.

El Gerente de Proyecto tiene la responsabilidad de asegurarse que el Proyecto se ejecute de acuerdo con los requisitos del contrato y con los acuerdos hechos con el Cliente
Revisión del Contrato, Alcance del Proyecto, Servicios y Recursos.

La Contratista requiere que el Gerente de Proyecto inicie una revisión formal documentada del contrato con su grupo de trabajo, a fin de verificar que existe la disponibilidad de recursos y los requisitos básicos para iniciar el Proyecto.

Juntas de Arranque y Alienación con el Cliente.

Es obligación del Gerente de Proyecto realizar juntas de arranque en la fase inicial del Proyecto. Así mismo deberá realizar juntas de alineación con el Cliente y con los proveedores principales.

CONTROL DEL DISEÑO.

Control del Diseño.

Con referencia al control del diseño es importante que en todas las actividades del diseño se implanten medidas para asegurar que los reglamentos, códigos, normas y bases de diseño se apliquen correctamente en las especificaciones y otros documentos relacionados, con el propósito de que los diseños ejecutados sean confiables y seguros.

Se debe de establecer una definición detallada del alcance del diseño del Proyecto, incluyendo la identificación y descripción de las entradas de diseño en forma clara y precisa.

Se debe de planear el proceso de diseño de manera que:

- a) El trabajo se programe formalmente con una secuencia lógica que integre las diversas etapas y actividades del Proyecto.
- b) Se describan las actividades y documentos de diseño generados, así como la información requerida.
- c) Se establezcan los procedimientos autorizados para ejecutar las actividades de diseño que afectan la calidad.
- d) Los programas y los reportes de ingeniería se realicen de manera que se detecten las desviaciones a los niveles del Ingeniero de Proyecto y de los Supervisores de cada disciplina.

En todas las actividades de diseño relacionadas con la calidad, se deben de aplicar procedimientos aprobados.

La transmisión de documentos entre los distintos grupos se debe hacer por escrito.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



Las interfaces de diseño se deben de hacer con base en los procedimientos aprobados.

En las actividades de diseño se deben de aplicar el control de documentos.

Se debe de cumplir con los requisitos de los organismos reguladores competentes y satisfacer los requisitos del Cliente.

El diseño del Proyecto debe de documentarse mediante la elaboración de criterios de diseño, especificaciones, memorias de cálculo, diagramas y planos entre otros.

Se debe establecer en forma clara en los planes maestros de calidad de las actividades de cada disciplina, especificando quienes son los responsables para elaborar, verificar y aprobar los trabajos de diseño.

Se debe de verificar el diseño mediante:

a) La confirmación de la aplicación del procedimiento aplicable, indicado en el Plan de Calidad de las actividades.

b) Las revisiones de diseño interdisciplinarias y por entidades independientes, cuando se requiera

c) Otros medios apropiados (cuando sea necesario), tales como comparaciones con diseños anteriores debidamente aprobados por los Clientes, cálculos alternativos y otros.

Se debe de validar el diseño

Se deben de aplicar auditorias al proceso de diseño, para verificar el cumplimiento del Plan de Calidad de las actividades de cada disciplina

Se requiere que en todos los documentos de diseño generados se aplique el proceso de verificación, revisión y aprobación.

Control de Proyecto.

1 - En el Proyecto se establecieron y utilizaron procedimientos de control que permitieron

a) Cubrir las diversas fases y actividades del Proyecto

b) Indicar el cumplimiento del programa y el estado de avance del Proyecto.

c) Incluir los programas detallados de las actividades del Proyecto.

2 - Durante la ejecución del Proyecto se contó con controles del presupuesto que se relacionaron con el avance de los trabajos. Dichos controles permiten detectar oportunamente las desviaciones de la programación y del costo, además dichos controles permitieron generar ordenes de cambio, para lo cual se requirió



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

- a) El alcance detallado y el presupuesto del costo.
- b) Un método para identificar los cambios y evitar que se efectúen hasta que hayan sido aprobados por escrito.
- c) Un método para asegurar que los cambios se presenten al Cliente, de acuerdo con los requisitos del contrato y que se dé seguimiento para obtener la aprobación del Cliente oportunamente.
- d) Elaborar pronósticos del costo total.

Revisión del Proyecto

El Gerente de Proyecto debe de realizar revisiones del estado del Proyecto una vez al mes como mínimo, así como también con el Cliente cuando se requiera.

Reportes del Proyecto.

El Gerente de Proyecto es responsable de emitir un reporte mensual, sobre el estado del Proyecto. Este reporte debe de distribuirse a las áreas acordadas con el Cliente, socios, la Dirección de Proyectos y la de Operaciones.

CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos que se aplique en el Proyecto debe asegurar que:

- a) Los documentos generados en el Proyecto relacionados con el Sistema de Calidad, se someten a un proceso de revisión y aprobación por personal autorizado antes de ser utilizados
- b) Exista una matriz de distribución de los documentos controlados del Sistema de Calidad y una específica en cada Proyecto y que se obtengan los registros de transmisión de los documentos distribuidos al personal del Proyecto.
- c) Se mantengan bitácoras actualizadas del estado de los documentos del sistema de calidad y de los generados en el Proyecto, contando con la última revisión vigente y una copia disponible en los lugares donde se aplica.
- d) Los documentos obsoletos se retiran oportunamente de los puntos de distribución, identificándolos con la marca de "cancelado".
- e) Se establezca y se mantenga un método de archivo de los documentos del Proyecto, asegurándose que en todos los documentos se llenen los espacios dispuestos para la información. Si la información a ser indicada no es aplicable, el espacio deberá marcarse con las palabras "no aplica" o "NA".

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



PROCURACION.

La Contratista requiere que se asegure que todos los productos y servicios que se adquieran, cumplan con los requisitos especificados en el Proyecto.

Se requiere un método aprobado para evaluar y seleccionar a los proveedores. Los documentos de compra deberán ser revisados y aprobados para asegurar la inclusión de los requisitos especificados aplicables, antes de su adjudicación.

PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

Cuando el Cliente o un tercero proporcionen materiales y equipos para ser instalados en el Proyecto, la empresa debe aplicar los métodos apropiados de recepción e inspección, así como reportar cualquier pérdida o daño al que los suministró.

Los materiales o equipos proporcionados por el Cliente o un tercero a la Contratista, no lo liberan de su responsabilidad de que éstos cumplan con las especificaciones y normas aplicables del Proyecto.

IDENTIFICACION Y RASTREABILIDAD DE PRODUCTOS.

Cuando se requiera, la Contratista especificará y aplicará procedimientos documentados, para la identificación y rastreabilidad de materiales y equipos permanentes de la planta, de acuerdo con la codificación indicada en los documentos de diseño.

CONTROL DEL PROCESO.

Planeación del Proceso Constructivo.

Se requiere que los procesos de construcción se efectúen con base en una planeación y programación detalladas para asegurar el cumplimiento con el plazo de ejecución del Proyecto.

Se deberán definir los procesos de construcción que afecten directamente la calidad, para asegurar que se efectúen bajo condiciones controladas.

Las condiciones controladas incluyen lo siguiente:

- a) Que se realicen aplicando los procedimientos de trabajo documentados indicados en el Plan de Calidad de las Actividades de Construcción.
- b) Que el equipo utilizado sea el apropiado y tenga el mantenimiento requerido, el ambiente de trabajo adecuado y se cumplan las normas, códigos y reglamentos establecidos en los procedimientos de construcción.
- c) El monitoreo y control de los parámetros del proceso para asegurar que los productos cumplan con las características especificadas.



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

d) La aprobación por parte del Cliente de los procedimientos cuando esté establecido en el contrato.

e) Que se use lista de verificación, cuando se requiera, para asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad de las actividades constructivas, por el personal técnico con responsabilidad directa en su ejecución.

Control de Procesos Especiales.

Se denominan procesos especiales de construcción, cuando el resultado de los procesos no puede ser totalmente verificado, por medio de inspecciones y pruebas subsecuentes y donde las deficiencias del proceso solo se puedan detectar hasta que el producto esté terminado.

Se debe identificar en el Proyecto los procesos que se consideran como especiales. Las soldaduras, los exámenes no destructivos y los recubrimientos anticorrosivos, son procesos especiales, que se ejecutan de acuerdo con requisitos de código y norma, y se presta especial atención para evitar inconsistencia en su ejecución.

Debe de ser requisito que la ejecución de los procesos especiales se efectúe bajo condiciones controladas y además se asegure:

a) Se cuente con procedimientos calificados.

b) que los trabajos se ejecuten por personal calificado.

c) Que los equipos que se utilicen estén calibrados, cuando así se requiera.

Deben mantenerse en forma adecuada los registros de los procesos especiales de equipo, personal y procesos.

Plan y Filosofía de Seguridad.

Se requiere que en cada Proyecto se cumpla con la filosofía de seguridad de la Contratista, mediante la implantación de un Plan de Seguridad.

En cada Proyecto se asigna un responsable que coordine la seguridad para garantizar la ejecución del Plan de Seguridad.

En todos los Proyectos se deberán aplicar auditorías internas de seguridad de acuerdo con un programa.

INSPECCION Y PRUEBAS.

Control de Inspección y pruebas.

Las inspecciones y pruebas requeridas deberán efectuarse con base en un plan y procedimientos documentados para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados.

Inspección y pruebas en Recepción.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



En la recepción de equipos o materiales que afecten la calidad de la construcción, se requiere que se efectúen inspecciones y pruebas, para verificar que éstos cumplen con los requisitos solicitados. No se permitirá el uso de equipos y materiales no inspeccionados excepto cuando por condiciones urgentes, para lo cual deberán identificar y mantener los registros que permitan su recuperación y reemplazo en el caso de no cumplir con los requisitos especificados.

Inspección y Pruebas en Proceso

Mediante el uso de procedimientos aprobados, se deben inspeccionar, probar e identificar las actividades del proceso constructivo, para determinar por medio de actividades de control, la conformidad con los requisitos establecidos.

Inspección y Pruebas finales

Se debe de asegurar por medio de evidencia documentada que las inspecciones y pruebas se hayan realizado, que los materiales, equipos o instalaciones estén de acuerdo con los planos y especificaciones o procedimientos aplicables, y que las no conformidades, si las hubiera, han sido corregidas y documentadas.

Se debe de asegurar que ningún material, equipo o instalación se entregue o se ponga en servicio, hasta que todas las inspecciones especificadas en los procedimientos y planes de calidad se hayan aprobado y los datos y documentación asociados estén autorizados.

Se deben de establecer y mantener registros que den evidencia de que la actividad, el material, el equipo o instalación haya pasado inspección y/o prueba con los criterios de aceptación aprobados, así como identificar a la autoridad responsable de liberar el producto

EQUIPOS DE INSPECCION, MEDICION Y PRUEBA.

Control de Equipos de Inspección, Medición y Pruebas

Se requiere que se definan y apliquen los procedimientos de identificación, control, calibración y mantenimiento de los equipos de inspección, medición y pruebas, propios y de terceros, incluyendo la segregación de equipo con calibración vencida hasta su verificación.

ESTADO DE INSPECCION Y PRUEBAS.

Se requiere que en los Proyectos se apliquen procedimientos documentados para identificar el estado de inspección y pruebas de actividades, materiales o equipos, con el fin de asegurar que solamente se instalen los elementos que han sido aceptados

CONTROL DE NO CONFORMIDADES.

Se requiere establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que se prevenga el uso o instalación inadvertida de los productos no conformes con los requisitos especificados



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

El procedimiento deberá incluir la identificación, documentación, evaluación, segregación (cuando aplique), disposición, notificación de las áreas involucradas, verificación y cierre de las no conformidades.

Las no conformidades involucradas, pueden aplicar a cualquier producto, material, componente, equipo o actividad, cuya desviación a los requisitos del Proyecto los hacen inaceptables o dudosos.

Cuando se requiera por contrato, se debe reportar al Cliente, o a su representante, la disposición del producto no conforme y obtener su autorización.

ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.

Aplicación de Acciones Correctivas.

Se requiere establecer y mantener procedimientos documentados para la implantación de las acciones correctivas, con el fin de identificar y eliminar las causas existentes de no conformidad y evitar su recurrencia.

Cualquier cambio en los procedimientos y documentos del Sistema de Aseguramiento de Calidad producidos como resultados de acciones correctivas deberán estar documentados e implantados.

Aplicación de Acciones Preventivas.

Se requiere que se implanten procedimientos documentados para establecer y mantener acciones preventivas al Sistema de Aseguramiento de la Calidad, con el fin de prevenir causas potenciales de no conformidad y evitar la repetición de las que se han presentado en los Proyectos, tomando en cuenta la información de los:

- a) Resultados de auditorías internas y externas.
- b) Reportes de no conformidad.
- c) Incumplimientos detectados por monitoreos.
- d) Quejas del Cliente.

Se requiere que se documente que las acciones realizadas, fueron efectivas y verificadas por el responsable del Proyecto o gerencia funcional.

MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMBALAJE Y ENTREGA.

Control sobre el Manejo, Almacenamiento, Embalaje y Entrega.

Se requiere mantener procedimientos documentados para el manejo, almacenamiento, empaque, preservación y entrega de los materiales y equipos requeridos para la construcción.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



Entrega del Proyecto.

La entrega de sistemas parciales o total del Proyecto se hará de acuerdo con los requisitos establecidos con el Cliente por contrato.

REGISTRO DE CALIDAD.

Control de Registro de Calidad

Se requiere establecer y mantener procedimientos documentados para identificar, recolectar, codificar, acceder, archivar, almacenar, conservar y disponer de los registros de calidad, incluyendo los de los proveedores.

Todos los registros de calidad deben ser legibles antes y después de su reproducción e identificables con los productos involucrados, de manera que se garantice su protección y recuperación.

Se deben de definir los periodos de retención de los registros de acuerdo con el tipo de documento, establecido en el contrato

Cuando se acuerde contractualmente, los registros de calidad deben de estar disponibles para su evaluación por parte del Cliente, o su representante.

AUDITORIAS INTERNAS DE CALIDAD.

Se requiere que se realicen auditorias internas de acuerdo con procedimientos documentados y bajo un programa aprobado. Para determinar la efectividad del Sistema de Aseguramiento de la Calidad estas auditorias cubren las gerencias funcionales y todas las fases del Proyecto, y están dirigidas a verificar que el Proyecto cumpla con los requisitos de calidad del Cliente, procedimientos, planes y otros documentos que la Contratista maneje para estos fines.

La planeación y ejecución de auditorias internas se hará con personal calificado e independiente de la operación y de acuerdo al estado de importancia de la actividad a ser auditada

Las actividades de seguimiento de auditorias deben verificar y registrar la implantación y efectividad de las acciones correctivas tomadas

Los resultados de las auditorias deben registrarse y darse a conocer al personal responsable del área auditada.

CAPACITACION Y ADOCTRINAMIENTO.

La Contratista requiere que se apliquen procedimientos para identificar las necesidades de capacitacion del personal, que ejecuten actividades que afecten a la calidad.



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

La Gerencia de Calidad y Recursos Humanos programa e imparte capacitación, en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad a todos los niveles de personal de la Contratista, incluyendo al personal de nuevo ingreso.

La Contratista programa e imparte capacitación al personal, de acuerdo con las necesidades de los Proyectos, manteniendo los registros apropiados.

La Contratista debe de impartir capacitación al personal, de acuerdo con las necesidades de los Proyectos, manteniendo los registros apropiados.

El adoctrinamiento en el uso de los procedimientos operativos se efectúa por los jefes de departamento o por quien designe el Gerente Funcional.

SERVICIO AL CLIENTE.

Garantías de Servicio.

La Contratista requiere que cuando se presente una reclamación del Cliente por defectos ocultos, posterior a la entrega parcial de sistemas o del total del Proyecto, y durante el periodo de garantía, se atienda haciendo las reparaciones o correcciones necesarias, con base en la especificación aplicable, que se haya establecido en el contrato.

TECNICAS ESTADISTICAS.

En el Proyecto se identificará la necesidad de aplicar técnicas estadísticas para controlar y verificar procesos constructivos tales como Fabricación de concreto, soldadura y pruebas no destructivas. Dichas técnicas se efectuarán con base en procedimientos documentados.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



4.3.- PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO

4.3.1 PROPOSITO.

El propósito del Plan de Calidad del Proyecto de la Planta Productora de Sílica es definir los requerimientos del Sistema de Aseguramiento de la Calidad, los procedimientos a seguir para cumplir con dichos requerimientos y la organización que es responsable y tiene autoridad para implantar dicho Plan.

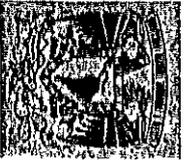
4.3.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO.

El Proyecto se ejecutará con base en los Principios de Calidad establecidos en el Manual de Aseguramiento de la Calidad, de acuerdo con el estándar internacional ISO 9001, que define e implanta este Plan de Calidad específico para el Proyecto, el cual se basa en los siguientes elementos:

El contrato con el Cliente dentro del cual se especifican los requerimientos de calidad pactados.

El Manual de Aseguramiento de la Calidad/Principios de Calidad de la Contratista líder de proyecto

Plan de Calidad de las Actividades (de las disciplinas que aplica)



Integración del Plan de Calidad del Proyecto

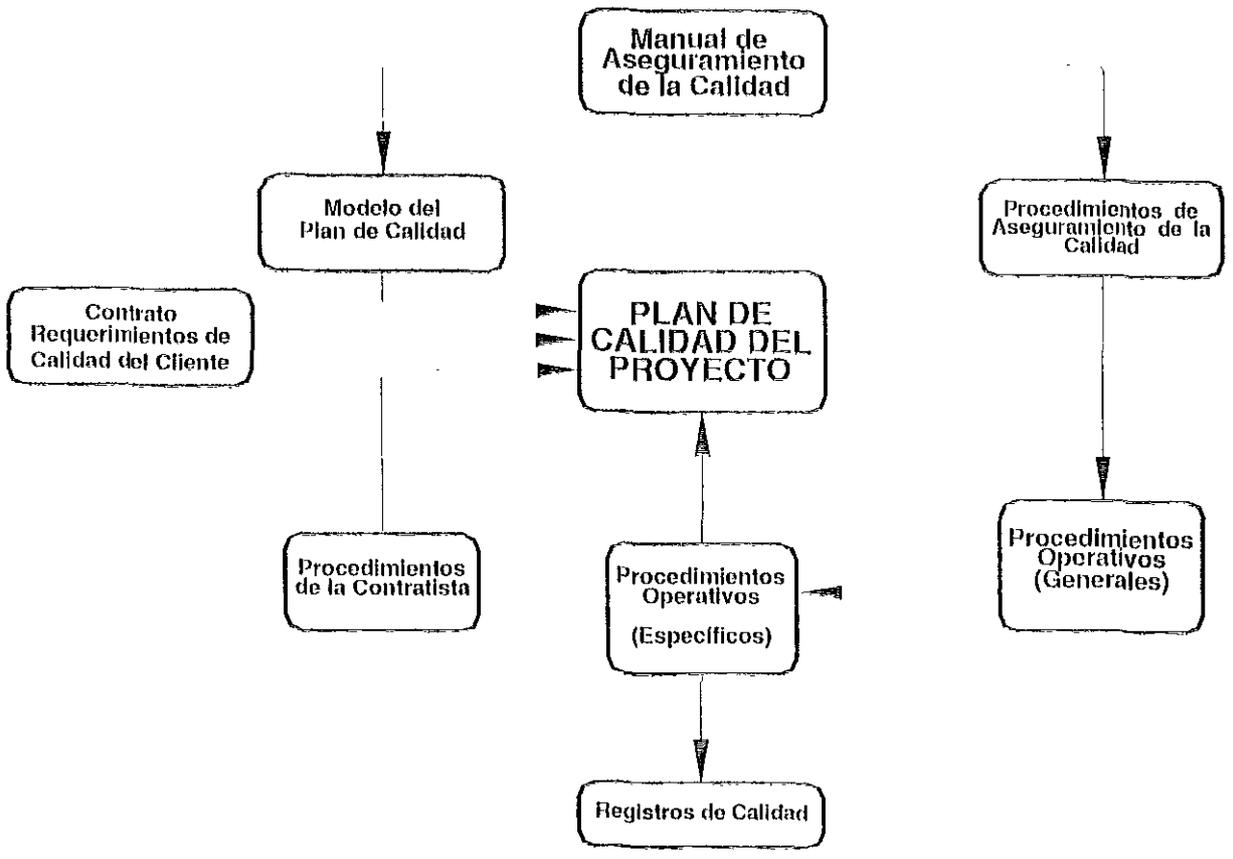


Fig. 3.- Integración del Plan de Calidad del Proyecto.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



4.3.3 OBJETIVOS DE CALIDAD DEL PROYECTO.

El objetivo de calidad del Proyecto es ejecutar el alcance completo del trabajo asignado, dentro del período de tiempo establecido en el programa, y de acuerdo con el costo y los requerimientos de calidad definidos con el Cliente.

Para lograr estos objetivos, se establece este Plan de Calidad y su implantación se define con la organización, los responsables y los procedimientos aplicables (indicados en los Planes de Calidad de las Actividades).

4.3.4 ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES.

ORGANIZACION.

El organigrama del equipo de trabajo se presenta en la hoja siguiente.

RESPONSABILIDADES.

Las responsabilidades específicas se indican en el apartado 5.0

Las responsabilidades generales son:

Gerente de Proyecto.

- a) Planear, dirigir y supervisar que el proyecto se ejecute de acuerdo con los Principios de Calidad y con los requerimientos establecidos en el contrato
- b) Mantener relaciones efectivas con el Cliente
- d) Identificar los riesgos del contrato y desarrollar una estrategia para atenuarlos
- e) Dirigir la revisión del contrato y establecer una clara definición del alcance y los objetivos del Proyecto.
- f) Elaborar el Plan de Ejecución del Proyecto, incluyendo el Manual de Procedimientos del Proyecto y el Plan de Calidad del mismo.
- g) Dirigir una o más reuniones de arranque y de alienación del Proyecto, para enfocar los esfuerzos del personal hacia el logro de los resultados clave del Proyecto
- h) Asegurar durante la ejecución del Proyecto que todos los trabajos se realicen con base en los procedimientos documentados para lograr el cumplimiento de los requisitos de calidad del Proyecto.
- i) Mantener registros documentados de los cambios del Proyecto
- j) Asegurar que se implante un sistema de control de documentos del Proyecto



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Organización de Calidad del Proyecto

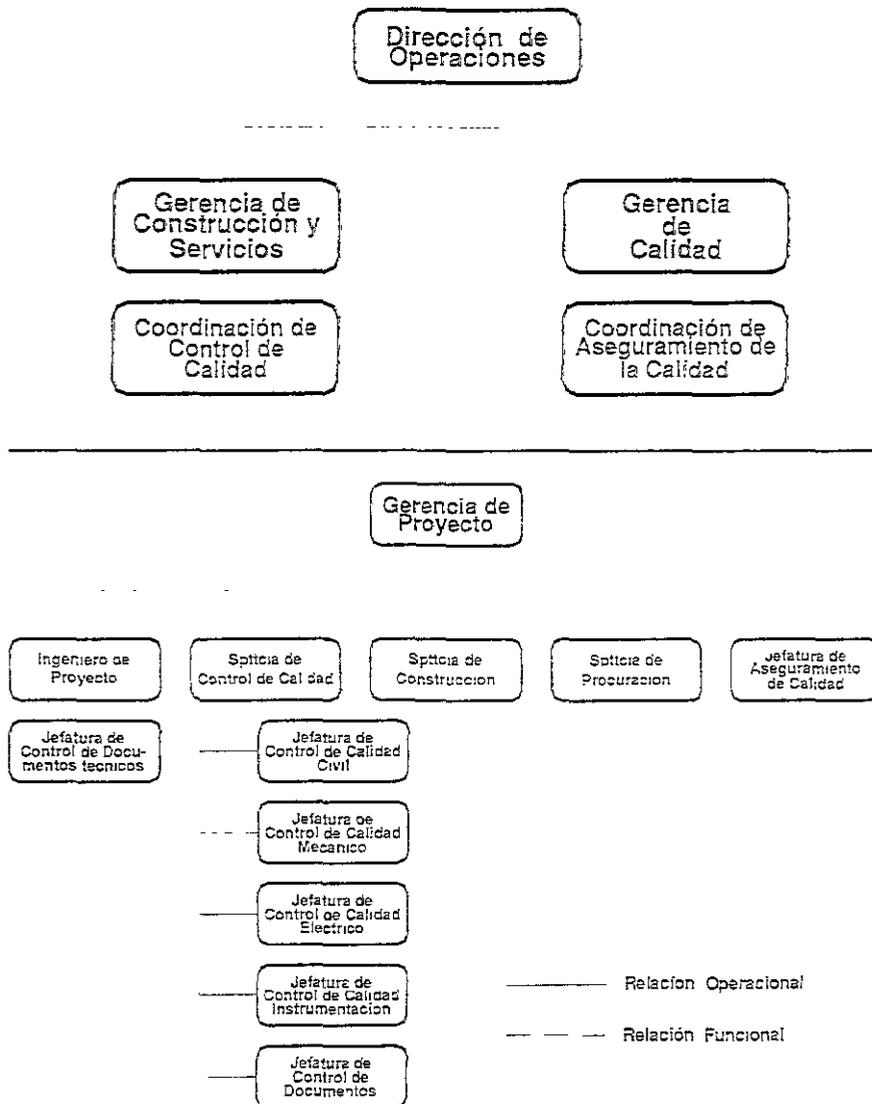
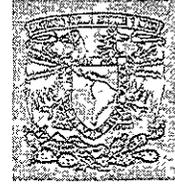


Figura 4.- Organización de Calidad del Proyecto.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



k) Ser el líder para guiar y comprometer al personal con el cumplimiento de los principios de calidad en el Proyecto.

c) Asegurar que el personal clave conoce el contrato.

l) Recibir y atender las quejas y reclamaciones de los Clientes, dándoles solución oportuna y satisfactoria.

m) Implantar y mantener el Sistema de Seguridad en el Proyecto.

Ingeniero de Proyecto.

a) Elaborar el Plan de Calidad de las actividades gerenciales de ingeniería. Adecuar los procedimientos respectivos a los requerimientos del Cliente y elaborar los procedimientos nuevos que se requieran.

b) Controlar el cumplimiento de la calidad de los trabajos de ingeniería en el Proyecto, a través de dirigir, implementar y mantener la aplicación de los procedimientos correspondientes al diseño en cada disciplina.

c) Verificar que el personal de ingeniería esté adocotrinado y aplique los procedimientos de diseño de la Contratista

d) Implantar el Sistema de Control de Documentos técnicos del Proyecto en la etapa de Ingeniería

Superintendente de Procuración.

a) Elaborar el Plan de Calidad de las Actividades de Procuración. Adecuar los procedimientos respectivos a los del Cliente y elaborar los procedimientos nuevos que se necesiten.

b) Controlar el cumplimiento de la calidad de los suministros de procuración al Proyecto, a través de dirigir, implantar y mantener la aplicación de los procedimientos de procuración

c) Verificar que el personal de procuración esté adocotrinado y aplique los procedimientos de procuración de la Contratista

d) Verificar que se apliquen los criterios de control de documentos del Proyecto en el manejo de los documentos de procuración que afecten la calidad

Superintendente General de Construcción.

a) Elaborar el Plan de Calidad de las actividades de la Superintendencia de Construcción. Adecuar los procedimientos respectivos a los del Cliente y elaborar aquellos que se necesiten

b) Dirigir, implantar y mantener la calidad de los trabajos de construcción en el Proyecto



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

- c) Verificar que el personal de construcción esté adocotrinado y aplique los procedimientos de la Contratista.
- d) Verificar que se apliquen los criterios de control de documentos del Proyecto en el manejo de los aplicables en construcción.

Jefe de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto.

- a) Asistir al Gerente de Proyecto y a su grupo de trabajo, en la preparación del Plan de Calidad del Proyecto y en el adocotrinamiento del personal asignado, en el uso del mismo.
- b) Apoyar al Gerente de Proyecto en la integración de los Planes de Calidad de las actividades de las disciplinas involucradas.
- c) Mantener vigente el Sistema de Aseguramiento de la Calidad en las etapas de Ingeniería, Procuración, Construcción y Puesta en Servicio del Proyecto por medio de auditorías internas de proceso y monitoreos al Proyecto y su seguimiento.
- d) Programar, dirigir y documentar las auditorías internas del proceso de Diseño, Procuración y Construcción en el Proyecto, además de dar seguimiento a las auditorías internas y externas en el Proyecto hasta su cierre en el plazo establecido.
- e) Ser la interface con el Cliente en todos los asuntos de Aseguramiento de la Calidad de Ingeniería, Procuración y Construcción del Proyecto.

Superintendente de Control de Calidad en Construcción.

- a) Implantar y mantener el Control de Calidad aplicable a la construcción del Proyecto.
- b) Verificar que la organización de construcción del Proyecto cumpla con los principios de calidad establecidos en el Plan de Calidad.
- c) Ser interface con el Cliente en todos los asuntos de Control de Calidad relacionados con Construcción.
- d) Participar en la elaboración del Plan de Calidad de las actividades de construcción del Proyecto.
- e) Revisar y aprobar el Plan de Inspección y Pruebas de las áreas de control de calidad de construcción del Proyecto.
- f) Revisar y aprobar la emisión de Reportes de No Conformidad.
- g) Implantar y mantener el sistema de Control de Documentos en la obra.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



Superintendente de Subcontratos.

- a) Elaborar el Plan de Calidad de las Actividades de Subcontratos. Adecuar los procedimientos respectivos a los del Cliente y elaborar aquellos que se necesiten.
- b) Verificar que el personal de Subcontratos esté adoctrinado y aplique los procedimientos de Subcontratos de la Contratista.
- c) Realizar la administración de todos los Subcontratos que se den durante el desarrollo del Proyecto.
- d) Realizar inducción en el Sistema de Calidad a los Subcontratistas.
- e) Controlar que se elaboren las evaluaciones de desempeño
- f) Recibir y enviar comunicaciones entre subcontratistas y la Contratista.

Supervisores o Jefes de Disciplina asignados al Proyecto.

- a) Son responsables de la calidad de su propio trabajo y de la verificación de las tareas realizadas por sus colaboradores en el Proyecto; y de asegurarse de que todos los documentos emitidos en el Proyecto sean revisados y aprobados de acuerdo con los procedimientos aplicables

Personal Asignado al Proyecto.

- a) Los miembros del equipo de trabajo del Proyecto, deben aplicar los procedimientos correspondientes a su área indicados en los Planes de Calidad de las Actividades, incluidos en el apartado 5.2 de este capítulo.

Gerentes Funcionales

1) Gerencia de Ingeniería.

- a) Es responsable de asignar oportunamente al Proyecto, personal de Ingeniería calificado en las actividades por desarrollar.
- b) A través de los Jefes de Departamento de Ingeniería asegurar el uso de las normas vigentes, el software y la correcta ejecución técnica de los trabajos de las disciplinas
- c) Supervisar que los Jefes de Departamento de Ingeniería verifiquen que el personal asignado cumpla con las políticas y procedimientos aplicables al Proyecto

2) Gerencia de Procuración

- a) Es responsable de asignar oportunamente al Proyecto, personal de Procuración capacitado en las actividades a desarrollar



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

b) Participar desde el inicio del Proyecto en la planeación detallada de las actividades de Procuración de equipos para garantizar el cumplimiento oportuno de los requerimientos del Proyecto.

c) Verificar que el personal de Procuración asignado al Proyecto cumpla con las políticas y procedimientos aplicables al Proyecto.

3) Gerencia de Construcción y Servicios.

a) Acordar con la Gerencia de Proyecto la asignación del personal de Construcción capacitado en las actividades por desarrollar.

b) Verificar que el personal de Construcción asignado al Proyecto cumpla con las políticas y procedimientos aplicables al Proyecto.

c) Asegurar que se supervise el cumplimiento de la Calidad y Seguridad en los trabajos de Construcción en el Proyecto.

4) Gerencia de Calidad.

a) Aplicar las auditorías al Sistema de Aseguramiento de Calidad del Proyecto de acuerdo al programa de auditorías previamente trazado.

b) Dirigir el análisis de las causas comunes de desviaciones de auditorías y no conformidades, para tomar acciones preventivas.

c) Apoyar al personal de Aseguramiento de la Calidad asignado al Proyecto, con métodos para prevenir problemas de calidad.

4.3.5 PRINCIPIOS DE CALIDAD Y PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO.

PRINCIPIOS DE CALIDAD APLICABLES AL PROYECTO.

Los requisitos del Sistema de Aseguramiento de la Calidad aplicables al Proyecto, han sido extraídos del Manual de Aseguramiento de la Calidad de la Contratista y son mandatorios para la ejecución del Proyecto, por lo que el personal asignado deberá comprenderlos y aplicarlos en la realización de sus tareas.

Dichos Principios de Calidad son los siguientes:

1) Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Contratista está definido en el Manual de Aseguramiento de la Calidad y cumple con los requisitos establecidos en la norma internacional ISO 9001, ejecutándose cada uno a través de Principios de Calidad incluidos en los requisitos del Sistema.

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto está integrado por el Plan de Calidad del Proyecto, los Principios de Calidad (extraídos del Manual de Aseguramiento de la Calidad de la Contratista), los Planes de Calidad de las Actividades de cada disciplina, los procedimientos operativos y de referencia los de la Contratista.

2) Implantación del Sistema

Todo el personal técnico administrativo asignado al Proyecto deberá estar adoctrinado en el Plan de Calidad del Proyecto, con el propósito de que lo apliquen en forma eficaz

3) Requisitos de los procedimientos.

Todas las actividades que afectan la calidad del Proyecto deberán realizarse aplicando procedimientos escritos y aprobados, los cuales estarán identificados en los Planes de Calidad de las Actividades de cada disciplina.

Se aplicará la última revisión de los procedimientos listados en estos Planes excepto cuando se indique específicamente la aplicación de otra revisión anterior.

4) Sistemas de Información

Se aplicarán sistemas electrónicos para la ejecución del Proyecto para controlar lo siguiente:

- a) Definición completa del software aplicable
- b) Acceso seguro a las computadoras y a la red
- c) Respaldo de la información.
- d) Protección contra virus.

5) Revisión del Contrato.

En el Proyecto se establecerá un archivo en donde se conserven los documentos contractuales, así como correspondencia del Cliente, quejas, minutas y bitácoras relacionadas con asuntos contractuales



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

6) Revisión del alcance del Proyecto (Requisitos y Recursos).

El Gerente de Proyecto iniciará una revisión formal del alcance del Proyecto con su equipo de trabajo, para verificar que los requerimientos del Proyecto están definidos claramente y que se dispone de los recursos para cumplir con los requisitos contractuales. Esto incluye la definición suficientemente detallada para dirigir el Proyecto a través de todas las fases de ejecución.

7) Plan de Ejecución del Proyecto y Manual de Procedimientos del Proyecto.

En el Proyecto se elaborará e implantará el Plan de Ejecución del Proyecto y el Manual de Procedimientos del Proyecto, los cuales deberán usarse para controlar la ejecución del Proyecto.

8) Procesos de Arranque, Alineación y Planeación.

En el Proyecto se hará una junta de arranque y alineación con el Cliente para:

- a) Establecer un acuerdo mutuo con el Cliente de la visión y propósito del Proyecto.
- b) Identificar resultados clave y metas medibles.
- c) Establecer un entendimiento claro de roles y responsabilidades.
- d) Elaborar e implantar un plan de mejora continua.

9) Control del Proyecto:

En el control del Proyecto deben aplicarse procedimientos de planeación y control, incluyendo control de costos para la terminación del Proyecto.

En el Proyecto se usará un método para identificar oportunamente desviaciones al programa de ejecución y a los costos, para tomar acciones correctivas y dar seguimiento a las órdenes de cambio.

10) Revisiones y reportes del Proyecto.

El Gerente de Proyecto realizará revisiones mensuales del estado del Proyecto.

El Gerente de Proyecto es responsable de emitir un reporte mensual sobre el estado del Proyecto.

11) Control de documentos.

El término "documento" se refiere a la información generada o recibida en el Proyecto, ya sea impresa, almacenada en forma electrónica o en cualquier otro formato.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



En el Proyecto deberán implantarse procedimientos para controlar los documentos para asegurar que:

- a) Los documentos tengan una identificación única.
- b) Cada revisión se someta a un proceso de verificación y aprobación previo a su uso.
- c) Se mantenga actualizado un registro de documentos con su última revisión.
 - d) Se establezcan métodos para controlar documentos obsoletos
 - e) Se tengan listas para distribución de documentos.
 - f) Se establezca y se aplique un sistema de archivo del Proyecto
 - g) Se identifiquen los cambios hechos a los documentos.
- h) Se conserven las copias en papel de cada revisión de los documentos que se almacenen en computadora, con iniciales y firmas de los responsables de verificar y aprobar las revisiones

12) Programa de Seguridad

En el Proyecto deben aplicarse prácticas de prevención de accidentes y debe asignarse a un coordinador de seguridad.

Se implantará el Manual de Seguridad y se harán auditorías periódicas para verificar su aplicación

13) Control de No Conformidades

El Gerente de Proyecto será responsable de implantar en el Proyecto el procedimiento de Control de No Conformidades, para evitar el uso de materiales y equipos No Conformes y asegurar que se realicen y revisen las disposiciones indicadas para la corrección del producto o actividad no conforme

14) Acciones correctivas y preventivas.

Se harán los cambios al Sistema de Operación para prevenir las causas existentes de No Conformidad y evitar su recurrencia. El proceso involucra lo siguiente

- a) Identificar la causa
- b) Definir e implantar la Acción Preventiva
- c) Modificar los documentos del Sistema que se vean afectados
- d) Verificar que la Acción correctiva sea efectiva



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

15) Registros de Calidad.

El Proyecto debe de identificar, codificar, archivar, almacenar y ordenar los registros de calidad (incluyendo los proveedores y subcontratistas) de acuerdo con lo establecido en el procedimiento, para mostrar evidencia objetiva de que:

- a) Los requerimientos del Proyecto se cumplan.
- b) El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Contratista está operando en forma efectiva.

En cada Proyecto se deberá verificar que los registros sean legibles, antes y después de su reproducción, que sean identificables con el producto correspondiente y que sean almacenados para garantizar su protección, seguridad y acceso. Además, que estén definidos los períodos de retención.

16) Auditorías Internas de Calidad.

El Gerente de Calidad debe:

- a) Establecer un Sistema de Auditorías Internas de Calidad al Proyecto.
- b) Dirigir las auditorías sobre la base de un procedimiento.
- c) Calificar auditores con base en un procedimiento.
- d) Obtener aprobación del Gerente de Proyecto de las fechas de auditorías.

Las auditorías internas estarán enfocadas a verificar si las actividades se ejecutan de acuerdo con los procedimientos indicados en el Plan de Calidad de las Actividades para determinar la efectividad del Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

Las auditorías internas del proceso y los monitoreos los efectuará el responsable del aseguramiento de la calidad asignado al Proyecto y estarán enfocadas a verificar la aplicación correcta de los procedimientos específicos

17) Capacitación y Adiestramiento.

El Gerente Funcional es responsable de asegurarse de que el personal de su gerencia asignado al Proyecto, esté capacitado en la aplicación de los procedimientos y sistemas aplicables en el Proyecto.

El Gerente de Proyecto se debe coordinar con las Gerencias Funcionales para la elaboración de un programa de capacitación del personal asignado al Proyecto, enfocado a incrementar los conocimientos y habilidades del personal para mejorar la calidad y la productividad.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



Recursos Humanos será responsable de la administración del programa de capacitación, incluyendo el seguimiento y registro de la capacitación del personal.

18) Control de Diseño.

a) La Contratista requiere que en todas las actividades de diseño se implanten medidas para asegurar que los reglamentos, códigos, normas y bases de diseño se apliquen correctamente en las especificaciones y otros documentos relacionados, con el propósito de que los diseños ejecutados sean confiables y seguros.

b) Establecer una definición detallada del alcance del diseño del Proyecto, incluyendo la identificación y descripción de las entradas de diseño en forma clara y precisa.

c) Planear el proceso de diseño de manera que:

- + El trabajo se programe formalmente con una secuencia lógica que integre las diversas fases y actividades del Proyecto.

- + Se describan las actividades y documentos de diseño, así como la información requerida.

- + Se establezcan los procedimientos autorizados para ejecutar las actividades de diseño que afectan la calidad

d) Los programas y reportes de realicen de manera que permitan su control a los niveles de Dirección de Operaciones, Gerencia de Proyecto, Ingeniería de Proyecto y Supervisión de la Disciplina.

e) En todas las actividades de diseño se deben usar procedimientos aprobados.

f) Las interfaces de diseño se deben hacer con procedimientos aprobados

g) La transmisión de documentos entre los distintos grupos se debe hacer por escrito

h) En las actividades de diseño se debe de aplicar el control de documentos.

i) El diseño de Proyecto debe de documentarse mediante la elaboración de criterios de diseño, especificaciones, memorias de calculo, diagramas y planos entre otros

j) Se debe verificar el diseño mediante

- + La confirmación de la aplicación del procedimiento establecido en el Plan de Calidad de las Actividades

- + Las revisiones de diseño interdisciplinarias y por entidades independientes, cuando se requiera

- + Otros medios apropiados (cuando sean necesarios) tales como comparaciones con diseños anteriores debidamente aprobados por el Cliente, calculos alternativos y otros



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

k) La validación del diseño se debe hacer mediante:

+ La comprobación de que fue realizado y firmado por el personal autorizado para elaborar, revisar y aprobar, indicando en el Plan de Calidad de las Actividades de la disciplina correspondiente.

+ La comprobación de que se aplicó el procedimiento de control de documentos.

+ La validación del funcionamiento del diseño se hace al ponerse en servicio la instalación, siendo tal validación responsabilidad del licenciador que otorga la tecnología al Cliente.

l) Se verificará el diseño para confirmar la aceptabilidad de los documentos del diseño.

m) Los niveles de responsabilidad asociados a las actividades de diseño, en cuanto a la elaboración, revisión y aprobación de los distintos documentos, se definen como sigue:

+ "Elaborado por"

Un documento sólo puede ser firmado como "elaborado por" cuando la persona responsable de hacerlo se asegure que el documento es aceptable en términos de ser correcto y completo que la misma persona lo ha verificado debidamente como es obligatorio y que está de acuerdo con los Procedimientos de Trabajo escritos proporcionados por el Jefe de Departamento respectivo. No se debe suponer que las fases posteriores de verificación y aprobación detectarán y corregirán cualquier error.

+ "Revisado por"

Un documento sólo puede ser firmado como "revisado por" cuando la persona responsable de revisarlo, quien normalmente es una persona diferente a la que preparó el documento, se asegure que el documento es aceptable de acuerdo con un procedimiento formal y autorizado, que incluya una lista de verificación proporcionada por el Jefe de Disciplina respectivo.

+ "Aprobado por"

Un documento sólo puede ser firmado como "aprobado por" cuando la persona responsable de aprobar el documento, en representación de la disciplina se asegure de que el documento llena todos los requisitos de aceptación, que está correcto y que está listo para ser emitido.

n) La Contratista requiere que en todos los documentos de diseño generados se aplique el proceso de verificación, revisión y aprobación.

o) La Contratista requiere que los trabajos de diseño y planos de los proveedores/subcontratistas se verifiquen, para asegurar que los mismos, se han revisado y aprobado formalmente, ya sea por el proveedor, la Contratista o un tercero.

p) El hecho de que los documentos de proveedores/subcontratistas sean verificados por el personal de la Contratista, no libera al proveedor de su responsabilidad y así debe establecerse en los términos del contrato u orden de compra.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



19) Procuración.

La Contratista requiere que se asegure que todos los productos y servicios, cumplan con los requisitos especificados por el Proyecto.

a) Generando paquetes de solicitud de cotizaciones y propuestas que sean claras y completas.

b) Seleccionando proveedores que cumplan:

- + Con los procedimientos formales de concursos, de análisis y de selección de la Contratista.

- + Con la entrega de la documentación técnica y comercial requerida.

c) Y además sean capaces de cumplir con uno o más de los requisitos de calidad siguientes:

- + Que el Sistema de Calidad del proveedor esté aprobado por un tercero calificado

- + Que el producto del proveedor esté aprobado por medio de un esquema apropiado

- + Que exista evidencia de que en el pasado el proveedor haya cumplido con los requisitos de calidad de la Contratista.

- + Que la Contratista haya auditado el Sistema de Calidad del proveedor, exigiéndole que presente cuando se lo solicite, un Plan de Calidad detallado, que esté implantado.

NOTA: El término proveedor comprende tanto a los proveedores como a los subcontratistas. Procuración se aplica tanto a las actividades de compras de materiales y equipos, como a las de contratación de servicios.

d) El Proyecto requiere que los paquetes de solicitud de cotización y de propuesta se controlen para que:

- + Satisfagan los requisitos de control de documentos que se establezcan en el Proyecto.

- + Sean archivados de una manera sistemática y que contengan instrucciones y definiciones claras de:

- Alcance de suministros

- Requisitos comerciales.

- Requisitos técnicos

- Requisitos de Aseguramiento/Control de Calidad (Normas Internacionales).

- Especificaciones y normas aplicables.

- Especificaciones de almacenamiento y mantenimiento

e) En el Proyecto se aplicarán los procedimientos para la licitación documentada, evaluación de las cotizaciones y adjudicación de las órdenes de compra

f) En la fase subsecuente a la adjudicación, se asegurará que todos los equipos, materiales y servicios adquiridos cumplan con los requerimientos especificados, por medio de una inspección y



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

prueba hasta el grado establecido en el Proyecto. Además, evaluando el desempeño de los proveedores.

20) Productos Suministrados por el Cliente.

No aplica.

21) Identificación y Rastreabilidad de Productos.

La Contratista especificará, cuando se requiera, en el contrato u orden de compra, que el proveedor es responsable de aplicar procedimientos para la identificación indeleble y la rastreabilidad de materiales y equipos permanentes en planta de acuerdo con la codificación indicada en los documentos de diseño.

22) Control de Proceso.

a) En el Proyecto se requiere que los procedimientos internos de Construcción, que directamente afecten la calidad del trabajo asignado, sean identificados y realizados con procedimientos aprobados.

b) Las condiciones bajo control incluyen lo siguiente.

- + Que existan los procedimientos de trabajo documentados que definan la ejecución de las actividades indicadas en el Plan de Calidad.

- + Que el equipo en uso sea el apropiado, el ambiente de trabajo adecuado y que se cumpla con las normas, códigos y reglamentos establecidos en los procedimientos de operación.

- + El monitoreo y control de los materiales, métodos y equipos de ejecución.

- + La aprobación por parte del Cliente de los procedimientos cuando esté establecido en el contrato.

- + Que se usen listas de verificación para asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad de sus actividades, por el personal técnico con responsabilidad directa en su ejecución.

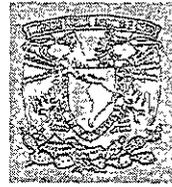
c) Es requisito de la Contratista que en la ejecución de los procesos especiales se efectúe bajo condiciones controladas y que además se asegure:

- + Que se cuenta con los procedimientos calificados.

- + Que los trabajos se ejecuten con personal calificado.

- + Que los equipos que se utilicen estén calibrados.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



23) Inspección y Pruebas.

- a) El Proyecto requiere que se tomen medidas para asegurar que las actividades, materiales o equipos permanentes, antes de su incorporación a la Planta, hayan sido debidamente inspeccionados y/o certificados por la Contratista o por terceros calificados, para confirmar que se cumple con los requisitos especificados.
- b) Asegurar que ningún material, equipo o instalación se entregue o se ponga en servicio, hasta que todas las inspecciones especificadas en los procedimientos se hayan aprobado.
- c) Establecer y mantener registros que den evidencia de que la actividad, el material, equipo o instalación haya pasado inspección y/o prueba con los criterios de aceptación aprobados.
- d) En los planes de Calidad de las Actividades de las Disciplinas de Construcción se definen los procedimientos de inspección aplicables a todas las tareas.
- e) En la recepción de equipos o materiales se requiere que se efectúen inspecciones y/o pruebas, para verificar que estos cumplen con los requisitos solicitados, en ningún caso se permitirá que se usen o procesen hasta que hayan sido inspeccionados o que en otra forma se hayan verificado que cumplen con los requisitos de las especificaciones.
- f) Mediante el uso de procedimientos, se deberá inspeccionar, probar e identificar las actividades del proceso constructivo, para determinar por medio de actividades de control, la conformidad con los requisitos establecidos
- g) Se debe asegurar por medio de evidencia documentada que las inspecciones y pruebas se hayan realizado, que los materiales, equipos o instalaciones estén de acuerdo con los planos y especificaciones o procedimientos aplicables, y que las no conformidades, si las hubiera, han sido corregidas y documentadas

24) Equipos de inspección, Medición y prueba.

El Proyecto se requiere que se definan y apliquen procedimientos de identificación, control, calibración y mantenimiento de los equipos de inspección, medición y pruebas, propios y de terceros, incluyendo la segregación de equipos con calibración vencida hasta su verificación, rastreabilidad de mediciones, referencia de patrones de medición, condiciones ambientales a cumplir y registros de cada equipo.

25) Estado de Inspección y Pruebas

El Proyecto requiere que el estado de inspección y pruebas de actividades, materiales, o equipos, se identifique con uno o mas de los siguientes puntos.

- + Etiquetas o rotulos



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

- + Expedientes de pruebas o inspecciones.
- + Señalización de equipos y/o materiales.

26) Manejo, Almacenamiento, Embalaje y Entrega.

a) El Proyecto requiere que los proveedores mantengan y operen por medios y procedimientos formales, el manejo, almacenamiento, embalaje y entrega de los materiales y equipos, relacionados con contratos u órdenes de compra de la Contratista o de sus clientes

b) La Contratista se haga cargo del manejo y almacenamiento. El trabajo se hará de acuerdo con procedimientos documentados para el caso y la preservación de materiales y equipos se realizará por medio de los procedimientos de almacén

c) La entrega de sistemas parciales o totales se hará de acuerdo con los requerimientos del Cliente establecidos en el contrato y en base en procedimientos.

27) Servicio al Cliente.

Cuando se presente una reclamación del Cliente, posterior a la entrega parcial de sistemas o del total del Proyecto, se atenderá haciendo las reparaciones o correcciones necesarias, con base en la especificación aplicable, que se haya establecido en el contrato.

28) Técnicas Estadísticas.

En la resistencia del concreto hidráulico del Proyecto se aplicarán técnicas estadísticas para controlar el proceso dentro del rango establecido en la norma específica.

PLANES DE CALIDAD DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

En este apartado se incluyen los Planes de Calidad para las Actividades que afectan la calidad del Proyecto en cada disciplina. En estos documentos se establecen las actividades por realizar de acuerdo con el alcance del Proyecto, los procedimientos y las listas de verificación que se aplicarán para la ejecución y revisión del trabajo, además del nivel de personal autorizado para la elaboración, revisión y aprobación de las actividades.

Todo el personal involucrado en la ejecución del Proyecto realizará el trabajo asignado, de acuerdo con el Plan de Calidad de las Actividades, aplicable a su disciplina.

De cada una de las disciplinas/áreas se elaboró un Plan de Calidad de las Actividades. Para ilustrar como se maneja presentamos una actividad del Plan de Calidad de las Actividades del área de Obra Civil de la disciplina de Construcción:

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



Número. 1
 Descripción. TOPOGRAFIA
 Procedimiento
 Aplicable: XX.1
 Verificación
 Lista: XX.1, y anexo correspondiente
 Interdisciplina JFR (Jefe de Frente)
 Independiente: JCC (Jefe de Control de Calidad)
 Personal Autorizado para
 Elaborado por: JBR (Jefe de Brigada Topográfica)
 Revisado por: NA (No Aplica).
 Aprobar
 Disciplina. JDI (Jefe de Disciplina de Construcción)
 Proyecto SCN (STTE. de Construcción)
 Cliente: NA (No Aplica).

4.3.6 AUDITORIAS DE CALIDAD.

Las Auditorías Internas de Aseguramiento de la Calidad se definirán como "Programa de Auditorías Internas de Calidad al Proyecto" y su ejecución será responsabilidad del Gerente de Proyectos.

Dicho programa se vaciará en un documento que tenga el siguiente formato:

FECHA PROGRAMADA	TIPO DE AUDITORIA	DESCRIPCION DEL ALCANCE
fecha en que se realizará	Al Sistema o Al Proceso	Lugar o alcance.

	Nombre y firma	Fecha
Gerente de Proyecto	[]	[]
Gerente de Calidad.	[]	[]
Jefe de Aseguramiento de Calidad.	[]	[]



IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

4.3.7 CONTROL DE REVISIONES Y DISTRIBUCION DEL PLAN DE CALIDAD.

Es indispensable que se asigne copia controlada del Plan de Calidad del Proyecto a las siguientes personas: Gerente de Proyecto, Gerente de Calidad, Ingeniero de Proyecto, Superintendente e Construcción, Superintendente de Procuración, Superintendente de Subcontratos, Superintendente de Control de Calidad, Jefe de Aseguramiento de la Calidad, Jefes de Disciplina de Construcción y Supervisores de Ingeniería y Control de Proyectos. Una copia del Plan de Calidad del Proyecto deberá estar disponible para consulta de todo el personal asignado al Proyecto.

El Plan de Calidad se revisará semestralmente por lo menos, por el Gerente de Proyecto, y solicitar las aprobaciones correspondientes.

El control de revisiones del Plan de Calidad de Proyecto se hará de acuerdo con el Procedimiento Maestro de la Contratista.

V.- CONCLUSIONES.



V.- CONCLUSIONES.

V.- CONCLUSIONES.



V.- CONCLUSIONES

En el presente capítulo revisaremos la importancia de cada tema y la forma en que interactúa con los demás.

En el Capítulo I, Estudios Preliminares, se describe los estudios que se elaboraron como punto de partida: Mecánica de Suelos y los de Impacto Ambiental.

Con relación a los estudios de Mecánica de Suelos se abordaron los siguientes temas:

- a) Estudios Geotécnicos: Se estudiaron las cualidades hidráulicas y mecánicas del suelo y de los materiales pétreos que se utilizaron para la construcción de las vialidades, rellenos y elaboración de concretos.
- b) Ingeniería de Cimentaciones: Según el tipo de edificio o estructura se estudian y proponen las soluciones de cimentación adecuada, así como el material y procedimientos constructivos adecuados.
- c) Ingeniería de Pavimentos: Se proponen y diseñan pavimentos ya sean de tipo flexible o rígido para vialidades principales, área de estacionamiento, patio de maniobras y losa de piso.

Con relación al subcapítulo de Mecánica de Suelos podemos comentar que las características del suelo del predio que se eligió para la construcción de la Planta de Sílica, exigió resolver múltiples inconvenientes, pero por otro lado resultaron en soluciones para las cimentaciones muy interesantes.

Con relación a la Manifestación de Impacto Ambiental que fue elaborado para la construcción y operación de la Planta de Producción y Procesamiento de Sílica, es relevante mencionar que cumple con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y cada una de sus secciones ha sido escrupulosamente atendidas y resueltas. Sin embargo, consideramos que la autoridad debe vigilar muy de cerca el cumplimiento de los compromisos adquiridos en la Manifestación de Impacto Ambiental y los derivados de la Ley, y que el personal encargado de hacerlo este adecuadamente capacitado y actúe cuando menos apegado a la Ley.



V.- CONCLUSIONES.

En el Capítulo II, Criterios de Análisis y Diseño Estructural, se abordan los siguientes temas:

- a) **Métodos de Análisis y Diseño:** Repasamos los métodos aproximados de diseño tales como el de Cross y el de Kani, los cuales se utilizaron como herramientas de prediseño. Después revisamos el método de las Rigideces, que es un método exacto y económico para obtener los elementos mecánicos en la etapa de diseño. Finalmente abordamos el método de los Elementos Finitos, el cual se puede aplicar a estructuras o parte de ellas que requieren un tratamiento especial.
- b) **Bases de Diseño:** En este apartado revisamos los alcances de las especificaciones, reglamentos y manuales de referencia, cargas y sus combinaciones, los materiales utilizados y las fuerzas que se consideraron al diseñar las estructuras de la Planta para Producción de Sílica.
- c) **Estructuración de edificios:** Finalmente se describe como se estructuraron el edificio de filtros prensa, el de silos y el de spray dryer, por ser los más representativos del proyecto.

En el Capítulo III, Procedimiento Constructivo: En este capítulo se describen los siguientes temas:

- a) **Planeación:** Sus diferentes etapas antes, durante y después de la realización de la obra.
- b) **Los procesos constructivos:** Aquí abordamos de manera detallada los procedimientos de construcción más relevantes de esta obra.
- c) **La programación y el método del camino crítico** como herramienta útil e indispensable.
- d) **El control de la obra y la administración de los Recursos, el Tiempo, la Calidad y el Costo de la Obra.**
- e) **Finalmente presentamos el presupuesto general de obra.** algunos ejemplos de presupuesto de los edificios y obras de infraestructura que se construyeron, así como algunas matrices de precios unitarios.

V.- CONCLUSIONES.



BIBLIOGRAFIA

I. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA: MECANICA DE SUELOS.

Ref. 1 Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos tomo II.

Ref. 2 Zeevaert, L, Una Selección de Trabajos.

Ref. 3 Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos tomo I.

Ref. 4 Rico, Alfonso y Del Castillo, Hermilo, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Volumen 2, Editorial Limusa, Primera Edición 1977, quinta reimpression, México, 1989.

Ref. 5 Manual de Diseño de Obras Civiles B 2.2.26, Comisión Federal de Electricidad.

Ref. 6 Esteva L, "Regionalización Sísmica de la República Mexicana Para fines e Ingeniería", Informe 246, Instituto de Ingeniería. UNAM, 1970.

Ref. 7 a 9 Corro S., Magallanes R. Prado G. "Instructivo Para Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles Para Carreteras", Series del Instituto de Ingeniería, No 444, noviembre de 1981

I. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA: IMPACTO AMBIENTAL.

Ref 1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ref.2 Plan Subregional de Desarrollo del Area Metropolitana de la Desembocadura del río Pánuco - 15 de enero de 1983



V.- CONCLUSIONES.

II. CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Ref. 1.- ACI 318 –89.- American Concrete Institute, 1989.

Ref. 2.- AISC.- American Institute of Steel Construction), Novena Edición 1989.

Ref 3.- ASCE.- American Society of Civil Engineers.

Ref. 4.- AWS.- American Welding Society , Enero de 1994.

Ref. 5.- MDOC-CFE.- Manual de Diseño de Obras Civiles - Comisión Federal de Electricidad.

Ref. 6.- Manual de Diseño Sísmico de Edificios, Enrique Bazán Zurita y Roberto Melli Piralla. Editorial Limusa. México 1985.

Ref 7.- Diseño Estructural. Roberto Melli Piralla. Editorial Limusa, México 1989.

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Ref. 1 - MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION: David A.Day, Editorial Limusa. México 1982

Ref. 2.- ADMINISTRACION DE PERSONAL: Ing. Ernesto Bernal Velazco. Centro de Actualización Profesional, Colegio de Ingenieros Civiles de México.

Ref 3.- ADMINISTRACION DE MAQUINARIA.- Ing. Ernesto R Mendoza Sánchez, Centro de Actualización Profesional, Colegio de Ingenieros Civiles de México.

Ref 4.- ADMINISTRACION DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS.- Ing. Carlos Suárez Salazar, Quinta Reimpresión, Editorial Limusa. México 1989.

Ref. 5.- COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION.- Ing. Carlos Suárez Salazar, Tercera Edición, Décima Primera Reimpresión, Editorial Limusa, México 1989.

Ref. 6 - LOS SISTEMAS DE PLANIFICACION CPM Y PERT APLICADOS A LA CONSTRUCCION.- Gerhard Warner, Editorial Gustavo Gustavo Gillí. Barcelona 1979.

V.- CONCLUSIONES.



Ref 7.- METODO DE LA RUTA CRITICA Y SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCION.- James M. Antill y Ronald W. Woodhead, Primera Edición, Editorial Limusa, México 1975.

IV.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Ref. 1 - LA GUERRA DEL SIGLO XXI.- Lester Thurow., Editorial Javier Vergara, Argentina 1992.

Ref. 2.- LA CERTIFICACION ISO 9000, Un motor para la calidad - Compañía Editorial Continental, S.A de C.V , México, Primera Edición 1995. Guy Laudoyer.