



725  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

Procedimiento Constructivo de  
una Central Termoeléctrica

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de  
INGENIERO CIVIL  
p r e s e n t a

HECTOR RICARDO GUTIERREZ TOPETE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1990



## **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 está 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.

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA.

### I.- Introducción

- |   |          |
|---|----------|
| 1.1 Descripción de una Central Termoelectrica.                    | . . . 2  |
| 1.2 Normalización de una Central Termoelectrica en el área civil. | . . . 10 |

### II.- Procedimientos constructivos

#### 2.1 Terracerías.

- |   |          |
|---|----------|
| 2.1.1 Despalme.   | . . . 22 |
| 2.1.2 Extracción carga y acarreo libre de 1 km. de materiales para terracerías.   | . . . 23 |
| 2.1.3 Sobreacarreo de los materiales en kilómetros subsecuentes al acarreo libre de 1 km.   | . . . 25 |
| 2.1.4 Incorporación de agua, homogenización, reposo, tendido, formación y compactación de materiales para terracerías al 95% prueba proctor. (Formación de terraplén) | . . . 26 |
| 2.1.5 Métodos de compactación y equipos que se deben emplear.   | . . . 28 |
| 2.1.6 Construcción de la base para pavimentos flexibles.  | . . . 31 |
| 2.1.7 Riego de impregnación.  | . . . 35 |

2.1.8 Construcción de pavimentos a base de carpeta asfáltica in situ.	. . . 37
2.1.9 Riego de sello.	. . . 42
<b>2.2 Cimentación.</b>	
2.2.1 Selección del tipo de cimentación.	. . . 45
2.2.2 Excavación en todo tipo de terreno.	. . . 46
2.2.3 Relleno compactado al 90% manual o a máquina.	. . . 49
2.2.4 Plantilla de concreto pobre.	. . . 51
<b>2.3 Estructuras.</b>	
2.3.1 Cimbra y descimbra.	. . . 54
2.3.2 Habilitado y colocación de acero de refuerzo y malla electrosoldada.	. . . 71
2.3.3 Concreto Hidráulico.	. . . 79
2.3.4 Colocación de mortero sin contracción en las placas base de asiento de estructuras y equipos.	. . . 100
2.3.5 Construcción de la mesa para turbogenerador.	. . . 104

2.3.6 Montaje de la estructura metálica para soporte de generadores de vapor.	. . 110
---	---------

### III.- Precios Unitarios y Presupuesto.

#### 3.1 Introducción.

3.1.1 Modelos de contrato.	. . 115
----------------------------	---------

3.1.2 Generalidades sobre P.U.	. . 117
--------------------------------	---------

3.2 Principales precios unitarios de la obra civil de una central termoeléctrica.	. . 121
---	---------

#### 3.3 Presupuesto.

3.3.1 Terracerías.	. . 140
--------------------	---------

3.3.2 Camino de acceso y entronque.	. . 141
-------------------------------------	---------

3.3.3 Urbanización.	. . 142
---------------------	---------

3.3.4 Sistema de agua de circulación.	. . 143
---------------------------------------	---------

3.3.5 Fosa de Neutralización.	. . 144
-------------------------------	---------

3.3.6 Dique en tanques.	. . 145
-------------------------	---------

3.3.7 Transformadores.	. . 146
------------------------	---------

3.3.8 Generador de vapor.	. . 147
---------------------------	---------

3.3.9 Precipitador.	. . 148
3.3.10 Casa de Máquinas.	. . 149
3.3.11 Equipos áreas exteriores.	. . 150
3.3.12 Galería sobre silos.	. . 151

#### IV.- Programa de obra.

4.1 Introducción.	. . 153
4.2 Programa de obra civil de una Central Termoeléctrica.	. . 155
Conclusiones.	. . 160
Bibliografía.	. . 170

# I

## INTRODUCCION

1.1 Descripción de una C.T.

1.2 Normalización de C.T. en el área civil.

## 1.1 Descripción de una Central Termoeléctrica.

En las centrales térmicas de vapor se utilizan como máquinas motrices las máquinas de vapor o las turbinas de vapor, o en algunos casos, ambos tipos de máquinas simultáneamente; además de accionar los generadores eléctricos principales en las Centrales Térmicas de vapor también se utilizarán las máquinas anteriormente citadas, para el accionamiento de equipos auxiliares, tales como bombas hogares mecánicos, ventiladores, excitatrices, etc. El vapor necesario para el funcionamiento de las máquinas motrices se produce en calderas, quemando combustible en los hogares que forman parte integrante de las propias calderas; desde éstas, el vapor se conduce por medio de canalizaciones hasta las máquinas o turbinas de vapor.

El factor decisivo para la elección del tipo y situaciones de la central, es que los caminos de energía sean lo más cortos posibles.

En efecto en una Central Térmica de vapor existen 3 tipos de energía:

- a) Energía hidráulica del agua vaporizada en las calderas. Debe procurarse que las longitudes de las tuberías que conducen el agua hasta las calderas sean lo más pequeñas posible; por lo tanto, convendrá, siempre que se pueda, situar la central en las inmediaciones de un río u otro depósito natural de agua. De la misma forma, deben reducirse también en lo que sea posible, las longitudes de las tuberías que conducen el vapor desde las calderas a las máquinas motrices .
- b) Energía térmica acumulada en el combustible. Por lo tanto, se han de prever los correspondientes depósitos de combustibles para el abastecimiento continuo de la central.



- c) Energía eléctrica producida en la central. Los puntos de consumo han de estar próximos a la central pues, de lo contrario, la producción y el posterior transporte de energía eléctrica, no resulta económico.

El combustible se dirige por medios adecuados a la sala de calderas donde se vaporiza el agua, que es impulsada hacia las calderas por medio de una instalación de bombeo; de este mismo departamento parte el agua de refrigeración para las máquinas de la central. El vapor producido en las calderas se envía a la sala de máquinas, donde acciona las turbinas y éstas, a su vez, a los generadores de energía eléctrica. Se eleva la tensión de la energía eléctrica producida en la sala de transformadores y se dirige a la estación de distribución desde donde se distribuye a los diferentes puntos de consumo.

Los intercambios de energía se realizan utilizando 3 clases de circuitos principales y varios auxiliares, es decir:

- 1.- Circuito de combustible.
- 2.- Circuito de agua-vapor.
- 3.- Circuito de energía eléctrica
- 4.- Circuitos auxiliares.

#### CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

El combustible se quema en el hogar, constituido por un recinto cerrado por paredes de mampostería, en las que, generalmente, se encuentran los canales de circulación del aire necesario para la combustión. Después de calentar la caldera donde, como veremos luego, tiene lugar la vaporización del agua, los gases residuales de la combustión o humos pasan a un conducto para ser eliminados al exterior. Como estos gases aún están calientes, puede aprovecharse la energía térmica en ellos contenida para el circuito

primario de uno o varios recalentadores de vapor y para el circuito primario de uno o más economizadores del agua de alimentación de la caldera. Desde aquí los gases pasan a la chimenea de tiro natural o de tiro forzado, por donde salen al exterior.

#### CIRCUITO DE AGUA-VAPOR

Comenzaremos por la vaporización del agua, la cual se realiza en la caldera que es, en esencia un depósito de agua que se calienta hasta que el agua se convierte en vapor. Como el vapor, a la salida de la caldera, contiene todavía partículas líquidas, se le convierte en vapor recalentado haciéndole pasar por el circuito secundario de uno o más recalentadores primarios, situados en la trayectoria de los gases de combustión.

Desde la caldera (o desde los recalentadores si los hubiere) el vapor a presión y a alta temperatura, se conduce hasta la turbina o hasta la máquina de vapor, donde se expansiona produciendo energía mecánica. En las turbinas modernas, como ya sabemos se realizan extracciones de vapor, conduciéndolo de nuevo hacia los recalentadores secundarios de la caldera donde el vapor sufre nuevos recalentamientos para ser posteriormente introducido en los siguientes cuerpos de las turbinas o en otras turbinas independientes.

En las turbinas también se realizan extracciones de vapor que se conducen a los circuitos primarios de los precalentadores del agua de alimentación, para calentar ésta.

Como una central térmica de vapor tiene tanto mejor rendimiento cuando más frío esté el vapor de escape, a la salida de la turbina, el vapor se hace pasar por un condensador que no es más que un dispositivo de refrigeración donde el vapor se condensa y se transforma nuevamente en agua; la condensación se realiza

introduciendo agua fría a presión en el condensador, a la que se obliga a circular por unos serpentines de refrigeración. En las centrales térmicas situadas en las cercanías de ríos, embalses, etc., donde se dispone de agua en abundancia, la cantidad de ésta, necesaria para la condensación, puede recogerse del depósito natural (río o embalse) al que vuelve, ya caliente, después de haber recorrido el serpentín de refrigeración del condensador. Pero cuando el agua de condensación no puede tomarse de un río, lago, etc., o la cantidad disponible resulta insuficiente, después de la salida del condensador, se lleva a torres refrigeradoras donde se enfría para recircularla nuevamente hacia el condensador.

El agua resultante de la condensación y procedente de la turbina se impulsa hacia la caldera por medio de bombas de alimentación. Para aumentar el rendimiento térmico del conjunto, es conveniente que el agua de alimentación entre en la caldera ya caliente, para lo que se hace pasar previamente por los circuitos secundarios de uno o más precalentadores, calentados por las extracciones de vapor de las turbinas, y por uno o más economizadores, calentados por los gases de escape antes de su salida a la atmósfera por la chimenea.

Algunas veces se disponen centrales térmicas sin condensador; en este caso, generalmente, el vapor de escape de la turbina sale a una presión superior a la atmósfera y se aprovecha para otros fines tales como calefacción. El agua de alimentación de la caldera puede proceder, en estos casos, de la condensación del vapor de calefacción, de una fuente independiente, o de ambos a la vez.

#### CIRCUITO ELECTRICO.

La energía eléctrica es producida en los generadores eléctricos, accionados por las máquinas o por las turbinas de vapor. En casi todas las centrales térmicas modernas se produce corriente alterna trifásica y a ella nos referiremos esencialmente, siempre que no se diga lo contrario.

Desde los generadores, la corriente eléctrica se lleva a transformadores apropiados, donde se eleva la tensión de la energía producida. Los transformadores pueden alojarse en locales especiales o en el mismo pabellón de distribución que, por lo general, está completamente separado de la sala de máquinas; esta separación viene impuesta, en la mayoría de las veces por la exigencia de que en este pabellón debe haber suficiente luz natural y de que los aparatos, transformadores, etc., puedan inspeccionarse fácilmente y montarse y desmontarse cuando sea necesario; también hay que contar de antemano con espacio suficiente para poder instalar las canalizaciones.

Las centrales térmicas de vapor necesitan generalmente, un consumo bastante elevado de energía; lo más conveniente es tomar ésta energía de un pabellón de distribución especial ya que, casi siempre, la tensión para las necesidades propias de la central es distinta a la tensión de distribución.

#### CIRCUITOS AUXILIARES

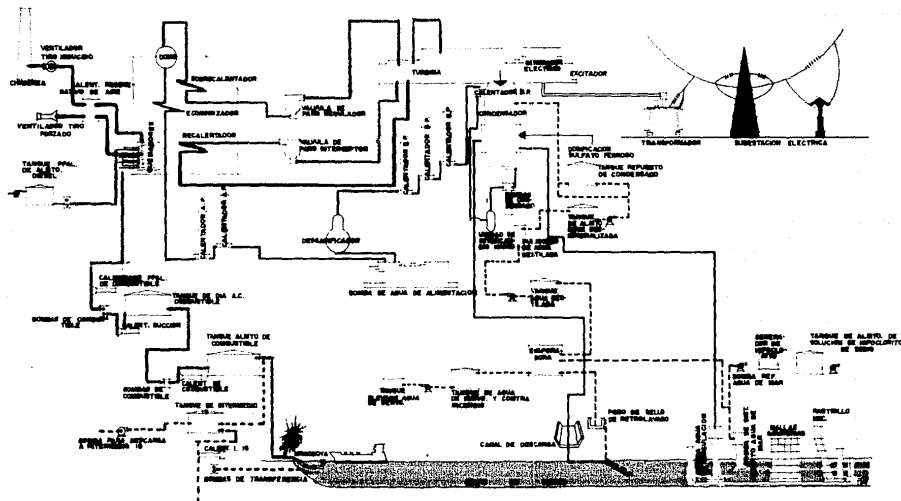
Los circuitos auxiliares de una central térmica de vapor son muy numerosos; enunciaré solamente los más importantes:

- a) Circuito de tratamiento del combustible. Por ejemplo, en caso de carbón, el combustible debe almacenarse previamente, tratarlo después, triturándolo y deshumedeciéndolo, antes de enviarlo al hogar.
- b) Circuito de aire de combustión. El aire necesario para la combustión en el hogar, debe ser inyectado en éste a presión, por medio de soplantes adecuados, haciéndolo pasar por calentadores bajo la acción de los gases de combustión.

- c) Circuito de eliminación de cenizas y escorias. Los residuos sólidos de la combustión (cenizas y escorias) deben eliminarse a medida que se van produciendo, por medio de instalaciones apropiadas.
- d) Circuito de tratamiento del agua de alimentación. Por lo general, el agua que ha de alimentar la caldera, debe tratarse previamente para eliminar las sales y otras sustancias disueltas que provocarían la corrosión de las tuberías, calderas, etc.
- e) Circuito de agua de refrigeración. Además del condensador, el agua fría se necesita para enfriar otros dispositivos de las centrales térmicas. Por lo tanto, el circuito de refrigeración ha de tener en cuenta, además de las necesidades de agua fría para la condensación, las demás circunstancias que pueden presentarse.
- f) Circuito de lubricación. Para la lubricación de cojinetes en las máquinas motrices, generadores, bombas, motores, etc., es conveniente centralizar el servicio correspondiente, con depósitos y tuberías adecuados, recuperando además el lubricante a la salida de las máquinas, por medio de instalaciones depuradoras y filtradoras.
- g) Circuitos de mando. Para el complejo funcionamiento de una central térmica de vapor, son necesarios varios circuitos para el mando de las máquinas y dispositivos de la misma. Estos circuitos pueden ser:
  - 1) circuitos oleohidráulicos para accionamiento de los servomotores de mando y regulación de las máquinas motrices.

- 2) circuitos eléctricos, generalmente por corriente continua suministrada por una batería de acumuladores, para el mando de disyuntores, relés, etc.
  - 3) circuitos neumáticos para mando de disyuntores, reguladores de máquinas motrices, etc.
- h) Circuito de hidrógeno. En los turbogeneradores refrigerados por hidrógeno, ha de preverse también un circuito especial para el hidrógeno.

A continuación presento un diagrama del funcionamiento de una Central Termoeléctrica, distinguiendo con colores los diferentes circuitos.



**SIMBOLOGIA**

- SISTEMA DE VAPOR PRINCIPAL
- SISTEMA DE COMBUSTIBLE
- SISTEMA DE AGUA
- SISTEMA DE QUIMICOS
- SISTEMA DE EXTRACCIONES
- SISTEMA DEL G.V. AIRE Y GASES
- SUBSTACION ELECTRICA

**DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA**

TESIS PROFESIONAL  
 RICARDO GUTIERREZ TOPETE

## 1.2 Normalización de Centrales Termoeléctricas en el área civil.

Para satisfacer las demandas de energía de un mercado sumamente dinámico, cuya tasa promedio de crecimiento ha sido, por lustros, del 8.0%, la Comisión Federal de Electricidad ha instalado en diversos lugares del país, en el periodo 1969-1987 unidades térmicas, que incrementaron su capacidad en 12706.5 MW.

Las Centrales Termoeléctricas convencionales que se han instalado responden a los requerimientos de energía de los centros de consumo, los cuales en México, desde que operaban las compañías privadas, se alimentaban aisladamente de los sistemas radiales eléctricos existentes en las diferentes zonas del país.

Con el desarrollo del mercado eléctrico y, más particularmente, con el proceso de nacionalización de la industria, a partir de 1960, se propició la expansión de una red constituida por regiones de generación hidroeléctrica y termoeléctrica, y regiones de transmisión, hasta llegar, en sucesivas etapas de interconexión, a constituirse un Sistema Interconectado Nacional.

Ha sido éste un esfuerzo grande que, sin embargo tiene una característica que es importante destacar. Los componentes y equipos que constituyen el potencial de generación de las distintas centrales, tienen las más diversas especificaciones. Esto se explica, porque las centrales generadoras se han instalado con diseño del exterior y, a su realización, en México se ha añadido la inventiva de los Ingenieros y Técnicos Mexicanos, todo lo cual originó que se levantara paulatinamente una enorme infraestructura, llena de variantes, y sin un criterio unificado.

Fué así como la CFE, en base a su propia experiencia y observando las previsiones de otros países, inició hacia 1979, los estudios y programas para la aplicación de criterios de diseño normalizado en Centrales Termoeléctricas convencionales.



Se definió un diseño con el nivel tecnológico adecuado a las condiciones generales del país, exento de sofisticaciones tecnológica, a excepción de los sistemas de control automático.

En toda empresa eléctrica son prioritarias: Seguridad en la operación, optimización en el consumo de combustible; enormes cantidades de energía primaria; prolongación de la vida útil de los equipos. Todo esto lleva a la búsqueda de una tecnología avanzada en sistemas de control.

Existen diferencias de fondo en lo que se entiende por "optimización", en cuanto a conceptos como espacio, costo o energía, cuando se aplica a casos concretos, y cuando se refiere a normas generales que pueden modificar un proyecto en particular, con un beneficio global, para un programa de inversiones, o para los resultados de generación o transmisión de todo un sistema.

La búsqueda de una alta eficiencia requiere de mayores inversiones y éstas sólo se justifican cuando el ahorro de combustible se traduce en sustanciales decrementos en los costos de operación, por lo que, la toma de decisiones debe guardar un equilibrio entre estos dos extremos.

Una central generadora de máxima eficiencia por ejemplo, requiere de las más altas temperaturas y éstas, a su vez de la más avanzada metalurgia, lo que se traduce en la exigencia de una tecnología más avanzada por parte del fabricante, todo lo cual tiene que ser ponderado cuando se fije el objetivo de asimilar tecnologías, con miras a la integración nacional.

Fué así, con todas estas consideraciones y tras de una serie de análisis microeconómicos, a partir de las condiciones particulares y concretos del Sector Eléctrico Nacional, que se decidió el establecimiento de parámetros, para su desarrollo ulterior.

Por principio se estableció: capacidad instalada en 160 MW y 350 MW; desarrollo modular de planta con diseño en península, y dos unidades por módulo, con 2 módulos como máximo por central, con vida útil de 30 años para los equipos básicos.

Normalización de la ingeniería básica, para que la ingeniería de detalle, responda, en cada caso, a las condiciones propias de cada sitio de proyecto, y a las particularidades de cada fabricante.

En 1986 entró en operación comercial la C.T. San Luis Potosí, la primera central normalizada con unidades de 350 MW, diseño en península. Su realización dió como resultado una planta más integrada, sin la bahía exterior en la que se colocan a la intemperie, equipos que requieren de mayores trabajos de mantenimiento, que incrementan considerablemente los costos de operación.

En el diseño, todo el equipo queda, a excepción del generador de vapor y el desgasificador, dentro de la casa de máquinas y éste puede ser removido simplemente con grúa viajera. Además la colocación de los turbogeneradores, más cerca de los generadores de vapor y de la sala de control, trae consigo importantes ahorros en tuberías, cables y menores pérdidas de energía.

#### **BASES DE LA NORMALIZACION**

En esta disciplina la normalización ha sido posible al definirse módulos de dos unidades con capacidad de 160 MW o 350 MW. Esto permite que los edificios principales para alojar equipo, así como los edificios administrativos y de almacén tengan necesidad de área y volúmen iguales en cada planta de la misma capacidad de generación.

Con esta premisa se establecieron los criterios básicos que se definen a continuación, que involucran la solución estructural más conveniente, la utilización óptima de los materiales de construcción, concreto y acero, otro tipo de materiales disponibles en la región y un adecuado control de calidad de los mismos.

### CRITERIOS BASICOS

La Ingeniería Civil tiene dos criterios básicos en la normalización:

- a) El desarrollo de diseños de edificios y estructuras, mediante la edición de dibujos y especificaciones que definan la geometría, estructuración y materiales, para satisfacer los requerimientos de montaje, operación y mantenimiento de equipos, así como del personal que va a operar la central permitiendo, al mismo tiempo, la adecuación del proyecto normalizado, a las características del sitio (suelo, sismicidad, viento).
  
- b) Desarrollo de normas, dibujos y guías de diseño, para unificar conceptos y procedimientos en cimentaciones, estructuras e instalaciones que por su índole (características de fabricación de equipo, topografía, ubicación, etc), no sean susceptibles de normalización.

### ESTRUCTURAS Y SISTEMAS PRINCIPALES.

#### CASA DE MAQUINAS

Edificio para alojar, como módulo, dos unidades turbogeneradoras y equipos auxiliares.

Es una nave de 121.55 m de longitud, 45 m. de ancho y altura de 33.70 m, totalmente cubierta, con techumbre a dos aguas, de estructura de acero formada por marcos rígidos en el sentido corto o transversal y contraventeados en el longitudinal, techo y muros de lámina estructural de acero soportada en largueros.

La estructura normalizada comprende la geometría general de los marcos principales transversales, longitudinales y pasillo, así como las secciones de los perfiles estructurales, diseñada para resistir las cargas muertas, vivas, carga de grúa viajera de 75 Ton de capacidad de izaje en el gancho principal y cargas accidentales por viento o sismo.

Las cargas accidentales consideradas son: viento con velocidades regionales de 125, 150 y 185 km/h y aceleración horizontal del terreno debido a sismo.

A partir de la geometría general y estructuración básica preestablecidas, el diseño se podrá aplicar para sismos de mayor magnitud y diferentes tipos de terreno.

La estructuración no normalizada es: plataformas transversales entre pasillos longitudinales, y para operación de equipos auxiliares, escaleras y cimentación de la estructura.

#### EDIFICIO ELECTRICO Y DE CONTROL

Es un edificio de 42 m. de longitud por 21 m. de ancho y altura de 17.50 m., para alojar, tableros, baterías, cables, gabinetes, computadoras y tableros de control, de un módulo de 2 unidades turbogeneradoras.

La estructura de acero está formada por marcos rígidos en el sentido corto y marcos longitudinales contraventeados con crujías de 7.00 m de claro.

Azotea y entrepisos de concreto reforzado, muros de tabique y bloques de concreto y cancelería de aluminio.

La estructura de este edificio se considera 100% normalizada y a partir de la geometría general y estructuración básica, se tienen diseños para diferentes rangos de aceleración del terreno debido al sismo y diferentes velocidades regionales de viento y a partir de la geometría general y estructuración básica preestablecidas el diseño se podrá efectuar para sismos y vientos no considerados actualmente.

### CHIMENEAS

La altura mínima de las chimeneas de 120 m. para cumplir así con la concentración permisible de contaminantes en el aire, fundamentalmente de dióxido de azufre.

El arreglo físico normalizado consiste en un fuste de concreto para dos tiros, los que podrán ser de acero, para zonas de alta sismicidad, y tabique antiácido ligados lateralmente con diafragmas de concreto al fuste, para sitios con sismicidad baja.

Los espesores, diámetros del fuste y la cimentación se determinan en cada proyecto, en base a las condiciones particulares del sitio.

### PEDESTAL DEL TURBOGENERADOR

Estructura de concreto reforzado, formando marcos rígidos en los sentidos transversal y longitudinal.

### SUBESTACION

Estructuras de columnas y traveses de celosía de acero formando marcos ortogonales o en un sólo plano cuya función es soportar las cargas transmitidas por aisladores, conductores e hilos de guarda.

La geometría general queda definida con los arreglos tipo de equipo eléctrico para subestaciones de 230 KV y 400 KV.

Los perfiles de traveses y columnas se diseñan para tensiones máximas en cables y efectos del viento para velocidades regionales de 90, 125, 150 y 185 km/h.

#### EDIFICIOS AUXILIARES.

Las secciones requeridas para los elementos estructurales, traveses y columnas, se definen por las solicitaciones del viento y/o sismo en cada sitio.

Las estructuras de concreto y mampostería de un solo nivel se diseñan considerando muros de cortante.

La cimentación es de aplicación en cada sitio en función de las características del suelo.

Las estructuras de acero con cubierta y fachadas de lámina se diseñan para diversos rangos en las solicitaciones por viento o sismo.

#### Edificios Normalizados:

Edificio de Oficinas Técnico-Administrativas.

Alojamiento Militar.

Unidad Médica.

Comedor.

Centro de Capacitación.

Baños y Vestidores.

Laboratorio Químico.

Almacén.

Talleres Mecánico, Eléctrico y de Instrumentación.

Caseta de Control de la Subestación.

Edificio de Compresores y Generadores de Emergencia.

Caseta de Acceso a la Central.

Oficina de Delegado Sindical.

#### SISTEMAS

Sistema de agua de Circulación.

Sistema de Manejo de Carbón y Cenizas.

Sistema de Manejo de Combustóleo.

Sistema de Drenajes.

Terracerías.

Estos sistemas se diseñan para cada central por ser altamente sensibles a las condiciones particulares del sitio y la normalización se limita a la definición de los criterios de análisis y diseño a través de guías así como a la elaboración de especificaciones generales de construcción.

## VENTAJAS DE LA NORMALIZACION

La normalización en Ingeniería Civil tiene como ventaja principal unificar la calidad de la ingeniería de proyecto mediante dibujos terminados al 100% o en un alto porcentaje y guías de diseño que hacen consistentes los criterios y se retroalimentan y enriquecen con la aplicación y experiencia que se obtienen en los proyectos que se ejecutan.

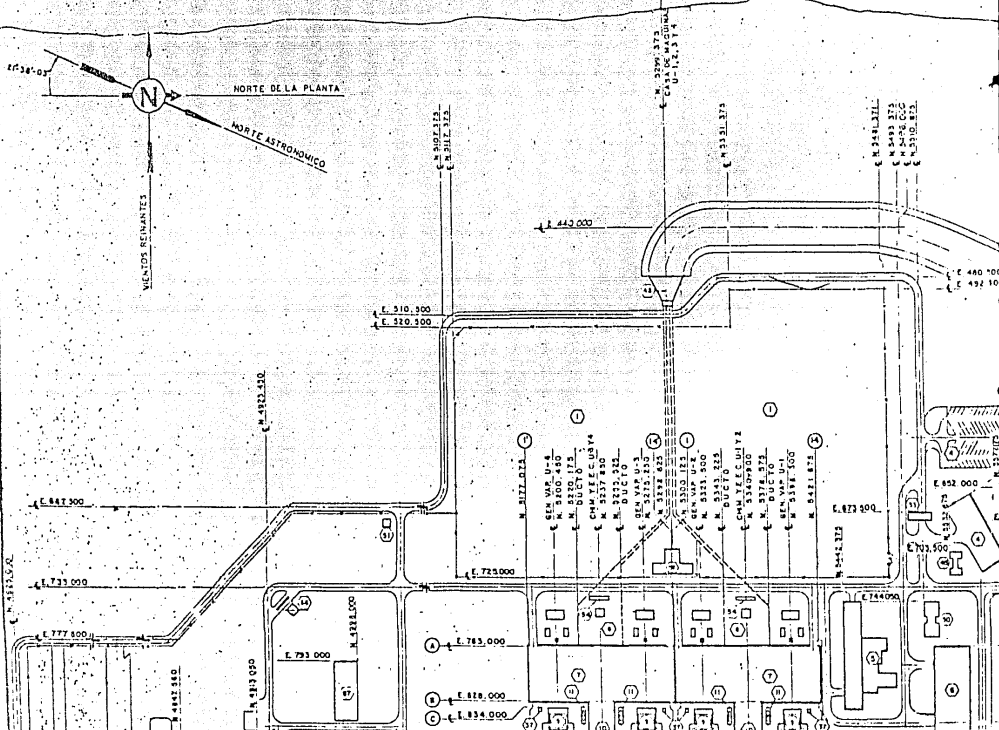
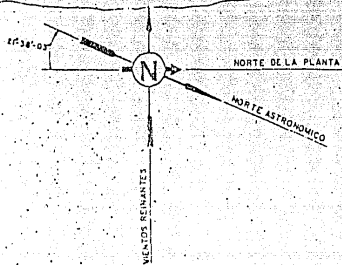
Por otra parte, se establecen controles de calidad en materiales y ejecución de obra mediante especificaciones técnicas para construcción que da como resultado obra de calidad controlada en la misma medida en diferentes regiones.

Otro beneficio importante es el ahorro de horas hombre en la ejecución de la ingeniería lo que permite un mejor aprovechamiento de los recursos humanos.

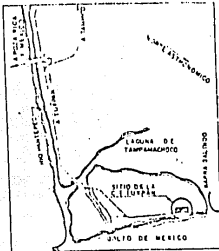
A continuación muestro el arreglo general de planta de una Central Termoeléctrica, que en este caso es la de Tuxpan.



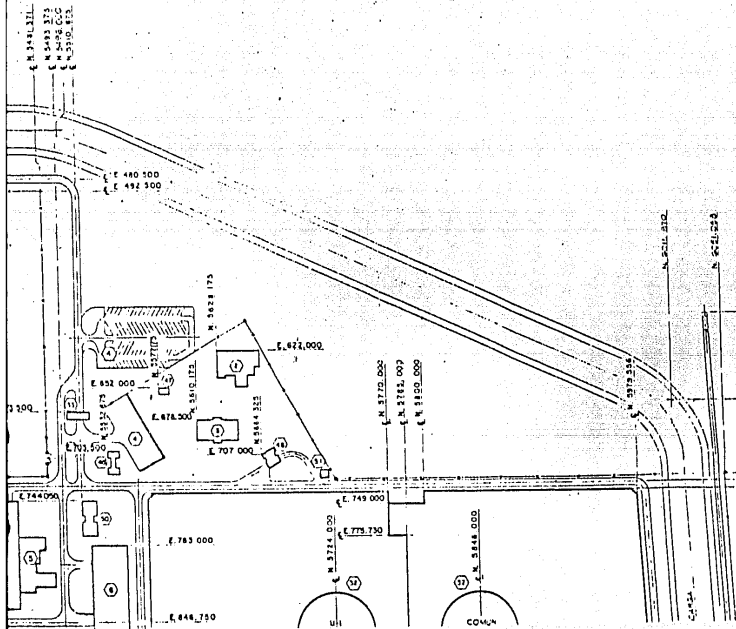
LAGUNA DE TAMPAMACHOCO



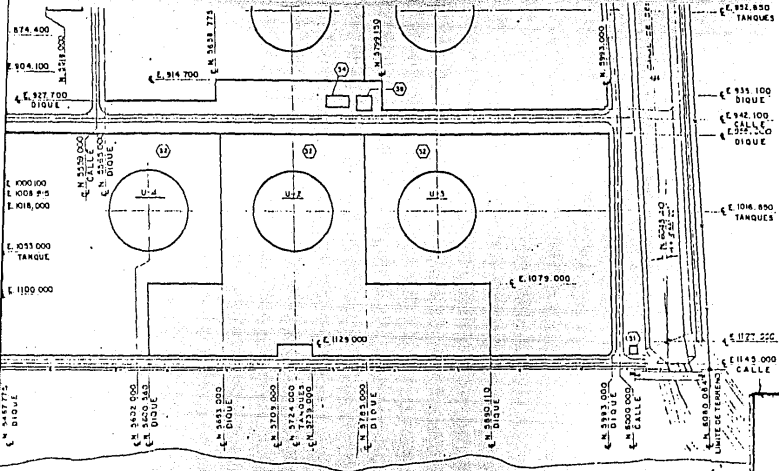
CROQUIS DE LOCALIZACION



INSTALACIONES DEFINITIVAS







- CALENTADORES EXTERIORES DE COMBUSTIBLE
- CUARTOS ELECTRICOS
- POZO DE SELLOS DE AGUA DE CIRCULACION
- POZO DE SELLOS DE RETROLAVADO
- BAÑOS Y VESTIBULOS
- SERVICIO MEDICO
- OFICINA SINDICAL
- ALOJAMIENTO MILITAR
- COMEDOR
- CASETA MILITAR
- CASETA DE CONTROL DE S.E.
- TORRE DE ENF. PARA COMPRESORES
- CASETA DE VALVS. DE OILMO PARA TRAF.
- TD. DE ALMTO. DE INTERMEDIO-15
- CALENTADORES Y BANCAS DE INTERMEDIO-15
- CALDERITA PARA INTERMEDIO-15

**NOTAS**

1° COORDENADAS Y NIVELES EN METROS

<p><b>U</b></p> <p><b>N</b></p> <p><b>A</b></p> <p><b>M</b></p> <p><b>FACULTAD</b></p> <p><b>DE</b></p> <p><b>INGENIERIA</b></p>
<p>ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA. CENTRAL TERMO-ELECTRICA TUXPAN.</p>
<p><b>TESIS PROFESIONAL</b></p>
<p>RICARDO GUTIERREZ TOPETE</p>

## **II**

### **PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.**

**2.1 Terracerías.**

**2.2 Cimentación.**

**2.3 Estructuras.**

## 2.1 Terracerías.

- 2.1.1 Despalme.
- 2.1.2 Extracción, carga y acarreo libre de 1km. de materiales para terracerías.
- 2.1.3 Sobreacarreo de los materiales en kilómetros subsecuentes al acarreo libre de 1km.
- 2.1.4 Incorporación de agua, homogenización, reposo, tendido, formación y compactación de materiales para terracerías al 95%, Prueba Proctor. (Formación de Terraplén).
- 2.1.5 Métodos de compactación y equipos que se deben emplear.
- 2.1.6 Construcción de la base para pavimentos flexibles.
- 2.1.7 Riego de impregnación.
- 2.1.8 Construcción de pavimentos a base de carpeta asfáltica in situ.
- 2.1.9 Riego de sello.

### 2.1.1 Despalme.

Es el retiro de una capa superficial del terreno natural que por sus características no es adecuada para la construcción de terraplenes.

Este procedimiento se aplicará para los trabajos de retiro de material no aprovechable en bancos de préstamo y en superficies en donde se desplanten terracerías de plataformas o caminos, incluyendo el trazo y nivelación de la superficie por despallar, la marca de trazos en el campo, la extracción y retiro del material producto del despalle hasta una distancia de 100 mts. fuera de la zona de trabajo.

Es necesario definir en planos y en campo las dimensiones de las superficies por despallar, así como las áreas en las que se deberá depositar el producto del despalle.

El laboratorio de mecánica de suelos definirá el espesor del material que se debe despallar.

En la superficie en campo, se marcarán los límites del frente por despallar.

El Contratista someterá a la aprobación de C.F.E. el equipo y la maquinaria a emplear y los frentes por despallar.

El producto del despalle se depositará en las áreas indicadas y se extenderá con tractor, de manera que permita la colocación sucesiva en capas hasta alcanzar una elevación de más o menos 2 m., sobre el terreno natural.

2.1.2 Extracción, Carga y Acarreo libre de 1 km. de material para Terracerías.

Es la actividad de extraer, cargar y colocar en un medio de transporte el material producto de una excavación o banco de materiales hasta una distancia máxima de 1 km.

Se cargarán los materiales por medios mecánicos o manuales en un transporte adecuado con el método de extracción y carga.

El acarreo del material se hará por la ruta o camino que marque C.F.E. Será responsabilidad del Contratista mantener el camino en buen estado.

La descarga se hará en los lugares que se necesiten y apruebe C.F.E., evitando destrucciones a las vías de paso o acceso, se podrán utilizar medios mecánicos o manuales para la descarga.

Cargos que incluyen el precio unitario:

El uso de mano de obra, equipo, maquinaria y herramientas para la carga, extracción, acarreo libre, descarga de los materiales.

Fletes, acarreos y maniobras de maquinaria, equipo y herramientas.

La mano de obra necesaria para la correcta ejecución de todos los trabajos requeridos.

El mantenimiento en buen estado de los caminos o rutas previamente aprobadas por C.F.E.



El Contratista tomará en cuenta el abundamiento de material, para su análisis de precio unitario el cual no se considerará para pago.

La extracción, carga y acarreo libre se medirá en metro cúbico (m3) con aproximación al décimo, y será medido una vez colocado y compactado en su lugar definitivo.

### 2.1.3 Sobrecarreo de los materiales en kilómetros subsecuentes al acarreo libre de 1 km.

Es la distancia excedente al acarreo libre de un kilómetro, que es necesario recorrer para transportar los materiales obtenidos de un banco o producto de excavación, al lugar de descarga indicado por el supervisor de C.F.E.

El sobrecarreo de materiales se hará con los medios de transporte adecuados y por las rutas o caminos previamente aprobados por C.F.E.

El precio unitario debe contemplar los costos de mano de obra, materiales, herramientas y equipo necesario para llevar a cabo el transporte, descarga de materiales así como el mantenimiento en buen estado de los caminos o ruta, previamente aprobados por C.F.E., para lo cual el Contratista deberá considerar en su análisis los factores de abundamiento de materiales.

La unidad de medición será el metro cúbico kilómetro ( $m^3.km$ ) con aproximación al décimo y será medido una vez colocado y compactado en su lugar definitivo, en caso de relleno y basado a líneas de proyecto de la proyección de la cimentación con talud vertical en producto de excavación.

Para la obtención de la unidad de medición ( $m^3.km$ ) se multiplicarán los metros cúbicos de material medido según especificación por la distancia de acarreo excedente al primer kilómetro libre.

**2.1.4 Incorporación de agua, homogenización, reposo, tendido, formación y compactación de materiales para terracerías al 95% prueba Proctor (Formación de Terraplén).**

El contratista construirá las terracerías para las plataformas del área de fuerza en general, así como los caminos y calles que indique el Supervisor de C.F.E. No está incluido en esta especificación la construcción de Bases, Sub-bases o Pavimentos.

A los materiales se les incorporará la cantidad de agua óptima  $\pm 2\%$ , para su compactación. Una vez efectuada esta operación, el material se dejará reposar para complementar el proceso de homogenización.

Los materiales ya homogenizados se colocarán, en las áreas que se definen como frentes de trabajo de terracerías, en capas cuyo espesor se determinará de acuerdo a la capacidad del equipo de compactación que proponga el Contratista y apruebe C.F.E.

Las capas de material se formarán dentro de las líneas del proyecto, dejando únicamente la sobrecolocación horizontal necesaria (0.50 m) para garantizar la efectividad del proceso de compactación hasta las líneas del Proyecto.

Previamente a la colocación de la primera capa, el desplante de la terracería se preparará de la siguiente manera:

- Se dará un riego intenso con agua, y
- Se darán cuatro pasadas con el equipo de compactación aprobado por C.F.E.

Para la colocación de las capas de material subsecuentes a la primera en el desplante, se dará un riego de liga con agua para uniformizar las condiciones de humedad.

El material colocado y formado en los terraplenes se compactará hasta alcanzar el grado de compactación especificado (95% prueba proctor).

Por ningún motivo se autorizará la colocación de la capa siguiente hasta que la colocada alcance la compactación especificada.

No se tomarán en cuenta para fines de pago, los volúmenes que se coloquen fuera de las líneas de proyecto, o que no hayan sido autorizadas previamente por C.F.E. El contratista deberá considerar que aún la sobrecolocación necesaria para garantizar la compactación a líneas del proyecto no será tomada en cuenta para fines de pago. En el caso de que C.F.E. lo juzgue conveniente, podrá ordenar al contratista el recorte y retiro de los volúmenes sobrecolocados, sin cargo alguno para la C.F.E. y serán por cuenta del Contratista.

La última capa de las terracerías se llevará a los niveles que se indican en el proyecto; deberá tener un acabado liso y perfectamente nivelado para facilitar el acceso y el drenaje. Durante el proceso de homogenización, se extraerán en forma manual o mecánica todos los fragmentos rocosos o pétreos, cuyo tamaño sea mayor a 4".

La unidad de medición será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) con aproximación al décimo.

Se medirá en su posición definitiva una vez ya compactado, medido con la proyección de las líneas fijadas.

2.1.5 Métodos de compactación y equipos que se deben emplear.

Requisitos para alcanzar una compactación de 95 a 100 por ciento del peso volumétrico seco máximo (Proctor estándar)							
Tipo de equipo	Aplicabilidad	Espesor de la capa compactada en cm.	Número de pasadas	Dimensión y Peso del Equipo			Variaciones posibles en el equipo
Rodillo pata de cabra.	Para suelos de grano fino o suelos de grano grueso con más del 20 por ciento que pase la malla No. 200. No son apropiados para suelos granulares gruesos limpios. Son particularmente adecuados para compactar la zona impermeable de presas de tierra o revestimientos casos en que resulta importante la unión correcta entre capas.	15.0	4 a 6 pasadas para suelos finos.	Tipo de suelo	Área de contacto de la pata cm <sup>2</sup> .	Presión de contacto de la pata. kg/cm <sup>2</sup> .	Para trabajos pesados generalmente se utiliza el rodillo con cilindro de 152.4cm (60 pulg) de diámetro cargado linealmente con 5 a 10 ton/m (1.5-3.0 ton/pla). Para proyectos más pequeños se emplea el cilindro del 101.6cm (40 pulg) de diámetro cargado linealmente con 2.5 a 5.8 ton/m (0.75-1.75 ton/pla). La presión de contacto de la pata debe controlarse a fin de eliminar la falla del suelo por cortante en la tercera o cuarta pasada.
				Suelo fino l >30 p	35 a 80	17 a 35 (250-500psf)	
				Suelo fino l >30 p	45 a 90	14 a 28 (200-400psf)	
				Suelo grueso	65 a 90	10 a 17 (150-250psf)	
				La eficiente compactación de suelos con contenido de agua superior al óptimo requiere menor presión de contacto que el mismo suelo con contenido de agua menor que el óptimo.			

Tipo de equipo	Aplicabilidad	Espesor de la capa compactada en cm.	Número de pasadas	Dimensión y peso del equipo	Variaciones posibles en el equipo de compactación.
Rodillo neumático.	<p>Para suelos gruesos limpios con 4 al 8 por ciento que pasa la malla No.200</p> <p>Para suelos finos, o suelos gruesos bien graduados con más de 8 por ciento de finos que pasan la malla No. 200.</p>	<p>25.0</p> <p>15 a 20</p>	<p>3 a 5</p> <p>4 a 6</p>	<p>Las llantas estarán infladas con 4.2 a 5.6 kg/cm<sup>2</sup> (60 a 80 lb / pulg.2) de presión, para materiales granulares limpios o para compactación de base y subbase La carga por rueda será de 8.2 a 11.4 ton (18 000 y 25 000 lbs) Para suelos finos plásticos, la presión de inflado será de más de 4.6 kg/cm<sup>2</sup> (65 lb/pulg.2). Para arenas limpias y uniformes o arenas finas limosas, empleense llantas de gran tamaño con presiones de 2.8 a 3.5 kg/cm<sup>2</sup>. (40 a 50 lb/pulg2).</p>	<p>Se dispone de una amplia variedad de equipo de compactación con llantas neumáticas Para suelos cohesivos, los rodillos neumáticos ligeros, tales como los de rueda oscilante pueden ser sustituidos por rodillos neumáticos pesados con tal de reducir el espesor de la capa por compactar. Para suelos sin cohesión son recomendables las llantas de gran tamaño para eliminar la falla por cortante y la formación de rodadas.</p>
Rodillo liso	<p>Adecuados para compactar mezclas de grava-arena bien graduadas en subrasantes o bases de caminos.</p> <p>Pueden usarse para otros suelos finos que no sean en presas de tierra. No son adecuados para arenas uniformes limosas</p>	<p>15 a 20</p>	<p>6</p>	<p>El tipo de rodillos en tandem para compactación de bases o subrasantes, sera de 10 a 15 ton de peso y carga lineal de 54 a 90 kg/cm (300-500 lbs/pulg) de ancho del rodillo trasero. El rodillo de 3 tambores para compactar suelos finos pesará de 5 a 6 ton. para materiales de baja plasticidad, hasta 10 ton para materiales de alta plasticidad.</p>	<p>Son comunes los rodillos (o aplanadoras) de 3 tambores con intervalo muy amplio de medidas. Se fabrican rodillos de tambores en tandem con pesos entre 1 y 20. Rodillos en tandem de 3 ejes se usan generalmente para pesos entre 10 y 20 ton.</p>

Tipo de equipo	Aplicabilidad	Espesor de la capa compactada en cm.	Número de pasadas	Dimensión y peso del equipo	Variaciones posibles en el equipo de compactación.
Compactadores vibra - torios de placa.	Para suelos granulares gruesos con menos del 12 por ciento que pasa la malla No.200. Lo más apropiado para materiales con 4 a 8 por ciento que pasa la malla No. 200 colocados completamente húmedos.	20 a 25	3	Las placas deben pesar no menos de 100 kg. Pueden usarse en tandem si el espacio de trabajo lo permite. Para suelos granulares gruesos y limpios, la frecuencia de vibración no será menor de 1,600 ciclos por minuto.	Existen placas, tanto manuales como autopropulsadas, simples o múltiples, con anchos desde 0.45 hasta 4.50 m. Varios tipos de equipo con rodillos vibratorios pueden resultar adecuados para la compactación de áreas grandes.
Tractor de orugas.	Es el más adecuado para suelos granulares gruesos con menos de 4 a 8 por ciento que pasa por la malla No. 200 colocados completamente húmedos.	25 a 30	3 a 4	Para alta compactación no debe usarse un tractor menor que el tipo D-8 con cuchilla y 15.6 ton de peso.	Tractores de orugas con pesos hasta de 30 ton.
Pisón (Bailarina)	Es el empleado en todos aquellos lugares donde existen dificultades de acceso y de maniobras como rellenos de zanjas o trincheras. Satisfactorio para compactar todos los suelos inorgánicos.	10 a 15 para limos o arcillas: 15 para suelos gruesos.		El peso mínimo es de 13.6 Kg (30 lbs), aunque las condiciones de compactación pueden ser más tolerables, dependiendo de los materiales y las necesidades.	Pueden pesar hasta 115 kg con diámetro del pisón de 10 a 25 cm.

## 2.1.6 CONSTRUCCION DE LA BASE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Es necesario establecer los procedimientos para la construcción de una base formada con materiales seleccionados, de tal manera que ésta pueda soportar cargas y transmitir las uniformemente al terreno.

Este procedimiento comprende la obtención y selección de los materiales en el banco de préstamo, la incorporación de agua, homogenización, reposo, formación y compactación, de los materiales para la construcción de bases, al 100% Prueba Proctor; en las plataformas y caminos que indiquen los proyectos de Plantas Termoeléctricas.

### PROCEDIMIENTO

#### Trabajos previos a la Colocación de la Base.

##### **Selección de materiales.**

Los materiales extraídos del banco se deberán cribar por el medio mecánico que el Contratista considere adecuado para asegurar la eliminación de las partículas mayores a 5.1mm (2").

Es necesario que el Contratista determine las cantidades de materiales en greña, necesarios para la obtención del producto seleccionado que se requiera.

Las pruebas y estudios serán por cuenta y bajo la responsabilidad del Contratista.



La C.F.E. marcará la zona en la cual se entregará el material en greña en banco.

### **Topografía.**

Se verificarán los niveles, líneas y terminación de la sub-base.

Se dará un riego de liga con agua, a la sub-base para uniformizar las condiciones de humedad.

### **COLOCACION**

Una vez colocado el material sobre la sub-base, se deberán eliminar los materiales mayores a 5.1 mm (2") que hayan pasado por la criba.

Se extenderá parcialmente el material en una sola capa de aproximadamente 25 cm. de espesor en estado suelto y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la homogeneidad en granulometría y humedad óptima para su compactación al 100% de la Prueba Proctor.

En las tangentes de los caminos, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro; y en las curvas, de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para dar por terminada la construcción de la base; se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto, dejando únicamente la sobrecolocación horizontal necesaria de 0.50 m., para garantizar la efectividad del proceso de compactación hasta las líneas del proyecto.

No se tomarán en cuenta, para fines de pago, los volúmenes que se encuentren fuera de las líneas del proyecto, o que no hayan sido autorizados por C.F.E.

El Contratista deberá considerar que la sobrecolocación necesaria para garantizar la compactación a líneas de proyecto, no será tomada en cuenta para fines de pago.

#### SONDEO Y NIVELES.

Se realizarán los sondeos y se determinarán los niveles en los puntos que ordene el Supervisor de C.F.E.

- a) Para los sondeos, no deberá dañarse la parte continua de los mismos. El espesor de la base, deberá ser igual al espesor fijado en el proyecto y/o al ordenado por su representante de C.F.E., con la tolerancia indicada posteriormente.

El Contratista rellenará el hueco en cada uno de los sondeos usando el mismo tipo de material de sub-base y/o base, compactándolo hasta obtener el grado fijado en el proyecto.

- b) En las nivelaciones para verificar espesores: se nivelará la corona de la sub-base, utilizando nivel fijo, y comprobando la nivelación para cada sección transversal.

Una vez terminada la base, se volverán a nivelar los mismos puntos, a partir de las cotas de ambos seccionamientos en todos los puntos indicados y se obtendrán los espesores de la sub-base. Estos espesores deberán ser iguales al fijado en el proyecto, con la tolerancia indicada en el inciso siguiente.

### TOLERANCIA

- a) Ancho de la sección del eje de la orilla para el camino de acceso 10 cm.
- b) Pendiente transversal 0.2%.
- c) Profundidad de las depresiones observadas, colocando una regla de 3 metros, utilizando asfalto para estabilizar, máximo 0.50 cm.
- d) Profundidad de las depresiones observadas, colocando una regla, de 3 m. de longitud para caminos y 5 m. de longitud para patios y plataformas, paralela y normalmente al eje para caminos, máximo 1.5 cm.

### 2.1.7 RIEGO DE IMPREGNACION

Consiste en la aplicación de un asfalto rebajado a la superficie superior de una base terminada, con objeto de impermeabilizarla y estabilizarla.

Comprende el barrido de la base terminada, el transporte, la preparación del asfalto y su colocación.

#### PROCEDIMIENTO

Se procederá al barrido de la superficie por impregnar, hasta eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentren en ella.

Una vez barrida la superficie por tratar, se procederá a dar el riego de material, por medio de una petrolizadora, aprobada por C.F.E., con el tipo de asfalto y en la cantidad por metro cuadrado que indique el proyecto. Aproximadamente 1.5 lts/m<sup>2</sup>. y por lo general con asfalto FM-1 (fraguado medio).

No deberá regarse material asfáltico cuando la base se encuentre mojada.

El riego de material deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas.

La superficie impregnada de la base deberá cerrarse al tránsito durante las veinticuatro (24) horas siguientes a la terminación. los desperfectos que se originen en la base impregnada serán reparados por cuenta del Contratista.

La unidad de medición para fines de pago será el m<sup>2</sup> con aproximación al décimo.

El Contratista presentará números generadores, basado en los planos constructivos de detalle.

### 2.1.8 Construcción de Pavimentos a base de carpeta asfáltica in situ.

Para la formación y compactación de pavimentos es necesario establecer los procedimientos para la selección de agregados y elaboración de mezclas con asfalto.

La carpeta asfáltica se colocará en los caminos, calles, estacionamientos y plataformas de Plantas Termoeléctricas.

Quedan incluidos dentro de los trabajos requeridos para la colocación de carpetas asfálticas, los siguientes:

- La limpieza y preparación de la superficie.
- El suministro, transporte y manejo de todos los materiales.
- La colocación, compactación y acabados de la carpeta.

#### PROCEDIMIENTO

Aprobación de C.F.E.

El contratista someterá a la aprobación de C.F.E. lo siguiente:

- El equipo y la maquinaria.

El Contratista debe proponer el equipo y la maquinaria que pretenda utilizar para la ejecución de los trabajos, la CFE podrá rechazar o aprobar a su juicio, la maquinaria o el equipo que se proponga.

- Los materiales que intervienen en la formación de la carpeta.

La C.F.E. verificará la calidad de los materiales y aprobará únicamente los que cumplan con las especificaciones y el diseño.

- La estrategia y plan de trabajo por frentes, incluye: los volúmenes de obra y tiempos de ejecución.

El Contratista deberá proponer un sistema y plan de trabajo por frentes, para la aprobación de la C.F.E.

#### Preparación de la superficie por pavimentar.

La superficie previamente impregnada, será barrida para eliminar materiales extraños, polvo y remanentes del asfalto utilizados para la impregnación.

Se aplicará un riego de liga en caliente, con asfalto FR-3, (fraguado rápido) a razón de 0.50 lt/m<sup>2</sup>.

#### Preparación y Mezcla de Materiales para Carpetas.

Descripción de los materiales:

Las carpetas asfálticas son una mezcla homogénea de agregados pétreos triturados y asfaltados, con los que se logra un pavimento terso y flexible, adecuado para caminos y calles.

### Acomodo de materiales en el frente.

Los agregados se colocarán sobre la base de pavimento ordenadamente, distribuidos en forma paralela al eje del frente (acamellonamiento del material).

### Preparación de Materiales.

#### - Agregados.

Se acamellonarán en un extremo del frente y dependiendo del contenido de humedad, éstos se someterán a un proceso de secado con los medios manuales o mecánicos que el Contratista juzgue conveniente.

#### - Asfalto.

El asfalto deberá tener una temperatura antes de ser aplicada a los agregados.

### Mezcla

Los agregados se extenderán en una capa uniforme sobre la superficie.

A la capa extendida se le aplicará un riego con asfalto FR-3, a razón de 3 a 4 lt/m<sup>2</sup>, que se mezclará con los agregados en forma sucesiva hasta que se haya aplicado la cantidad de asfalto que fije el proyecto y el producto de la mezcla sea homogéneo, de tal manera que la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla sea la fijada en el proyecto.



## FORMACION Y CAPACITACION DE LA CARPETA.

La mezcla se tenderá en el ancho y espesor fijados en el proyecto y se iniciará la compactación, utilizando un rodillo liso, tipo tandem, el cual deberá moverse paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas hacia el centro en las tangentes y del lado interior hasta el exterior en las curvas, a continuación se compactará la mezcla con un compactador de llantas neumáticas, hasta alcanzar un mínimo de 95% de su peso volumétrico máximo; inmediatamente se le pasará una plancha lisa para darle un acabado terso.

## TERMINACION DE LA CARPETA.

### Recorte de las orillas:

A la carpeta terminada se le recortará la sobrecolocación horizontal, de manera que ésta se ajuste al ancho y alineamiento del proyecto. El material, producto del recorte se depositará en los sitios que indique C.F.E.

Se checará el alineamiento, el perfil y la sección, en su forma, espesor, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

### Sellado de la carpeta:

Cuando la carpeta terminada resulte con una permeabilidad mayor al 10% permitido, se dará un riego de sello.

**CONSIDERACIONES QUE DEBE TOMAR EN CUENTA EL CONTRATISTA.**

No se tomarán en cuenta para fines de pago: los volúmenes que se coloquen fuera de las líneas de proyecto o que no hayan sido autorizadas previamente por C.F.E., incluyendo la sobrecolocación horizontal de la carpeta.

### 2.1.9 Riego de sello.

Consiste en la aplicación de un sello impermeable a base de asfalto y material pétreo para la protección y adecuación de la superficie de carpetas asfálticas.

Incluye la selección, el suministro, acarreos y la colocación de los materiales en caminos y calles de las plantas termoeléctricas.

#### PROCEDIMIENTOS

Aprobaciones previas.

El Contratista someterá a la aprobación de C.F.E. previamente antes de iniciar las siguientes actividades:

- Todos los materiales que intervienen en la formación del sello como son: a) Agregado pétreo para carpeta b) Asfalto FR-3 (Fraguado rápido).
- Los procedimientos y dimensiones de los frentes por sellar.
- Equipo y maquinaria para la colocación del asfalto y del material pétreo.

## Preparación de la Superficie.

La superficie de la carpeta a la que se le aplicará el sello protector, debe estar limpia y libre de materiales sueltos o extraños.

## Aplicación del Sello.

No deberá regarse material asfáltico, si el material pétreo contiene una humedad superior a la absorción o si tiene agua superficial.

Una vez que C.F.E. haya aprobado la preparación de la superficie por sellar, se procederá con la aplicación de una capa de asfalto FR-3 a razón de 1 lt/m<sup>2</sup>. La superficie asfaltada deberá regarse inmediatamente con material pétreo, tipo 3 A, a razón de: 10 lts/m<sup>2</sup>, con el equipo de aspersores mecánicos, con un espesor de 1/4".

A continuación se le pasará una rastra de cepillos de fibra o de raíz, dejando así una superficie libre de ondulaciones y bordes, una vez tendido y rastreado el sello, se planchará con un rodillo liso ligero; posteriormente se planchará con un compactador de llantas neumáticas de 4500 Kg. a 7300 Kg., pasando una rastra las veces que se considere necesario para mantenerlo uniformemente distribuido. El material pétreo excedente se depositará en los sitios que indique C.F.E.

Para fines de medición y pago, se aplicará la misma especificación que para el riego de impregnación.

## 2.2 Cimentación.

2.2.1 Selección del tipo de cimentación.

2.2.2 Excavación de todo tipo de terreno.

2.2.3 Relleno compactado al 90% manual o a máquina.

2.2.4 Plantilla de concreto pobre.

### 2.2.1 Selección del tipo de cimentación.

Los tipos más usuales de cimentación son las zapatas aisladas y corridas, las losas y los pilotes o pilas de fricción o de punta.

Las zapatas aisladas son apropiadas en terrenos de baja compresibilidad y cuando los asentamientos diferenciales entre columnas pueden ser incluidos en el diseño estructural del edificio sin incrementar el costo de la superestructura.

Las zapatas continuas o corridas son recomendables cuando los asentamientos diferenciales en zapatas aisladas son inaceptables, ya que aportan una continuidad estructural entre columnas que reduce este tipo de asentamientos. Son adecuadas, también, cuando las zapatas aisladas quedan muy cercanas. Además, con frecuencia, la excavación de zanjas continuas resulta más económica que la de pozos aislados.

Cuando las cargas son tan grandes que las zapatas continuas, en la etapa de diseño, ocupan casi el 50% del área destinada a la cimentación, resulta generalmente más económico el empleo de una losa continua que cubra todo el espacio. En roca, el uso de la losa de cimentación es excepcional, salvo en estructuras especiales con requisitos de deformación muy estrictos, como los turbogeneradores.

Cuando el terreno cercano a la superficie es muy compresible o poco resistente, o cuando las cargas son muy altas, resulta conveniente cimentar sobre pilas o pilotes para transmitir las cargas hasta una capa más resistente y menos deformable.

## 2.2.2 Excavaciones en todo tipo de material para cimentación con acarreo libre de 1 Km.

El Contratista deberá presentar un solo precio unitario correspondiente a los diferentes tipos de material a excavar que se presenten en la obra, como material único y hasta una profundidad máxima de 5.50 m. ya sea manual o por medios mecánicos.

El precio unitario debe incluir el trazo, nivelación, limpieza del terreno, remoción, extracción, afine, remoción de derrumbe, azolve y retiro del material sobrante de las excavaciones hasta 1 km. de acarreo libre.

El Contratista despejará el terreno de todos los elementos extraños a la construcción, a fin de dejar libre de estorbos el área sobre la que se construirá la obra. El producto de esta limpia deberá depositarse en el lugar que indique Comisión. El costo de este concepto quedará incluido en el precio que se proponga para las excavaciones.

El equipo para excavación deberá ser previamente autorizado por Comisión y todas las excavaciones se realizarán a profundidades variables, siguiendo los trazos y niveles que se marcan en los planos.

Las excavaciones se efectuarán utilizando taludes que garanticen su estabilidad o empleando ademes; si se requiere se contruirán las obras de protección necesarias para evitar derrumbes o inundaciones.

Las excavaciones para cimientos deberán tener la holgura mínima necesaria para que se pueda construir el tipo de cimentación proyectada. Esta holgura estará en función de la profundidad de la excavación y clase del terreno, la cual se mostrará en los planos de diseño o Comisión la indicará.

Cuando Comisión autorice por escrito el uso de explosivos, el Contratista estará obligado a ejecutar las obras de protección necesarias para garantizar la seguridad de terceros y de Comisión.

Las grietas que llegaran a presentarse en el lecho de roca o suelo de cimentación, se llenarán con concreto, mortero, o lechada de cemento según lo ordene Comisión.

Una vez que las excavaciones hayan alcanzado los niveles y líneas necesarias, el Contratista notificará a Comisión para que ésta haga la inspección correspondiente.

Si al inspeccionar las excavaciones, sus dimensiones resultan mayores a las indicadas en los planos o a las aprobadas por la Comisión, el Contratista llenará sin cargo a C.F.E. los volúmenes excedidos.

Si después de efectuar la inspección, Comisión ordena excavación para extraer partes blandas y otros materiales inadecuados, éstas excavaciones se considerarán como parte integral de las excavaciones originales y no ocasionará ningún pago extra por el hecho de haber efectuado el trabajo en dos o más etapas. Las paredes y fondo de las excavaciones efectuadas, se emparejarán y consolidarán en la forma que indique Comisión.

Los últimos 25 cm. de material en el fondo de estas excavaciones, no se extraerán hasta que el trabajo u obras permanentes estén a punto de iniciarse. Esta operación no ocasiona ningún pago extra.

Todos los materiales procedentes de la excavación que Comisión apruebe como material de relleno, se depositarán en montones para utilizarlo en obras provisionales o permanentes. El material sobrante producto de excavaciones será retirado, depositado y acomodado en las áreas que Comisión indique dentro del predio.



El sobrecarreo de los materiales se pagará por separado. El Contratista considerará en el costo de excavación el bombeo de agua cuando se requiera durante los procesos de excavación o colado de concreto, de manera que el agua no interfiera con la ejecución de las obras; el Contratista proveerá todos los pozos colectores, cárcamos, drenes, zanjas y cualquier otro dispositivo para este fin. Quedarán incluidos dentro de los precios de las excavaciones, los procedimientos para llevar a efecto lo anterior y serán aprobados previamente por la Comisión, así mismo el equipo que se pretenda emplear.

Cuando en las excavaciones se requiera compactar la superficie de desplante, esto se ejecutará de acuerdo a lo fijado por el proyecto y/o lo ordenado por la Comisión, escarificando y compactando al 90% del peso específico seco máximo.

El precio unitario debe contemplar el costo de mano de obra, materiales, herramienta y equipo necesario, así como la limpieza del área, la separación del material vegetal y el resto del material, para poder utilizarlo en relleno.

Se medirá, en base a líneas de proyecto, la proyección de las cimentaciones de la estructura alojada, con taludes verticales.

Deberán presentarse números generadores con croquis.

La unidad será el m3 con aproximación al décimo.

### 2.2.3 Relleno compactado al 90%.

Es la colocación de material por medios mecánicos o manuales para cubrir un espacio de tal forma que quede la menor cantidad posible de huecos entre las partículas del material colocado.

El relleno se hará por capas de 20 cm. de espesor máximo, dándole al material la humedad necesaria hasta alcanzar el grado de compactación 90% (P.E.S.M.).

Cuando C.F.E. lo indique y sea necesario, efectuará muestreos y pruebas de laboratorio para comprobar la compactación obtenida.

El precio unitario incluye:

Colocación del material en su sitio definitivo, los costos derivados de mano de obra, obtención, acarreo e incorporación de agua, maquinaria, equipo y herramienta necesaria para el mezclado y la homogenización, humedificación, colocación, tendido y compactación en capas de 20 cm de espesor al 90% de P.E.S.M.

El relleno se efectuará tan pronto como lo ordene el supervisor, después de haber inspeccionado y aceptado los cimientos, las estructuras, tuberías, etc., según el caso se utilizará material producto de excavación u obtenido de banco previa autorización de C.F.E. en ambos casos.

El Contratista constantemente irá limpiando y removiendo hasta el sitio ordenado por el supervisor de C.F.E. toda la clase de tierra, escombros, desperdicios, etc., a excepción de aquellos materiales que el supervisor haya ordenado se clasifiquen y

almacenen en las cercanías de las excavaciones o de las estructuras, para ser empleados posteriormente. Dicha limpieza no será motivo de cobro por parte del Contratista y deberá considerarlo en su análisis de precio unitario.

Los materiales para relleno se medirán tomando como unidad el metro cúbico con aproximación al décimo, en obra, en su posición definitiva una vez ya compactado, medidos con la proyección de las líneas fijadas, con cortes verticales descontando el volúmen de las cimentaciones.

#### 2.2.4 Plantilla de Concreto Pobre.

Es el elemento constructivo que se coloca sobre el terreno para desplante de las cimentaciones. Las plantillas tienen como finalidad principal proporcionar una superficie nivelada, uniforme y limpia para los trabajos de trazo y desplante, así como evitar la contaminación de los materiales con que se construyen los cimientos. Las plantillas deben ser de concreto simple de  $f'c=100\text{kg/cm}^2$  y de 5 cm. de espesor o como lo indique Comisión.

En su ejecución se atenderá lo siguiente:

La superficie del terreno sobre la que se va a colocar la plantilla, deberá estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños que estorben y perjudiquen el trabajo.

Si el terreno lo requiere a juicio de la Comisión deberá compactarse al 90% proctor, o en la medida que se indique en los planos por la Comisión u orden del residente.

Previamente al colado de la plantilla, la superficie del terreno de desplante deberá humedecerse con el objeto de evitar pérdidas del agua durante el fraguado.

Para lograr la compactación del concreto, podrá usarse cualquier procedimiento, siempre y cuando se evite la mezcla de éste con el material del suelo.

El colado deberá ser por frentes continuos y sus cortes normales al plano del terreno y en línea recta.

El precio unitario debe incluir costo de mano de obra, materiales, equipo y herramienta, así como el suministro, habilitación y colocación de cimbra, y suministro, fabricación, transporte y colocación de concreto. Deberá incluir también el costo del mantenimiento de los caminos.

Se medirá en base a líneas y espesor de proyecto y se pagará por metro cuadrado con aproximación al décimo.

#### Calidad.

Para poder garantizar la calidad de los procedimientos anteriores, la C.F.E. supervisará todos los trabajos que ejecute el Contratista, quien deberá contar con la aprobación del residente para la continuación del Contrato.

Será por cuenta del Contratista la restitución parcial o total del trabajo que no cumpla con las especificaciones indicadas.

## 2.3 Estructuras.

- 2.3.1 Cimbra y Descimbra
- 2.3.2 Habilitado y colocación de acero de refuerzo y malla electrosoldada.
- 2.3.3 Concreto Hidráulico.
- 2.3.4 Colocación de mortero sin contracción en las placas base de asiento de estructuras y equipos.
- 2.3.5 Construcción de la mesa para turbogenerador.
- 2.3.6 Montaje de la estructura metálica para soporte de generadores de vapor.

### 2.3.1 Cimbra y Descimbra.

#### Definición

**Cimbra:** Conjunto de obra falsa y moldes para la construcción de elementos de concreto.

**Molde:** Parte de la cimbra formada por los elementos que estarán en contacto directo con el concreto; y por aquellos otros elementos que sirven para darle forma y rigidez a la superficie de contacto.

**Obra Falsa:** Parte de la cimbra que sostiene a los moldes en su lugar. Estructura que soporta a la cimbra de contacto.

**Diseño:** La cimbra estará bajo la responsabilidad total y exclusiva del Contratista; sin embargo, el tipo, tamaño, calidad y resistencia de los materiales con que se fabricarán deberán ser aprobados por la Comisión y cumplir con parte 3 Sec. 102 de ACI-347. Esta aprobación no releva al Contratista de la responsabilidad de que la cimbra llene los requisitos de estabilidad, acabado y los que a continuación se indican:

El Contratista deberá colocar cuando menos dos andamios para tener acceso a los pisos superiores, los cuales tendrán un ancho mínimo de 0.80 m. y estarán formados por vigas y tablonés con travesaños y pasamanos. El costo de los andamios antes descritos, queda incluido dentro de los precios unitarios de la cimbra.

En el diseño de la cimbra deberán considerarse los siguientes factores:

Velocidad y procedimiento de colocación de concreto, incluyendo vibrado.

Cargas, incluyendo carga viva, muerta, lateral e impacto.

Materiales y sus esfuerzos permisibles de trabajo.

Contraflecha, excentricidad, deflexiones.

Contraventeo, horizontal y diagonal.

Traslapes de puntales.

Desplante adecuado de la obra falsa.

Acabados.

Tolerancia, Etc.

#### MATERIALES PARA:

**Cimbras Comunes:** Se utilizará madera para forro del tablero ya sea duela, triplay o similar.

**Cimbra Aparente:** Se podrá utilizar fibra de vidrio, metal, u otro material propuesto por el Contratista y aprobado por C.F.E.

Este acabado es indicado para las superficies de estructuras expuestas a la vista del público en las cuales el aspecto tiene vital importancia. Están incluidas las superficies exteriores o interiores moldeadas en donde indique el residente o los planos.

El concreto para que sea aparente, no presentará salientes, rebabas o desviaciones visibles en las juntas.

Las irregularidades no excederán de 3 mm.



## COLOCACION.

Por lo que se refiere a la colocación de la cimbra, se observarán las siguientes recomendaciones:

La cimbra se ajustará a la forma, líneas, niveles y calidad especificados en los planos.

En cimbras aparentes se requiere un acabado liso, uniforme, exento de marcas.

Se utilizarán tableros completos de inicio al nivel de terminado, colocando chaflanes en las juntas horizontales de los tableros.

Los moldes deberán ser herméticos para evitar la fuga de la lechada y de los agregados finos durante el vaciado, vibrado y compactado del concreto.

Para el caso de que los moldes se hayan construido de madera, la superficie en contacto con el concreto deberá humedecerse antes del colado.

Deberán anotarse marcas en la cimbra para facilitar la medición de movimientos durante el colado.

Se utilizarán cuñas para el alineamiento final antes de la colocación del concreto, para asegurar la posición de la cimbra.

Los pies derechos o puntuales deberán anclarse para prevenir cualquier movimiento hacia arriba o lateral durante la colocación del concreto.

Salvo otra indicación, todas las aristas vivas llevarán un chaflán que consistirá en un triángulo rectángulo con catetos de 2.5 cm.

Para que las líneas y niveles de la obra terminada estén dentro de las tolerancias requeridas, las cimbras se construirán a la elevación que indiquen los planos, con esa misma tolerancia y deberán tener la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión del concreto, al efecto de los vibradores y las demás cargas y operaciones relacionadas con el vaciado del mismo.

La obra falsa deberá estar contraventeada y unida adecuadamente entre sí para mantener su posición y forma durante el proceso constructivo. Deberán suministrarse medios efectivos de ajuste cuñas, gatos, etc, para corregir desviaciones o asentamientos excesivos.

Durante el colado se verificarán elevaciones, contraflechas y verticalidad del sistema de cimbrado.

Cuando sea necesario, deberán hacerse los ajustes correspondientes con la rapidez requerida.

Queda expresamente prohibido dejar ahogados en el concreto los separadores empleados en el cimbrado.

Si durante la construcción de la cimbra hay indicios de debilidad, asentamiento o distorsión, no se podrá realizar el colado hasta que se refuerce satisfactoriamente a juicio de la Comisión.

El Contratista deberá colocar los andamios necesarios para tener acceso a los colados y pisos superiores. Los andamios tendrán un ancho mínimo de 0.80 m, y estarán formados por vigas o tablonces con travesaños y pasamanos. El costo de los andamios antes descritos, queda incluido dentro de los precios unitarios de la cimbra.

## LIMPIEZA

Deberá apegarse a las indicaciones siguientes:

Previamente a la colocación de la cimbra se aplicará una capa de aceite mineral o de cualquier otro material aprobado por Comisión, a la parte de los moldes en contacto con el concreto antes de cada uno de sus usos.

Al iniciar el colado, la cimbra deberá estar limpia y exenta de toda partícula extraña, suelta o adherida al molde. Para tal fin el Contratista utilizará los medios que considere adecuados ya sea con aire comprimido o en forma manual.

Cuando Comisión lo estime necesario o cuando las condiciones del colado lo requieran se dejarán aberturas en la cimbra en la base de las columnas, muros y de miembros peraltados para facilitar la limpieza e inspección que se requieran, así como el colado y vibrado del mismo.

La limpieza de los moldes estará sujeta a la inspección de Comisión para su aprobación.

## TOLERANCIAS PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.

Las irregularidades permisibles en las superficies estructurales de concreto de todas las obras que integran una Central Termoeléctrica, a menos que el proyecto indique otra cosa, cumplirán con los requisitos descritos en esta especificación; las anotaciones en planos de las máximas y mínimas tolerancias en relación con cualquier dimensión serán consideradas como complementarias a las especificadas.

El Contratista será responsable de fijar y mantener las cimbras para el concreto dentro de los límites de tolerancias; para asegurar que el terminado esté dentro de las especificaciones, los trabajos de concreto que excedan estos límites serán corregidos o eliminados y reemplazados por y a expensas del Contratista.

#### Variaciones en la Verticalidad

#### TOLERANCIA EN M.M.

---

En las líneas y superficies de columnas, pilas muros y aristas:

En 3 m.	6.3
En cualquier entrepiso o en 6m. máximo.	9.5
En 12 m o más.	19.1

Para columnas de esquina expuesta, ranuras de juntas de control y otras líneas principales:

En cualquier claro o en 6m. máximo.	6.3
En 12 m. o más.	12.7

Variación en el nivel a pendientes indicadas en los planos.

TOLERANCIA EN M.M.

---

En pisos, techos, vigas de plafones  
y aristas:

En 3 m.	6.3
En cualquier claro o en 6m. máximo.	9.5
En 12 m. o más.	19.1

Para dinteles expuestos, umbrales,  
parapetos, ranuras horizontales y  
otras líneas principales.

En cualquier claro o en 6m. máximo.	6.3
Wn 12m. o más.	12.7

Variación en escalones

En un tramo de escalera:

Peralte.	3.2
Huella.	6.3

En escalones consecutivos:

Peralte.	1.6
Huella.	3.2

TOLERANCIA PARA ESTRUCTURAS ESPECIALES

Revestimiento de concreto en canales.

Desviación de alineamiento establecido.	50.8 en tangentes. 101.6 en curvas.
---	--

Desviación de la pendiente establecida del perfil.	25.4
--	------

Reducción en el espesor de revestimiento.	10% de espesor especificado, siempre que el espesor promedio se mantenga conforme al volúmen diario de las revolturas.
---	--

Variación del ancho de sección especificado a cualquier altura.	0.25% + 25.4
---	--------------

Variación de la altura establecida del revestimiento.	0.50% + 25.4
---	--------------

Variación en las superficies:

Plantilla (en 3 m.).	6.3
Taludes laterales (en 3 m).	12.7

SIFONES MONOLITICOS Y ALCANTARILLAS

Desviación del alineamiento establecido. 25.4

Desviación de la pendiente establecida del perfil. 25.4

Variación en el espesor establecido:

En cualquier punto, en menos. 2.5% o 6.3mm.  
(lo que resulte mayor).

En cualquier punto, en más. 5.0% o 12.7mm.  
(lo que resulte mayor).

Variación de las dimensiones interiores. 0.50%

Variación en las superficies:

Plantilla (en 3 m.).	6.3
Taludes laterales (en 3m).	12.7
Puentes, diques, vertederos, rápidas, compuertas, obras de toma, canales y estructuras similares.	

Desviación del alineamiento establecido. 25.4

Desviación de las pendientes establecidas. 25.4

Variación de la verticalidad o de los desplomes establecidos en las líneas y superficies de columnas, pilas, muros y aristas.	
Expuestas (en 3m).	12.7

TOLERANCIA EN M.M

---

Interiores (en 3m.). 25.4

Variación del nivel o de las pendientes establecidas en los planos, losas, vigas, ranuras horizontales y voladizos de barandales:

Expuestas (en 3m). 12.7

Interiores (en 3m). 25.4



Variación de las dimensiones establecidas de la sección transversal de columnas, pilas, losas, muros, vigas y partes similares:

En menos. 6.3

En más. 12.7

Variación del espesor establecido de losas de puente.

En menos. 3.2

En más. 6.3

Zapatas. Igual que para zapatas de edificios.

Variación de dimensiones y localización de aberturas en losas y muros. 12.7

Variación de verticalidad o nivel en el umbral y muros laterales de compuertas radiales o de juntas impermeables similares (en 3m). No más de 3.2

## ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN MASA

En todas las estructuras.

Variación del contorno lineal construido respecto a la posición establecida en planta:

### TOLERANCIA EN M.M.

---

En 6 m.	12.7
En 12 m.	19.1

Variación de dimensiones de aspectos individuales de la estructura respecto a las posiciones establecidas:

En 24 m. o más.	31.7
En construcciones enterradas.	El doble de la cantidad precedente.

Variación del nivel o los desniveles indicados en los planos en losas, vigas, plafones, ranuras de juntas horizontales y artistas visibles:

En 3 m.	6.3
En 9 m. o más.	12.7

En construcción enterrada.	El doble de las cantidades precedentes.
----------------------------	---

Variación de las dimensiones establecidas de la sección transversal de columnas, vigas, machones, pilas y miembros similares:

En menos.	6.3
En más.	12.7

Variación en el espesor establecido de losas, muros, secciones de arco y miembros similares:

En menos.	6.3
En más.	12.7

Zapatas para columnas, pilas, muros, machones y miembros similares:

En menos.	12.7
En más.	50.8

Desplazamiento o excentricidad.

2% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento, pero sin pasar de 50.8

Reducción en el espesor

5% del espesor especificado.

Variación de la vertical o nivel en umbrales y muros laterales de compuertas radiales y otras juntas impermeables similares (en 3 m).

No más de 3.2

REVESTIMIENTO DE CONCRETO EN TUNELES Y CONDUCTORES COLADOS EN EL LUGAR.

Desviación respecto al alineamiento o pendiente establecida:

Conductos y túneles de flujo libre.	25.4
Conductos y túneles de alta velocidad.	12.7
Túneles para ferrocarril.	25.4

Variación del espesor establecido en cualquier punto:

Revestimiento de túneles, en menos.	0.0
Conductos, en menos.	2.5% o 6.3 mm. (lo que resulte mayor)
Conductos, en más.	5% o 12.7 mm. (lo que resulte mayor)
Variaciones de las dimensiones interiores.	0.5%

## FORMAS DESLIZANTES

Variación máxima en el espesor de muros:

Hasta 20 cm. de espesor.

± 9.5

Más de 20 cm. de espesor.

± 12.7

### TOLERANCIA EN M.M

Desviación máxima de cualquier punto en la forma deslizante respecto a la proyección vertical del punto correspondiente de referencia en la base de la estructura, por cada 15m. de altura.

25.4

### Construcción de Concreto Prefabricado

Dimensiones extremas de los miembros, por 3 m.

± 1.6

Dimensiones de la sección transversal:

Secciones menores de 8 cm.

± 1.6

Secciones mayores de 8 y menores de 46cm.

± 3.2

Secciones mayores de 46cm.

± 6.3

Desviación máxima respecto a la línea recta en tramos largos por 3 m. de longitud.

3.2

Desviación respecto a la contraflecha especificada, por 3 m. de claro.  $\pm 1.6$

Diferencia máxima entre unidades vecinas después de colocadas. 6.3

### USOS

Por lo que se refiere a su uso, los moldes podrán emplearse tantas veces como sea posible, siempre y cuando se les proporcione el tratamiento adecuado para obtener el mismo tipo de acabado que señale el proyecto y previa autorización de Comisión.

### DESCIMBRA

El Contratista no podrá iniciar el descimbrado de losas y trabes, ni podrá aflojar o retirar puntales, pies derechos o apoyos, si no cuenta con la aprobación de Comisión. Los elementos de apoyo deberán permanecer en su sitio hasta que se compruebe que la estructura tiene capacidad para soportar con seguridad su peso propio y las sobrecargas que se le impongan. Tal comprobación podrá efectuarse mediante un análisis de esfuerzo de la estructura, complementado con el ensaye a compresión de especímenes curados en obra, como se previene en el Capítulo 6 del Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado ACI-318. En ningún momento las sobrecargas deberán exceder la carga viva de diseño.

Los moldes deberán ser movidos sin hacer daño al concreto. La cimbra que esté en contacto con el concreto deberá limpiarse cuidadosamente y aceitarse antes de volverse a utilizar.

La cimbra para trabes será diseñada en forma tal que las paredes laterales puedan ser removidas sin afectar las paredes interiores ni sus soportes cuando se requiera descimbrar parcialmente antes que lo permitido para el descimbrado total.

Cuando no existan facilidades para determinar el tiempo de descimbrado, por medio del ensaye de especímenes curados en obra, se aplicarán los siguientes períodos mínimos, a menos que la Comisión señale otra cosa.

<u>Elementos Estructurales</u>	<u>Período Mínimo para Descimbrar</u>
Vigas	14 días
Losas	14 días
Muros	1 día
Columnas	1 día
Laterales de Vigas	1 día

Cuando a los miembros colados se les apliquen cargas adicionales al peso propio, permanecerán debidamente apuntalados, hasta que alcancen su resistencia de proyecto. En este caso la cimbra deberá estar diseñada para resistir las cargas adicionales.

Cualquier defecto en la superficie del concreto se corregirá bajo las indicaciones de Comisión, lo más pronto posible, inmediatamente después del descimbrado y sin cargo a Comisión, y se podrá pagar al momento de terminar los trabajos de resanes.

La unidad de medición será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie de contacto exclusivamente con aproximación al décimo, de acuerdo a planos de diseño correspondientes.

Se pagará de acuerdo al análisis de precios unitarios de cimbra y descimbra (Incluyendo, suministro, habilitación, colocación, descimbrado, limpieza y retiro de material sobrante).

### 2.3.2 Habilitado y colocación de acero de refuerzo y malla electrosoldada.

El acero de refuerzo es el elemento estructural que va asociado al concreto para absorber los esfuerzos que éste, por sí solo no es capaz de soportar. Esto es, el acero absorbe los esfuerzos de tensión ya que el concreto absorbe únicamente los de compresión.

El precio Unitario debe incluir:

- a) El costo de los materiales suministrados por el Contratista puesto en obra que intervienen: tales como alambre, soldadura, conectores y pruebas físicas, radiológicas, etc.
- b) Cargos por equipo y herramienta que intervengan.
- c) Los fletes, acarreos, almacenaje y maniobras necesarias del almacén de C.F.E. hasta el sitio de colocación.
- d) La mano de obra necesaria para ejecutar todos los trabajos hasta la correcta colocación del acero de refuerzo, incluyendo la limpieza del acero. Cuando por causas imputables al Contratista se precise la realización de pruebas para determinar el deterioro que hubiere podido causar la oxidación del acero de refuerzo, tanto las pruebas como la limpieza del mismo se hará por cuenta del Contratista.
- e) La limpieza y retiro de los materiales sobrantes o desperdicios al lugar que C.F.E. apruebe o indique.



El Contratista con autorización de C.F.E. podrá sustituir acero de la sección indicada en el proyecto, por otro de diferente sección y área equivalente o mayor, modificando los dibujos constructivos.

No podrá utilizar el acero de refuerzo de C.F.E. para separadores de cimbra.

### Habilitado.

El Contratista deberá realizar los planos de detalle del acero de refuerzo, estableciendo marcas de cada varilla y proponiendo los puntos de traslape acorde con los planos de diseño. Estos planos y listas de varillas servirán para estudiar al detalle las posibles interferencias con el acero embebido y deberán ser aprobados por la Comisión antes de proceder al habilitado del refuerzo.

### Doblado de varilla

Con el objeto de proporcionar al acero la forma que fijen los planos de diseño, las varillas de refuerzo de cualquier diámetro se doblarán en frío.

Cuando expresamente lo autorice Comisión, las varillas podrán doblarse en caliente y en este caso, la temperatura no excederá de 600 Grados C. a 650 Grados C., lo cual se determinará por medio de crayones térmicos o cualquier otro medio adecuado. El calentamiento debe efectuarse de manera que no ocasione daños al concreto. Se exigirá que el enfriamiento sea lento, resultado del proceso natural derivado de la pérdida de calor por exposición al medio ambiente. En ningún caso se permitirá el enfriamiento con agua o aire a presión.

No se permitirá el calentamiento de varillas torcidas o estiradas en frío.

### Ganchos y dobleces

A menos que los planos y/o Comisión indiquen otra cosa, los dobleces, ganchos, anclaje y traslapes se sujetarán a las disposiciones del "Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado" (A.C.I. 318 Capítulo 7 sección 7.1 y 7.2, 7.3 y 7.6)

### Colocación del acero de refuerzo.

El acero de refuerzo deberá colocarse y mantenerse firmemente dentro de las tolerancias que marca el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado ACI-318, durante el colado en las posiciones, formas, longitudes, separaciones y áreas que fijen los planos de diseño.

La separación libre mínima entre dos varillas paralelas no deberá ser menor de 1.50 veces el tamaño máximo del agregado, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que pueda pasar el vibrador a través de ellas.

Las varillas de refuerzo pueden ser movidas conforme sea necesario para evitar interferencias con conduits o partes embebidas.

Si las varillas son movidas más de un diámetro o lo suficiente para exceder las tolerancias establecidas, el arreglo resultante del acero de refuerzo deberá ser aprobado por escrito por Comisión.

El acero de refuerzo embebido no podrá ser doblado. Si como alternativa se procede a efectuar el doblado del acero de refuerzo parcialmente embebido para librar interferencias, este doblado deberá efectuarse según ASME-III-Div. 2 Art. CC4323.

#### Juntas de Acero de Refuerzo.

Todas las uniones en el acero de refuerzo se harán por medio de traslapes en varillas del No. 10 o menores, salvo indicaciones en los planos de diseño, los cuales serán por medio de conectores o empalmes soldados.

Los empalmes deberán hacerse en los lugares señalados en los planos de diseño y deberán ajustarse a las disposiciones señaladas en el Capítulo 12 del Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318).

En caso que se especifiquen uniones soldadas en varillas, éstas se efectuarán de acuerdo con las normas de la American Welding Society (AWS-D-12.1) y de tal manera que sean siempre capaces de desarrollar un esfuerzo a la tensión igual al 125% de la resistencia de fluencia especificada para el acero de refuerzo en el proyecto.

Estas capacidades serán controladas por medio de las pruebas físicas y radiográficas que Comisión señale.

En caso de instalar juntas mecánicas en varillas, éstas deberán desarrollar en tensión o compresión según se requiera por lo menos un 125% de la resistencia a la fluencia especificada de la varilla.

Un empalme totalmente soldado debe tener las varillas soldadas a tope para desarrollar en tensión por lo menos, un 125% de la resistencia a la fluencia especificada de la varilla.

Las conexiones totalmente mecánicas deben desarrollar en tensión o compresión, según se requiera, por lo menos un 125% de la resistencia a la fluencia especificada de la varilla.

No deberá traslaparse o soldarse más del 33% del acero de refuerzo en una misma sección a menos que los planos de diseño lo indiquen.

Los traslapes de paquetes de varillas deben basarse en la longitud de traslape requerida para las varillas individuales dentro de un paquete, aumentada en un 20% para paquetes de 3 varillas, y en un 33% para paquetes de 4 varillas. Los traslapes de las varillas individuales dentro de un paquete no deben coincidir en el mismo lugar.

Los empalmes no deberán hacerse en las secciones de máximo esfuerzo, salvo que a juicio de C.F.E. se tomen las precauciones debidas tales como aumentar la longitud de traslape o usar como refuerzo adicional hélices o estribos alrededor del mismo; en toda su longitud.

Una vez que esté terminado el armado, C.F.E. procederá a efectuar la revisión correspondiente.

### Recubrimientos

- Concreto colado en la obra (no reforzado).

Los recubrimientos de concreto mínimo que servirán de protección al acero de refuerzo son los siguientes:

Concreto colado en contacto con el suelo  
y permanentemente expuesto a él .....7.5 cm.  
Varillas del No. 6 al No. 18.....5.0 cm.  
Varillas del No. 5 y menores.....4.0 cm.

Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo: losas, muros y nervaduras:

Varillas del No. 14 y No. 18.....4.0 cm.  
Varillas del No. 11 y menores.....2.0 cm.

Vigas, columnas:

Refuerzo principal, anillos, estribos y espirales.....4.0 cm.  
Concreto prefabricado (fabricado en condiciones de control en la Planta).

Concreto expuesto al suelo o la acción del clima

Tablero para muros:

Varillas del No. 14 y No. 18.....4.0 cm.  
Varillas del No. 11 y menores.....2.0 cm.

Otros elementos:

Varillas del No. 14 al No. 18.....5.0 cm.  
Varillas del No. 6 al No. 11.....4.0 cm.  
Varillas del No. 5 y menores.....3.0 cm.

Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo:

Losas, muros, nervaduras:

Varillas del No. 14 y No. 18.....3.0 cm.

Varillas del No. 11 y menores.....1.5 cm.

Vigas, columnas:

Refuerzo principal.....1.5 cm.

4.0 cm.

Anillos, estribos, espirales.....1.0 cm.

Cascarones y placas plegadas:

Varillas del No. 6 y mayores.....1.5 cm.

Varillas del No. 5 y menores.....1.0 cm.

### Tolerancias

La habilitación y colocación del refuerzo deberá cumplir con las tolerancias de la sección 7.5 del reglamento ACI-318.

### Malla electrosoldada

Se usará exclusivamente en losas de piso, para cubrir la especificación de refuerzo por temperatura.

Las mallas de alambre electrosoldadas serán suministradas por el Contratista y cumplirán con el calibre y separación de alambre liso o corrugados, según se indique en los planos. Además deberán cumplir con las normas siguientes: Norma ASTM-A-497 y ASTM-A-185 "Specification for weld steel wire fabric for concrete reinforcement".

En caso de requerirse cortar la malla al continuar con su tendido, deberá traslaparse con la anterior por lo menos dos recuadros. El Contratista deberá hacer limpieza constante del área.

### 2.3.3. Concreto Hidráulico.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

El concreto hidráulico utilizado para la construcción de Plantas Termoeléctricas cumplirá con las normas de ACI-318 y ASTM-volumen 04.02. El concreto hidráulico es el producto de mezclar el cemento, agua, agregados pétreos y aditivos cuando sea necesario.

#### Materiales.

Cemento tipo I puzolánico.

El cemento deberá utilizarse en el orden cronológico de recepción en la obra.

Por ningún motivo se permitirá utilizar en un colado dos marcas o tipo de cemento diferentes; en situación que obliguen a ello y previo consentimiento de la C.F.E. podrá permitirse colar diferentes secciones de una misma estructura con cemento de distintas marcas, pero que sean de un mismo tipo.

#### Agregados.

Se obtendrán de los bancos o depósitos propuestos por la Compañía Contratista y aprobados por C.F.E. siempre que cumplan con las normas de granulometría y calidad.

El Contratista deberá proporcionar una muestra de los materiales que va a utilizar, cuando menos 15 días antes de la fecha fijada para dar principio a los colados.



Arena.

Grava No. 1

Grava No. 2

Aqua.

Se proporcionará el pozo. El Contratista se responsabilizará.

Aditivos.

Serán suministrados por la Compañía Contratista la cual se encargará del manejo hasta la utilización.

Todo aditivo será aprobado por el laboratorio de C.F.E. en la Ciudad de México, para lo cual el Contratista deberá avisar con tiempo para la inspección de los lotes que sean necesarios para la obra.

La planta de concreto deberá contar con el equipo de dosificación adecuado para lograr asegurar la precisión solicitada por las normas del fabricante o de C.F.E.

C.F.E. autorizará a solicitud del Contratista la utilización de aditivos.

Elaboración del concreto (concreto premezclado en obra).

Planta para producción de concreto.

La planta para la producción de concreto deberá ser de una capacidad mínima de producción de 25 m<sup>3</sup>/hora y sólo se permitirán hacer colados hasta de 400 m<sup>3</sup>. por día por frente, salvo autorización específica de la Comisión.

La planta de concreto debe cumplir con lo requerido en ASTM-C-94-86D.

El Contratista someterá a la aprobación de la Comisión, la planta de dosificación y mezclado antes de instalarla. A juicio de la Comisión deberá contarse con dos plantas de producción, una principal y la otra de respaldo, con el fin de evitar la posibilidad de suspender los colados.

El mezclado de los materiales deberá hacerse siempre a máquina y el concreto será mezclado hasta que tenga una perfecta distribución de sus componentes y la mezcla sea homogénea y de color uniforme (ACI-614).

La planta no deberá trabajar para producir volúmenes de bache mayores que los especificados por el fabricante del equipo y deberá estar dotado de un medidor de agua, debidamente calibrado. Deberá tener también un aditamento adecuado para cerrar automáticamente la tolva del mezclador y evitar que se vacíe su contenido antes de que los materiales introducidos en la revolvedora hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo fijado (minuto y medio) (Norma ACI-318). La mezcla contenida en la revoltura deberá salir por completo del tambor antes de que los materiales para la siguiente revoltura sean introducidos en el mismo.

Antes de iniciarse el proceso de la elaboración de concreto, el Contratista deberá recabar la autorización de la Comisión para comprobar que se encuentran en el lugar todos los materiales, equipo y personal necesario para la ejecución del colado.

La primera revoltura de materiales que se coloque en la revolvedora deberá contener suficiente cantidad (de preferencia en exceso) de cemento, arena y agua para que forme en el interior de la olla una capa sin reducir la cantidad de mortero de la bachada.

Cuando por algún motivo después de hecha la revoltura se tenga que dejar ésta en el interior de la revolvedora, no deberá permanecer en ella más de 20 minutos y antes de vaciarla deberá volverse a mezclar cuando menos durante un minuto.

Siempre que se suspenda la operación de una revolvedora deberá lavarse inmediatamente la tolva, el tambor y los canales para quitarles las capas de lechada adherida.

#### Concreto Premezclado de Otra Planta.

Se podrá utilizar concreto premezclado con autorización de la Comisión, siempre que la planta y el equipo de transporte satisfagan los requisitos de la especificación ASTM-C-94.

"Especificación para concreto premezclado".

Cuando se utilice concreto premezclado deberá ser descargado dentro de media hora o antes de que el tambor haya dado 100 revoluciones debiendo entregar junto con la revoltura una boleta que contenga los siguientes datos:

- a) Tipo de concreto indicando la resistencia ( $f'c$ ) tamaño máximo del agregado y revenimiento.
- b) Tipo de Cemento.
- c) Volúmen de concreto surtido.
- d) Hora en que se inició el mezclado con agua.
- e) Aditivos utilizados indicando marcas y dosificación.

En esta remisión, el supervisor de la Comisión, deberá anotar lo siguiente:

- Hora de descarga del concreto.
- Revenimiento obtenido.
- Tamaño máximo del agregado.
- Observaciones.

Las entregas sucesivas de concreto para un mismo colado se harán de acuerdo con los lapsos que en cada caso establezca el Contratista conforme a los medios de que se disponga para colocarlo en la estructura.

En caso que el Contratista haya recibido de C.F.E. autorización para utilizar aditivos retardadores del fraguado será C.F.E. quien determine el período máximo admisible entre la iniciación de la revoltura y la entrega de ésta en el lugar de aprovechamiento.

#### Proporcionamiento.

La dosificación de los materiales requeridos en la elaboración del concreto, para la f'c de proyecto será propuesto por el Contratista y en su caso, aprobada por Comisión. Esta dosificación se rectificará o ratificará periódicamente de acuerdo con los resultados de los ensayos efectuados, tanto en el concreto elaborado como individualmente en los ingredientes que intervienen en su fabricación, con el objeto de conservar uniformemente la f'c establecida. Para el diseño de las mezclas deberán aplicarse los criterios generales de ACI-613.

Las cantidades de los materiales que intervengan en la dosificación del concreto serán medidas como sigue:

- El cemento y la ceniza puzolánica podrán ser pesados en una sola báscula cuando sea a granel en pesos acumulativos.
- El equipo de pesado deberá estar diseñado de modo que el ciclo de carga no pueda reiniciarse mientras permanezca material de la carga anterior.
- La aproximación de esta báscula será de  $\pm 1\%$
- La arena y grava serán pesadas en otra báscula aparte y por separado con aproximación de  $\pm 2\%$ .
- El agua se dosificará por volúmen o peso, con precisión requerida de  $\pm 1\%$ ; los aditivos se dosificarán en volúmen con precisión  $\pm 1\%$ .
- Todas las tolvas de básculas de cemento, cenizas y agregados deberán contar con vibradores que garanticen el vaciado total de lo dosificado.

### Revenimiento

El concreto tendrá el revenimiento fijado en los planos de diseño y/o lo ordenado por la Comisión, pudiendo esta última comprobarlo, con la frecuencia que considere necesario, basándose en las normas ASTM-C-143 y ASTM-C-94.

El Contratista deberá efectuar la prueba de revenimiento de cada camión revoladora. Esta prueba se efectuará antes de ser vaciada la olla.

## Pruebas de especímenes por C.F.E.

El peso volumétrico y el contenido de aire del concreto fresco deberán determinarse rutinariamente (conforme a métodos ASTM-C-138 y C-231, respectivamente) cuando se emplee un aditivo inclusor de aire. Esta determinación deberá efectuarse en la primera revoltura con que inicie un colado a fin de hacer los ajustes que sean necesarios.

Posteriormente, deberá repetirse por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto elaborado, por lo menos.

Los concretos se designarán de acuerdo con la carga unitaria de ruptura a la compresión ( $f'c$ ) determinada a la edad que fije el proyecto.

Comisión obtendrá las probetas de ensaye con la frecuencia que considere necesario, llenando los requerimientos de ASTM-C-94 y ASMT-C-172.

Para verificar los resultados del Contratista para la ejecución de muestreo, curado, manejo, transporte y ruptura de los especímenes regirán las normas ASTM-C-31 y ASTM-C-617.

La temperatura del concreto tierno para colado masivos (mayor de 100 cm de espesor) no deberá exceder 20 grados C, en planta y 23 grados C, en sitio; para colados semimasivos (de 60 a 100 cm. de espesor) la temperatura no deberá exceder de 24 grados C. en planta y de 27 grados C. en sitio y para colados normales (espesor máximo de 60 cm) la temperatura no deberá exceder de 28 grados C. en planta y 31 grados C. en sitio.

Comisión rechazará los concretos que no cumplan ambas temperaturas ACI-305.

### Interpretación del Resultado de las Pruebas.

Las evaluaciones pertinentes de las pruebas podrán verificarse de acuerdo a las normas ASTM-C-283 y ACI-318 secciones 4.3 a 4.8

Cuando las pruebas no satisfagan las condiciones prescritas anteriormente el Contratista deberá reponer los elementos colados con concreto de bajas resistencias y además es responsable de cualquier daño que pudiera originarse por este motivo. Cuando las condiciones sean tales que Comisión deba cerciorarse acerca de la seguridad de la estructura, el Contratista hará una prueba de carga de cualquier porción de ella o en su totalidad. Estas pruebas se llevarán a cabo siguiendo las especificaciones que para cada caso señale Comisión y su costo será por cuenta del Contratista si resulta responsable.

A efecto de probar la efectividad del curado en la estructura, además de la resistencia obtenida en el concreto, los cilindros obtenidos deberán curarse siguiendo el sistema empleado en el respectivo concreto representado. Las resistencias obtenidas deberán quedar dentro del 85% de la f'c establecida según normas ASTM-C-31, ASTM-C-39 y ASTM-C-172 para el muestreo.

### Transporte.

Se hará de acuerdo con las condiciones de la obra y el equipo utilizado para el transporte del concreto será en camiones revolverdoras con una capacidad tal, que se asegure que la colocación del concreto se lleve a cabo dentro de los 60 minutos transcurridos desde la iniciación de la operación de mezclado, excepto si Comisión considera necesario reducir este tiempo para producir un concreto satisfactorio. Deberán tomarse precauciones especiales para evitar la adulteración, contaminación, segregación o pérdida de ingredientes durante el transporte y colocación.

## Colado

### Inspección Previa.

El Contratista deberá dar aviso por escrito a Comisión cuando termine la preparación relativa a cualquier colado (con una anticipación de 24 horas) y ésta deberá comprobar que cumple con los planos de diseño, debiendo verificar lo siguiente:

- a) Que la cimbra cumpla con lo señalado en estas especificaciones.
- b) Que el acero de refuerzo cumpla con lo indicado en estas especificaciones.
- c) Que las plantillas o firmes queden limpios de arcillas, limos o partículas extrañas.
- d) Que el interior de la revolvedora y el equipo de transporte, se limpie de toda partícula extraña o concreto endurecido.
- e) Que el equipo de dosificación, transporte, colación y vibrado (principal y de respaldo) se tengan con la cantidad y capacidad suficiente para el colado.
- f) Que el personal destinado a la ejecución del colado sea suficiente y apropiado.
- g) Que los materiales que vayan a intervenir en la elaboración del concreto satisfagan las condiciones de calidad requeridas.
- h) Que las condiciones climáticas sean favorables. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para llevar a cabo el colado previniendo en un momento dado interrumpirlo y protegerlo debidamente.



- i) No deberán efectuarse colados cuando la temperatura del medio ambiente sea inferior a 5 grados C. y no se tenga la seguridad de poder mantener el concreto a temperaturas superiores a 5 grados C. durante un lapso mínimo de 3 días.  
Salvo en aquellos casos en que se sigan procedimientos o se empleen aditivos autorizados por Comisión.

En tiempo caluroso, el concreto se colocará aprovechando las horas en que las temperaturas sean más bajas.

No se autorizarán colados cuando la temperatura ambiente sea superior a 40 grados C. excepto cuando se tomen medidas para enfriar el concreto y conseguir que su temperatura al llegar al sitio de su colocación no exceda las temperaturas anteriormente descritas.

#### Juntas de Construcción.

- a) Toda junta de construcción ya sea vertical u horizontal deberá localizarse de acuerdo a los planos correspondientes y en el caso de haber indicación alguna, éstas serán fijadas por la Comisión antes de iniciar el colado.

Antes de depositar el concreto fresco sobre el concreto ya endurecido, se verificarán y ajustarán los moldes nuevamente, para su aplicación.

- b) En el caso de suspender el colado fuera de alguna junta sin autorización previa de Comisión será necesario demoler todo el concreto colado, hasta llegar a la junta de construcción próxima anterior.

- c) Cuando por circunstancias imprevistas se requiere interrumpir un colado fuera de la junta de construcción señalada, el Contratista deberá solicitar a Comisión la correspondiente autorización y en este caso el corte se hará en el lugar y en la forma indicada por esta última, tomando en cuenta las características particulares de la estructura.
  
- d) Para ligar el concreto fresco con otro ya endurecido por efectos del proceso de fraguado, la junta de construcción correspondiente se tratará en toda su superficie de tal manera que quede exenta de materiales sueltos o mal adheridos, así como también de la lechada o mortero superficial, con el objeto de lograr una superficie rugosa y sana de tal manera que el agregado esté expuesto hasta con 6 mm. de proyección, para lo cual es necesario llevar a cabo el picado para retirar la lechada, después se limpiará la junta con aire y agua a presión.

Las juntas de construcción deben estar limpias, libres de aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la liga entre el concreto endurecido y el concreto fresco.

Toda junta de construcción debe permanecer húmeda como mínimo por un tiempo de 4 horas, previas a la colocación del concreto.

- e) Deberá transcurrir un mínimo de 24 horas entre el colado de columnas y muros y el colado de vigas, traveses y losas que se apoyan en los primeros. Entre los colados masivos deberá dejarse transcurrir por lo menos 72 horas.
  
- f) Las juntas de expansión se localizarán en la posición y forma indicadas en los planos. En cualquier tipo de junta que vaya a quedar en contacto con agua se insertará una banda de cloruro de polivinilo (P.V.C.) o se hará una preparación adecuada para lograr impermeabilidad.

El material utilizado, deberá cumplir con las especificaciones ASTM-D-1190 y ASTM-D-1751 según sean aplicables.

### Protección del Colado.

Después del colado el Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para evitar:

- a) Que durante las primeras 10 horas que sigan al vaciado, el agua de lluvia o algún otro agente, deterioren el concreto.
- b) Que una vez iniciado el fraguado en cualquier superficie ya terminada, colada con concreto elaborado a base de cemento normal, se transmita sobre ella o se altere de alguna manera su estado de reposo con cualquier clase de sacudidas o trepidaciones, así como cualquier tipo de esfuerzo y movimiento de las varillas que sobresalgan. Cuando se use cemento de fraguado rápido o acelerantes del fraguado, el término de reposo podrá reducirse de acuerdo con lo que para cada caso fije Comisión.

### Alumbrado.

Quando el desarrollo del colado lo requiera, deberá emplearse luz artificial tanto en la elaboración del concreto como en su transporte y colocación. Las instalaciones deberán estar acondicionadas de manera que se garantice un alumbrado eficiente, adecuado y continuo en todos los sitios requeridos.

## Colocación.

- a) El colado se hará en forma continua sin interrupciones hasta terminar totalmente lo programado del elemento estructural y dejando únicamente aquellas juntas de colado que indique el proyecto o que autorice Comisión.

La compactación y acomodo del concreto se hará de tal manera que se llenen totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de la masa del concreto y cubriendo de una manera efectiva al acero de refuerzo.

- b) No se podrá iniciar ningún colado, sin autorización expresa de Comisión.
- c) No se efectuarán colados cuando esté lloviendo.
- d) Por ningún motivo se dejará caer libremente el concreto desde más de 1 m. de altura, cuando se trate de colados de columnas. Cuando se trate de emparrillados muy cerrados, la altura de caída no debe exceder los 2 m. para evitar la segregación.

Para lograr lo anterior el Contratista deberá prever suficientes caídas espaciadas adecuadamente y que cuenten con trompa de elefante o lo necesario para evitar la caída inadecuada del concreto.

La distancia entre cada caída no deberá exceder de 3.00 m., evitando con ello el posible acarreo del concreto.

- e) Queda expresamente prohibido acumular revoltura dentro de los moldes para después extenderla, así como el traslado de concreto para llenar los moldes por medio de vibradores.

- f) La colocación se efectuará con una rapidez tal que el concreto fluya fácilmente y penetre en los espacios entre las varillas de refuerzo y entre éstas y la cimbra y deberá ser depositado en capas horizontales que fluctúen entre 30 y 50 cm. de espesor en las estructuras y entre 40 y 60 cm. de espesor en las cimentaciones, y no ser acarreado más de 1.50 m, desde el depósito de celda. Su descarga dentro de la cimbra deberá hacerse a velocidad moderada para evitar segregaciones de la mezcla.
- g) Excepto en los casos en que el proyecto indique otra cosa, el acabado final de las superficies deberá ser liso, continuo; exento de bordes, rugosidades, salientes u hoquedades.
- h) Cualquier colado que resulte defectuoso a juicio de Comisión o que sea dañado por causas imputables al Contratista, deberá reponerse total o parcialmente por cuenta de éste.

En la reposición total y parcial, el costo será totalmente por cuenta del Contratista.

- i) Se ha previsto la posibilidad de requerir mezclas específicas diseñadas para ser transportadas con bomba. El revenimiento medio específico para estas mezclas debe ser de 12 cm. como máximo y su tamaño máximo de agregado puede ser igual a 19 mm. (3/4"). o 38 mm. (1 1/2") según lo permita la estructura. Tomando en cuenta que el diseño de mezcla para ser transportada con bomba, obliga frecuentemente a hacer modificaciones en cuanto a los contenidos de cemento, arena y agua, la Comisión se reserva el derecho de decidir en qué caso será verdaderamente necesario e indispensable el uso del concreto bombeable.

### Concreto transportado con Bomba.

Cuando se pretende transportar o colocar el concreto con bomba, deberá someterse a la aprobación de la Comisión una descripción del sistema de bombeo propuesto, así como el equipo y procedimiento correspondiente. La descripción deberá incluir todas las características del equipo, la capacidad de descarga del sistema en metros cúbicos de concreto por hora y el alcance de bombeo en metros, tanto horizontal como vertical.

El diámetro de la tubería no deberá ser menor que dos veces el tamaño máximo del agregado, aunque de preferencia deberá ser igual a cuatro veces.

- j) Debe evitarse la segregación y contaminación del concreto durante su transporte, a fin de evitar problemas posteriores durante su colocación o inclusive puede ser rechazado al llegar al sitio de colado.
  
- k) Es indispensable adoptar medidas adecuadas para evitar que en tiempo caluroso el concreto aumente excesivamente de temperatura durante su transporte.

Para este objeto deberán tomarse como mínimo las siguientes precauciones.

-Deben evitarse lapsos prolongados entre el mezclado del concreto y su colocación en la estructura. En este aspecto, el tiempo máximo permisible será de 30 minutos entre el momento de salida del concreto de la planta y el de su colocación.

-Las ollas de los camiones agitadores deberán estar pintadas exteriormente de blanco. Cuando un camión de este tipo deba esperar en el sitio de colado para ser descargado, deberá mantenerse mojada la olla exteriormente por medio de un chorro de agua.

-Todas las tuberías que conduzcan concreto deberán mantenerse debidamente protegidas contra el calentamiento por la acción de los rayos de sol y, de preferencia, deberán conservarse continuamente mojadas exteriormente.

#### Vibrado.

- a) Se deberá verificar por medio de un vibratack el buen funcionamiento de los vibradores y además que se encuentren colocados en los lugares correspondientes a la compactación del concreto.
- b) El concreto deberá ser vibrado para asegurar una adecuada compactación de cada capa que se ha colocado antes de recibir la siguiente.

Si el concreto a colocar está parcialmente endurecido y se dificulta su colocación y compactación o esté contaminado por materiales extraños, no deberá ser colocado.

- c) El vibrado del concreto se deberá realizar con los vibradores de diámetro adecuado en los lugares apropiados (en las esquinas, alrededor de embebido, bloqueos y zonas congestionadas).

- d) La inserción del vibrador deberá ser vertical y espaciado 1.5 veces el radio de acción del vibrador en uso, de acuerdo con el ACI-309. Ver tabla No. 1

DIAMETRO DEL	3/4"	1 1/4"	2	3-6	5-7
VIBRADOR (IN)	1 1/2"	2 1/2"	3 1/2"		
RADIO DE					
ACCION (CM)	8-15	13-25	18-36	30-51	40-61

TABLA No. 1

Se verificará que el vibrador funcione correctamente de acuerdo a la tabla No. 2 y que se introduzca rápidamente en la masa de concreto penetrando 15 cm., en la capa inferior, retirándose lentamente.

DIAMETRO DEL	3/4"	1 1/4"	2	3-6	5-7
VIBRADOR (PLUG)	1 1/2"	2 1/2"	3 1/2"		
FRECUENCIA					
MINIMA					
(R.P.H.)	10,000	9,000	8,000	7,000	5,400

TABLA No. 2

- e) Cada inserción del vibrador deberá durar lo suficiente para compactar el concreto, pero sin causar segregación en el mismo, por lo general el vibrador deberá estar sumergido en el concreto a intervalos de 5 a 15 segundos, retirándolo lentamente.



Se verificará semanalmente o cuando sea necesario la frecuencia del vibrador, y se hará por medio de un tacómetro de bolsillo, el cual nos señalará si el vibrador cumple con la mínima frecuencia establecida en ACI-309 (Ver Tabla No. 2). Si el vibrador no cumpliera, se identificará y será retirado del sitio.

- f) La revoltura que se deposite en los moldes de piso o de estructuras de espesor, deberá acomodarse correctamente mediante el uso de pisonos del tipo vibratorio, máquina de acabado, o mediante cualquier otro método previamente autorizado por C.F.E.
- g) Cuando se trate de elementos precolados, se usarán vibradores de molde o de contacto con las normas que fija el proyecto.
- h) Queda prohibido tratar de acomodar el concreto en el interior del molde sin el auxilio de vibradores.
- i) Independientemente del procedimiento que se siga para el vibrado de las masas de colado, deberá obtenerse invariablemente un concreto denso y compacto, que presenta una textura uniforme y una superficie tersa en sus caras visibles. Se evitará el exceso en el vibrado para impedir la segregación; así como el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo que pudiera originar alteraciones en la posición del mismo o afectarlo en las zonas en las que se encuentre el concreto en proceso avanzado de fraguado.
- j) El Contratista deberá tener en calidad de reserva un número de vibradores equivalente, cuando menos, al 50% de los que se encuentren en uso. El Contratista se obligará a cambiar cualquier vibrador cuyo funcionamiento no sea satisfactorio.

### Curado.

Es el control de la humedad y temperatura, durante un lapso determinado, para que el concreto adquiera la resistencia proyectada y no pierda humedad.

Para garantizar que el agua necesaria para el fraguado del concreto se mantenga en la masa del mismo, de una manera continua durante el tiempo de fraguado, se recomiendan los siguientes procedimientos, tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar y las características particulares del concreto de que se trate.

- a) Humedecimiento continuo de las superficies coladas con agua limpia y exenta de ácidos y de cualquier otra clase de sustancias, debiendo además satisfacer los requisitos estipulados en este mismo capítulo, por un lapso de 7 días para concreto normal y 14 días para concreto masivo.
- b) Mediante la aplicación de membrana impermeable, cuya calidad, clase y forma de aplicación deberán ser previamente aprobadas por Comisión (Se usará solamente base acuosa color blanco).
- c) Cubriendo las superficies coladas con arena, costales o mantas que deberán mantenerse continuamente húmedos durante el período de tiempo que se especifique.

Si Comisión ordena el curado adicional de ciertas partes de las estructuras, por considerar insuficiente, inadecuado o defectuoso el procedimiento utilizado, este se efectuará a expensas del Contratista quien no podrá exigir remuneración alguna por este concepto.

Cargo que se deben incluir el precio unitario.

Mano de obra, materiales, herramientas y equipo para el:

- a) Manejo del cemento.
- b) Suministro y manejo de agregados.
- c) Suministro y manejo de agua.
- d) Suministro y manejo de aditivos.
- e) Dosificación, elaboración, pruebas, transporte, (camiones revolventes, bombas), colado, vibrado, curado y reparaciones de colados defectuosos.

Todo esto cumpliendo con las especificaciones.

- f) Fletes, maniobras y acarreo tanto de los materiales como el equipo y herramientas.
- g) El costo de lo necesario para dotar a las zonas de trabajo de andamios, pasarelas, andadores, alumbrado y las obras de protección que para la correcta ejecución del trabajo proponga el Contratista y apruebe o indique C.F.E.
- h) La limpieza y retiro de los materiales sobrantes o desperdicios al lugar que C.F.E. apruebe o indique.
- i) Todos los cargos indicados en el Contrato de Obra y que no se mencionan en estas especificaciones.

La medición se hará por metro cúbico con aproximación al décimo de acuerdo a líneas de proyecto.

Para el pago, el Contratista presentará números generadores basados en los planos constructivos de detalle.

#### 2.3.4 Colocación de mortero sin contracción en las placas base de asiento de estructuras y equipos.

En este procedimiento se establecen los métodos que se deben seguir para asegurar la uniformidad del contacto entre las placas base de asiento para estructuras o equipos y el mortero sin contracción que se utiliza como relleno entre éstas y la parte superior del concreto de la cimentación.

Este procedimiento se aplicará a todos los rellenos a base de morteros sin contracción que se indican en los planos para estructuras y equipos de Plantas Termoeléctricas.

#### **Procedimiento**

##### Materiales

**Mortero.**- Deberá estar integrado por componentes no metálicos y deberá estar sometido a la aprobación de los laboratorios de C.F.E.

**Madera.**-Se utilizará para formar la cimbra que debe contener el mortero en su posición. Será de buena calidad de tal manera que el acabado al descimbrarse sea aparente.

##### Trabajos Previos.

#### **Trazo y Nivelación.**

Se deberán revisar los alineamientos y niveles de: placas y la parte superior de la cimentación de concreto.

### Preparación de la superficie de concreto.

La superficie deberá limpiarse con cincel y cepillo de alambre, para retirar todo el material fino o suelto con chorro de agua-aire.

Los espacios anulares entre las camisas y las anclas deben estar secos.

### Croquis y dibujos.

Para cada caso en especial, se elaborarán croquis o dibujos de: perfiles y secciones en los que se indiquen claramente las posiciones de: placas base, anclas, placas de nivelación, superficie de concreto y la colocación de la cimbra.

También deberá indicar los puntos, etapas y secuela de la colocación.

En los dibujos se deberá indicar las zonas en que se debe tener precaución debido a la dificultad por interferencias o que presenten un espacio cerrado herméticamente.

Cualquier modificación que se requiera hacer en las placas base (agujeros o dobleces) para facilitar la colocación del mortero, deberá solicitarse previamente e indicarse en los dibujos.

En los dibujos deberá indicarse los volúmenes de mortero por colocar, estos serán revisados por C.F.E. y las estimaciones se basaran en los generadores.

## **Procedimiento.**

### Cimbra.

Se colocará en los perímetros de la cimentación y en las fronteras que se indiquen en los dibujos aprobados por CFE.

Se verificará que el nivel superior en los bordes, quede ligeramente más elevado que el nivel superior de la placa base.

### Preparación del mortero.

De acuerdo con el diseño, la consistencia del mortero podrá ser:

- Seco
- Fluído
- Bombeable

Esta consistencia dependerá básicamente de la cantidad de agua con que se elabore la mezcla, y la cantidad de agua será fijada por el laboratorio de C.F.E.

El mortero invariablemente se deberá mezclar con revolvedora a menos que el volumen sea menor a 200 lts. se permitirá el mezclado a mano, en una artesa de madera o metálica.

### Colocación del Mortero.

Se iniciará la colocación del mortero en los puntos y en el sentido que se indique en los dibujos aprobados por C.F.E., llenando a su nivel máximo el vacío contenido en cada etapa. El vaciado de mortero se hará paulatinamente para evitar que éste atrape aire. Para asegurar la uniformidad del contacto entre el

mortero y la placa-base se deben eliminar los vacíos en la mezcla, esto se logra, introduciendo un fleje metálico entre la parte inferior de la placa-base y el mortero, al cual se le dará un movimiento de vaiven hasta que el nivel superior del mortero se estabilice.

Se verificarán las condiciones del contacto entre la placa y el mortero a través de testigos (perforaciones) o golpeando la superficie superior de la placa con un martillo metálico ligero.

El nivel final del mortero será el que se indique en los dibujos aprobados por C.F.E.

Los remates en las aristas expuestas del mortero serán con chaflán, cuyas dimensiones serán estándar.



### 2.3.5 Construcción de la mesa para turbogenerador.

Este procedimiento se aplicará para la construcción de la mesa para el turbogenerador de plantas termoeléctricas.

En este procedimiento se abarcan los trabajos que corresponden a la obra falsa, cimbra, acero de refuerzo, embebidos y huecos, así como los requerimientos de recursos, la estrategia y la ejecución del colado.

#### Procedimiento.

##### Condiciones iniciales.

El relleno de terracería en el cual se desplantará la obra falsa, deberá estar formado en capas con un grado de compactación del 95% P.P., verificado por el Laboratorio de C.F.E.

Las columnas de la mesa deben estar construídas hasta el nivel de fondo de las trabes correspondientes.

##### Obra Falsa.

La obra falsa se construirá con andamios metálicos tubulares de alta resistencia, que se apoyarán en su desplante contra el suelo sobre durmientes de madera.

Se utilizarán contraventeos normales entre los andamios, pero cuando la separación entre estos sea mayor a la de su alcance, se utilizarán contraventeos de varilla No. 8, amarrados a garrote con alambre a los tubos del andamio.

En la parte superior de los andamios, en cada puntal se colocarán gatos de ajuste, en estos se colocarán vigas metálicas o de madera en el sentido perpendicular al eje de las trabes para recibir la cimbra de fondo (vigas madrinas).

#### Tolerancia.

El desplome máximo permitido será de 2 cm. Se verificará en campo por los inspectores de CFE con una plomada.

#### Cimbra de Fondo.

Se formará colocando sobre las vigas perpendiculares el eje de las trabes, paneles de madera para acabado aparente, calafateando todas las uniones entre ellas para conservar su estanqueidad.

#### Tolerancia.

El nivel de la cara superior será el de proyecto + 1.0 cm en 6.0 m, los niveles se verificarán mediante un levantamiento topográfico cuyos datos se anotarán en un formato.

#### Cimbra Lateral.

Esta se formará colocando paneles de madera para acabado aparente, calafateando, las uniones entre ellos, para conservar la estanqueidad.

La superficie de la cimbra que estará en contacto con el concreto se deberá curar con aceite mineral limpio.

Se dejarán huecos o ventanas para inspección, limpieza, colocación de concreto y vibrado.

El troquelamiento de la cimbra se hará con elementos metálicos resistentes que garanticen la rigidez de la cimbra. Se podrá utilizar varilla corrugada, dejando camisas de poliducto para facilitar su retiro.

Las referencias para los niveles de terminación de concreto, se colocarán a cada 2.0 m de tramos rectos y en cada cambio de dirección.

#### Tolerancia.

Se aceptarán como máximo desviaciones de:

- 5 mm en 6.0 m. en niveles y 6 mm en 6.0 m. en alineamiento.
- 6 mm en la dimensión de los elementos estructurales.

La verificación se hará mediante un levantamiento topográfico cuyos datos se anotarán en otros formatos.

#### Preparación de la junta en las columnas.

Se removerá la fase fina de concreto y todo el agregado y material suelto mediante un escarificado en la superficie de las columnas.

Posteriormente se lavará con chorro de agua-aire para sacar todo el producto del escarificado.

La superficie tratada, deberá ser aprobada en campo por el Laboratorio de C.F.E.

## Estructura para soporte del templete de anclas.

En la parte superior de las columnas de concreto se dejarán ahogadas unas placas de acero, en las cuales se soldarán las columnas metálicas que soportan la estructura base del templete de las anclas.

Tanto las placas como las columnas serán de la calidad, forma y dimensión que se indiquen en el diseño.

La colocación de las columnas metálicas deberá ser a plomo. (No hay tolerancias).

La estructura para soporte del templete debe ser rígida y su diseño deberá considerar esta condición.

Para evitar el desplazamiento lateral de la estructura a las columnas metálicas se les colocarán contravientos en las partes inferior y superior de acuerdo a los croquis de campo que se deben anexar.

Se verificará su colocación mediante un levantamiento topográfico, cuyos datos se anotarán en el formato correspondiente.

## Acero de Refuerzo.

Se colocará de acuerdo a las posiciones, formas, dimensiones y cantidades que se indiquen en los planos de Ingeniería Básica y de Detalle.

Los sobrantes del alambre de amarre se orientarán hacia la cimbra de fondo, los dobleces de las varillas se harán conforme a los radios que se especifica en el reglamento del ACI.

En el caso de que existan interferencias de varillas con huecos o piezas embebidas se hará lo siguiente:

- La varilla se doblará en relación 6:1 para evitar la interferencia.
- De no ser posible lo anterior se cortará añadiendo el gancho estandar para su diámetro que marca el ACI.

Consideraciones que deben preverse.

La cantidad de vibradores debe considerarse de acuerdo con el estado físico de estos y a los diámetros de cada uno.

Los vibradores son los equipos más sencillos, por lo que no se debe escatimar en el equipo de vibrado para respaldo.

Será necesario contar con un buen centro de distribución y contactos eléctricos para el alumbrado del área y la alimentación de los vibradores.

Acabados y Curados.

Las superficies del concreto que se lleven al nivel de terminación serán acabadas con llana de madera.

Posteriormente se colocará una capa de arena húmeda de +2.5 cm. para proteger la superficie y a la vez curarla contra el secado rápido.

Esta capa de arena, se mantendrá húmeda durante 7 días las 24 horas. Al retirar la cimbra de los costados y del fondo de las trabes, se aplicará inmediatamente una película de membrana emulsionada para evitar la pérdida de agua en el concreto fresco.

### 2.3.6 Montaje de la estructura metálica para soporte de generadores de vapor.

El propósito de este procedimiento es establecer los métodos que se deben seguir para el montaje de la estructura metálica para soporte de los generadores de vapor, así como para la instalación de acero misceláneo que la integra (escaleras, plataformas, barandales, etc.)

Queda comprendido dentro del alcance de este procedimiento, la nivelación, instalación y montaje de la estructura metálica para soporte de los Generadores de Vapor; así como sus componentes auxiliares.

#### Procedimiento.

Marcar en bancos de nivel las líneas de centro del Domo y del Generador de Vapor, (tolerancia aceptable  $\pm 1.0$  m)

Marcar las líneas de centro sobre la placa base de cada columna. Consiste en marcar sobre la base de cada columna las líneas de centro en ambas direcciones. Tolerancia aceptable  $\pm 1.0$  mm ( $\pm 0.04$ ").

#### Colocación de Placas de asiento:

Consiste en colocar placas sobre cada una de las bases de las columnas, dejando un espacio no menor de 20 mm., ni mayor de 50 mm. para la colocación del "Grout".

Los trabajos de montaje de estructura deberán iniciarse 4 o 5 días después de la colocación de las placas de asiento.

Antes de iniciar el montaje de la estructura, se deberá definir en campo qué piezas o elementos deberán quedar sin montarse, para evitar interferencias con la maniobra de izaje del Domo y el montaje de paredes de agua.

La estructura deberá ser atornillada con tornillos de montaje, cuya cantidad será de 30% del total de tornillos definitivos en cada unión.

Se deberá montar totalmente la primera sección de columnas, con todas sus traveses, largueros y contravientos.

Después de terminar de montar la primera sección de la estructura, se procederá a verificar el centrado, la nivelación y verticalidad.

Después de que todas las lecturas de centrado, verticalidad y nivelación estén dentro de tolerancia, se procederá a efectuar el apriete de los tornillos de montaje.

El montaje de la segunda sección de columnas se iniciará después de terminar el apriete de la tornillería de montaje de la primera sección. Se verificarán las dimensiones obtenidas en la primera sección, y así sucesivamente, hasta terminar con el montaje de la estructura.

**Izaje de la Trabe Maestra:**

Para el izaje de la trabe maestra básicamente existen tres métodos, que a continuación se mencionan:



+ Método No. 1: Con dos Grúas de 140 tons.- El izaje de la maestra se realiza con la ayuda de dos grúas hidráulicas o mecánicas de 140 tons.

+ Método No. 2.- Con un Malacate y una Estructura Metálica provisional.

+ Método No. 3. Con una Grúa de 140 tons. y un malacate.

#### Tornillería Definitiva de Alta Resistencia:

Después de terminar el montaje de la estructura con tornillería de montaje, se procederá a colocar en los espacios libres, la tornillería definitiva de alta resistencia, apretándola hasta un valor equivalente al 25% del par de apriete definitivo, después de la cual, se substituirá la tornillería de montaje existente por tornillería definitiva, apretándola igualmente.

El apriete de la tornillería definitiva se hará por la tuerca, nunca por la cabeza del tornillo y deberá hacerse en la siguiente forma:

a) Apriete Preliminar:

Se realizará un preliminar apriete hasta un 25% del par de apriete especificado.

b) Apriete Final:

Este se efectuará en dos etapas.

Primera Etapa: Todos los tornillos de una unión atornillada se apretará hasta un 80% del par de apriete especificado, usando un torquímetro para control del par de apriete.

Segunda Etapa: Todos los tornillos de una unión atornillada se apretarán al 100% del par de apriete especificado. El apriete deberá realizarse del centro de la unión hacia afuera, en forma de espiral.

#### Colocación del "Grout"

Cuando el montaje de la estructura tenga un avance aproximado del 50% se deberá colocar el Grout en la base de las columnas de la estructura.

#### Testigos de asentamiento.

Cuando se haya montado el 100% de la estructura, se marcará con punzón un punto en cada columna, en el eje de la cara exterior del alma a 0.60 m de la placa de asiento, remarcando con pintura su localización.

A partir de este momento deberá abrirse una bitácora donde deberán registrarse las variaciones que sufre la estructura, por lo menos una vez por semana. El desarrollo de esta actividad será responsabilidad del Residente Civil o su designado. El Jefe de Control de Calidad deberá establecer vigilancia periódica a fin de dar el debido seguimiento a esta actividad hasta la entrega de las estructuras a Operación.

## PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

## 3.1 Introducción.

- 3.1.1 Modelos de Contrato
- 3.1.2 Generalidades sobre P.U.

## 3.2 Principales P.U. de la obra civil de una C.T.

## 3.3 Presupuesto.

- 3.3.1 Terracerías
- 3.3.2 Camino de Acceso y entronque
- 3.3.3 Urbanización
- 3.3.4 Sistema de Agua de circulación
- 3.3.5 Fosa de Neutralización
- 3.3.6 Dique en tanques
- 3.3.7 Transformadores
- 3.3.8 Generador de vapor
- 3.3.9 Precipitador
- 3.3.10 Casa de máquinas
- 3.3.11 Equipos áreas exteriores
- 3.3.12 Galería sobre silos

### 3.1.1 Modelos de Contrato:

Los principales modelos de contratos son:

- a) A precio alzado.
- b) De precios unitarios.
- c) De trabajos por administración.
- d) De costo más honorarios.
- e) Llave en mano.

Debido al tipo de obra que es la construcción de una planta termoeléctrica, éstas se habían contratado únicamente por el modelo de precios unitarios, pero actualmente el modelo de contratación que más se apega a las necesidades de nuestro país, es el de Llave en Mano.

#### 1) Contrato de precios unitarios.

Es el contrato más conocido y el más usado en la actualidad. Consiste en el pago por las unidades de obra ejecutada. Los precios unitarios para aplicar a los volúmenes de obra quedaron establecidos en la oferta que hiciera el Contratista.

En este tipo de contrato las estructuras se subdividen en conceptos unitarios tales como m<sup>3</sup> de excavación de tierra, m<sup>3</sup> de excavación en roca, m<sup>3</sup> de concreto, etc. Cada mes se verificarán los volúmenes de obra realmente ejecutados y se pagan mediante la aplicación de los precios unitarios pactados.

En este tipo de contrato se ha introducido una modalidad que ya es de uso común y es la aplicación de fórmulas de reajuste a los precios unitarios (escalatorias), con las cuales se pretende compensar los mayores costos en los insumos derivados de la alta inflación.

## 2) Contrato Llave en Mano.

Recientemente ha surgido una nueva modalidad de Contrato, provocada principalmente por la difícil situación financiera mundial.

El Contratante encuentra cada vez mayores dificultades para conseguir financiamiento para las obras. Este contrato aprovecha el crédito vendedor que ofrecen los suministradores de bienes.

En este tipo de contrato el Contratista ofrece financiamiento por el diseño, suministros y construcción de una obra. Generalmente se pactan estos contratos cuando la obra tiene una gran cantidad de elementos de importación como plantas térmicas o fábricas.

Esta es otra razón que propicia la asociación de contratistas, ya que uno de ellos puede poseer la capacidad financiera y el otro la capacidad técnica.

En algunos casos especiales el Contratista cobra por peaje, por ejemplo una autopista o un gasoducto, lo que le da una nueva modalidad a este tipo de contratos, que en realidad se convierten en concesiones, lo que no puede suceder en plantas termoeléctricas, ya que estas seguirán siendo operadas por C.F.E.

### 3.1.2 Generalidades sobre precios unitarios.

En los inicios de la construcción, el éxito de un constructor frecuentemente dependía de su habilidad para manejar, guiado únicamente por la intuición y sus experiencias personales; elemento humano, materiales y equipo, en función de ejecutar la obra en el menor tiempo al más bajo costo.

Hoy en día, este sistema ha sido reemplazado casi en su totalidad por la planeación minuciosa de cada paso de la obra antes de que éstas se inicie, escogiendo los recursos idóneos para realizar un proyecto definido, previo análisis exhaustivo del mismo. Se determinará así, los mejores métodos constructivos para su correcta ejecución, manteniendo controles adecuados mediante reportes periódicos del avance de la obra, de los costos presupuestados y, en general, de parámetros que puedan ayudar a corregir desviaciones y a perfeccionar el plan original.

Si un proyecto se puede ejecutar siguiendo dos métodos distintos, o usando dos equipos diferentes, el método y el equipo más económico para realizar la obra, serán los adecuados. Lo anterior nos lleva a incrementar el número de análisis de costos para determinar qué método y qué recursos debemos emplear.

Dentro de los múltiples problemas que se presentan en el ramo de la construcción, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de divergencia de opiniones entre las empresas contratistas y los órganos oficiales o particulares encargados de la realización de obras, lo que ha constituido motivo de discusiones, creando en muchos casos fricciones entre el personal encargado de los trabajos, originando pérdidas de tiempo y dinero que entorpecen el desarrollo de las obras.

Cuando con anticipación se establecen en forma perfectamente definidas las normas, especificaciones y criterios generales que servirán de base para el cálculo de los precios unitarios, los puntos de divergencias pueden reducirse al mínimo.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termina con la construcción de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son éstas, precisamente las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra.

Previo a la elaboración de estos precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

Antes de exponer los elementos que integran un precio unitario, es necesario establecer las siguientes definiciones:

**PRECIOS UNITARIOS:** es la remuneración o pago en moneda que el contratante cubre al contratista, por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute, de acuerdo a las especificaciones.

**UNIDAD DE OBRA:** es la unidad de medición señalada en las especificaciones, para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

**CONCEPTO DE TRABAJO:** es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago; incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando éstos sean necesarios.

**ESPECIFICACIONES:** son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo. Las especificaciones de un concepto en particular, deben contener las siguientes definiciones:

- a) Descripción del concepto.
- b) Materiales que intervienen, y su calidad
- c) Alcance de la ejecución del concepto.
- d) Mediciones para fines de pago
- e) Cargos que incluyen los precios unitarios.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son:

Costos	Materiales
Directos	Obra de Mano
	Equipo
Costos	Administración en Obra
Indirectos	Administración Central
	Financiamiento
	Fianzas y Seguros
	Imprevistos



Esto es, podemos clasificar dentro de los costos directos de un concepto de trabajo, todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo; y todos aquellos gastos generales, necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, clasificados, como costos indirectos. La suma de ambos será el costo unitario de dicho concepto.

La utilidad será entonces, la ganancia que debe considerar cada empresa contratista, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos, para cumplir con la realización de un proyecto. La suma del costo unitario más la utilidad será el precio unitario de un concepto de obra.

Existen variaciones de criterio en cuanto a la forma de integrar tanto los costos directos como los costos indirectos, con respecto al criterio establecido en la tabla anterior.

De la tabla, concluimos que, tanto los elementos que integran los costos directos, los costos indirectos y el elemento de utilidad, son los que nos permiten valorizar el precio unitario.

Los principales precios unitarios de la obra civil de una planta termoeléctrica son los que a continuación se presentan.

Análisis de Precios Unitarios

(Ha) Desmante

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Ayudante General "A"	Jornada	28287.16	x 4.0000	113,148.64	
Cabo de oficios "A"	Jornada	38548.59	x 0.1000	3,854.86	
				-----	
				117,003.50	
<b>Total de Mano de Obra</b>		<b>117003.49</b>	<b>/ 0.5000</b>		<b>234,007.00</b>
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 234007.0000	7,020.21	
				-----	
				7,020.21	
<b>Total de Herramienta</b>					<b>7,020.21</b>
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Tractor sobre orugas D-8	HR	96997.03	x 40.0000	3,879,881.20	
				-----	
				3,879,881.20	
<b>Total de Maquinaria y Equipo</b>					<b>3,879,881.20</b>

### Análisis de Precios Unitarios

(Ha) Desmonte

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Resumen de Conceptos =====					
Mano de Obra					234,007.00
Herramienta					7,020.21
Maquinaria y Equipo					3,879,881.20
<b>Costo Directo</b>					<b>4,120,908.41</b>
Indirectos y Utilidad		39%			1,607,154.28
<b>Precio Unitario</b>					<b>5,728,062.69</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Despalme

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 2.0000	56,574.32	
Cabo de oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
				-----	
				60,429.18	
Total de Mano de Obra		60,429.18	/ 50.0000		1,208.58
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 1,208.58	36.26	
				-----	
				36.26	
Total de Herramienta					36.26
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Tractor sobre orugas D-8	HR	96,997.03	x 0.0250	2,424.93	
				-----	
				2,424.93	
Total de Maquinaria y Equipo					2,424.93

### Análisis de Precios Unitarios

(M3) Despalme

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Resumen de Conceptos</b>					
Mano de Obra					1,208.58
Herramienta					36.26
Maquinaria y Equipo					2,424.93
					3,669.77
Costo Directo					3,669.77
Indirectos y Utilidad		39%			1,431.21
<b>Precio Unitario</b>					<b>5,100.98</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Corte para todo tipo de material en talud existente,  
incluye carga y acarreo libre de 1 Km.

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Sobreestante "A"	Jornada	57,580.59	x 0.1000	5,758.06	
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.5000	19,274.30	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 3.0000	84,861.48	
Ayudante General "B"	Jornada	25,502.26	x 3.0000	76,506.78	
				186,400.61	
Total Mano de Obra		186,400.61	/ 650.0000		286.77
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 286.77	8.60	
				8.60	
Total de Herramienta					8.60
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Cargador sobre neumaticos	HR	63,077.68	x 0.0120	756.93	
Camion de volteo 6 M3	HR	39,435.14	x 0.0120	473.22	
Tractor D-8	HR	96,997.03	x 0.0120	1,163.96	
				2,394.12	
Total de maquinaria y equipo					2,394.12

**Análisis de Precios Unitarios**

(M3) Corte para todo tipo de material en talud existente,  
incluye carga y acarreo libre de 1 Km.

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Resumen de Conceptos =====					
Mano de Obra					286.77
Herramienta					8.60
Maquinaria y Equipo					2,394.12
<b>Costo Directo</b>					<b>2,689.49</b>
Indirectos y Utilidad		39%			1,048.90
<b>Precio Unitario</b>					<b>3,738.39</b>

Análisis de Precios Unitarios

(M3) Sobreacarreo del material producto de cortes

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 3.0000	84,861.46	
				88,716.34	
Total de Mano de Obra		88,716.34	/ 1500.0000		59.14
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 59.14	1.77	
				1.77	
Total de Herramienta					1.77
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Camion de volteo 6 m3	HR	39,435.14	x 0.0240	946.44	
				946.44	
Total de Maquinaria y Equipo					946.44



Analisis de Precios Unitarios

(M3) Sobreacarreo del material producto de cortes

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
Resumen de Conceptos					
Mano de Obra					59.14
Herramienta					1.77
Maquinaria y Equipo					946.44
Costo Directo					1,007.36
Indirectos y Utilidad	39%				392.87
Precio Unitario					1,400.23

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Terraplen compactado en capas de 30 cm al 95% Proctor Estandar

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Op. de maquinaria pesada "A"	Jornada	40,577.85	x 1.0000	40,577.85	
Ayudante Genral "A"	Jornada	28,287.16	x 2.0000	56,574.32	
Cabo de oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
				-----	
				101,007.03	
Total Mano de Obra		101,007.03	/ 600.0000		168.35
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 168.35	5.05	
				-----	
				5.05	
Total de Herramienta					5.05
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Motoconformadora Comp CM1	HR	69,691.20	x 0.0100	696.91	
Compactador de rodillo	HR	51,480.57	x 0.0100	514.81	
Camion pipa 8000 Lt.	HR	19,693.16	x 0.0100	196.93	
				-----	
				1,408.65	
Total de maquinaria y equipo					1,408.65

**Análisis de Precios Unitarios**

**(M3) Terraplen compactado en capas de 30 cm al 95% Proctor Estandar**

**Abril, 1990**

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Resumen de Conceptos</b>					
Mano de Obra					168.35
Herramienta					5.05
Maquinaria y Equipo					1,408.65
<b>Costo Directo</b>					<b>1,582.04</b>
Indirectos y Utilidad		39%			617.00
<b>Precio Unitario</b>					<b>2,199.04</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Compactacion de Terreno Natural al 95% Proctor Estandar una capa de 30 cms.

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 2.0000	56,574.32	
Cabo de oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
				-----	
				60,429.18	
Total de Mano de Obra		60,429.18	/ 640.0000		94.42
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 94.42	2.83	
				-----	
				2.83	
Total de Herramienta					2.83
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Motoconformadora compacto Cm-1	HR	69,691.00	x 0.0125	871.14	
Compactador de Rodillo	HR	51480.57	x 0.0125	643.51	
Camion Pipa 8000 lt	HR	19693.16	x 0.0125	246.16	
				-----	
				1,760.81	
Total de Maquinaria y Equipo					1,760.81

**Análisis de Precios Unitarios**

**(M3) Compactacion de Terreno Natural al 95% Proctor Estandar una capa de 30 cms.**

**Abril, 1990**

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importa
<b>Resumen de Conceptos</b>					
Mano de Obra					94.42
Herramienta					2.83
Maquinaria y Equipo					1,760.81
					-----
Costo Directo					1,858.06
Indirectos y Utilidad		39%			724.64
<b>Precio Unitario</b>					<b>2,582.70</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Sub-base y base

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario		Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 1. Materiales =====						
Material para Sub-base	M3	3,000.00	x	0.2500	750.00	
Material para base	m3	3,000.00	x	0.2000	600.00	
					-----	1,350.00
Total de Materiales						1,350.00
===== Concepto 2. Mano de Obra =====						
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x	0.1000	3,854.86	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x	3.0000	84,861.48	
					-----	88,716.34
Total Mano de Obra		88,716.34	/	800.0000		110.90
===== Concepto 3. Herramienta =====						
Herramienta	%	0.03	x	110.9000	3.33	
					-----	3.33
Total de Herramienta						3.33

**Análisis de Precios Unitarios**

(M3) Sub-base y base

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Concepto 4. Maquinaria y Equipo</b>					
Compactador de Rodillo	HR	51,480.57	x 0.0210	1,081.09	
Motoconformadora Compacto	HR	69,691.20	x 0.0210	1,463.52	
Camion Pipa para agua de 800	HR	19,693.16	x 0.0210	413.56	
				2,958.16	

**Total de Maquinaria y Equipo**

**2,958.16**

**Resumen de Conceptos**

Materiales		1,350.00
Mano de Obra		110.90
Herramienta		3.33
Maquinaria y Equipo		2,958.16
Costo Directo		4,422.39
Indirectos y Utilidad	39%	1,724.74
<b>Precio Unitario</b>		<b>6,147.13</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M2) Riego de sello

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 1. Materiales =====					
Asfalto FR-1	Lto	625.00	x 0.5355	334.69	
Material de Sello	m3	15,000.00	x 0.0210	315.00	
				-----	
				649.69	
Total de Materiales					649.69
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
Oficial Albanil	Jornada	34,972.77	x 1.0000	34,972.77	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 1.0000	28,287.16	
				-----	
				67,114.79	
Total Mano de Obra					167.79
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 167.7900	5.03	
				-----	
				5.03	
Total de Herramienta					5.03



### Análisis de Precios Unitarios

(M2) Riego de Impregnación

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					504.00
Mano de Obra					167.79
Herramienta					5.03
					-----
Costo Directo					676.82
Indirectos y Utilidad					263.96
<b>Precio Unitario</b>					<b>940.78</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Carpeta asfaltica por el sistema de mezcla en el lugar

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 1. Materiales =====					
Material para carpeta	m3	18,000.00	x 1.0500	18,900.00	
Mezcla asfaltica	lto	3,500.00	x 16.8000	58,800.00	
				-----	77,700.00
Total de Materiales					77,700.00
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
Oficial Albanil "A"	Jornada	34,972.77	x 1.0000	34,972.77	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 1.0000	28,287.16	
				-----	67,114.79
Total Mano de Obra		67,114.79	/ 200.0000		335.57
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 335.5700	10.07	
				-----	10.07
Total de Herramienta					10.07

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Carpeta asfaltica por el sistema de mezcla en el lugar

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Motoconformadora Compacto CM	HR	69,691.20	x 0.0600	4,181.47	
Compactador de Rodillo	HR	51,480.57	x 0.0600	3,088.83	
				-----	
				7,270.31	
Total de maquinaria y equipo					7,270.31
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					77,700.00
Mano de Obra					335.57
Herramienta					10.07
Maquinaria y Equipo					7,270.31
					-----
Costo Directo					85,315.95
Indirectos y Utilidad		39%			33,273.22
Precio Unitario					118,589.17

Analisis de Precios Unitarios

(M2) Riego de Impregnacion

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Concepto 1. Materiales</b>					
Asfalto FM-1	lto	320.00	x 1.5750	504.00	
				504.00	
<b>Total de Materiales</b>					<b>504.00</b>
<b>Concepto 2. Mano de Obra</b>					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.1000	3,854.86	
Oficial Albanil "A"	Jornada	34,972.77	x 1.0000	34,972.77	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 1.0000	28,287.16	
				67,114.79	
<b>Total Mano de Obra</b>		<b>67,114.79</b>	<b>/ 400.0000</b>		<b>167.79</b>
<b>Concepto 3. Herramienta</b>					
Herramienta	%	0.03	x 167.7900	5.03	
				5.03	
<b>Total de Herramienta</b>					<b>5.03</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M2) Riego de sello

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					649.69
Mano de Obra					167.79
Herramienta					5.03
Costo Directo					822.51
Indirectos y Utilidad		39%			320.78
Precio Unitario					1,143.29

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Excavacion de todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 1. Materiales =====					
Madera de 1a.	P.T.	946.00	x 0.0081	7.66	
Calhidra	kg	155.00	x 0.1200	18.60	
Clavo	kg	2,150.00	x 0.0120	25.80	
Hilo Plastico	Carrete	6,100.00	x 0.0030	18.30	
				70.36	
<b>Total de Materiales</b>					<b>70.36</b>
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.5000	19,274.30	
Oficial Albanil	Jornada	34,972.77	x 2.0000	69,945.54	
Ayudante General "A"	Jornada	25,502.26	x 2.0000	51,004.52	
				140,224.36	
<b>Total Mano de Obra</b>		<b>140,224.36</b>	<b>/ 200.0000</b>		<b>701.12</b>
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 701.1200	21.03	
				21.03	
<b>Total de Herramienta</b>					<b>21.03</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Excavacion de todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Retroexcavadora	HR	53,758.21	x 0.0700	3,763.07	
Camion de Volteo 6 m3	HR	39435.14	x 0.0260	1,025.31	
				-----	
				4,788.39	
Total de maquinaria y equipo					4,788.39
===== Concepto 5 Consumibles =====					
Desperdicio	%	0.05	x 70.3600	3.52	
				-----	
				3.52	
Total de Consumibles					3.52
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					70.36
Mano de Obra					701.12
Herramienta					21.03
Maquinaria y Equipo					4,788.39
Consumibles					3.52
					-----
Costo Directo					5,584.42
Indirectos y Utilidad		39%			2,177.92
Precio Unitario					7,762.34

Analisis de Precios Unitarios

(M3) Relleno Compactado al 90% Proctor en capas de 30 cms

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.5000	19,274.30	
Oficial Albanil	Jornada	34,972.77	x 3.9490	138,107.47	
Ayudante General "A"	Jornada	25,502.26	x 4.0000	102,009.04	
				-----	
				259,390.80	
Total Mano de Obra		259,390.80	/ 200.0000		1,296.95
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 1296.9500	38.91	
				-----	
				38.91	
Total de Herramienta					38.91
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Cargador Frontal con Equipo	HR	48,037.61	/ 18.0000	2,668.76	
		9,924.67	/ 18.0000	551.37	
		19,693.16	/ 40.0000	492.33	
		39,435.14	/ 24.0000	1,643.13	
				-----	
				5,355.59	
Total de maquinaria y equipo					5,355.59



### Análisis de Precios Unitarios

(M3) Relleno Compactado al 90% Proctor en capas de 30 cms

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Resumen de Conceptos =====					
Mano de Obra					1,296.95
Herramienta					38.91
Maquinaria y Equipo					5,355.59
					-----
Costo Directo					6,691.45
Indirectos y Utilidad		39%			2,609.67
<b>Precio Unitario</b>					<b>9,301.12</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M2) Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Concepto 1. Materiales</b>					
Madera de 1a.	P.T.	946.00	x 1.3965	1,321.09	
Fabricacion y Transporte de Concreto	m3	210,400.72	x 0.0525	11,046.04	
				-----	
				12,367.13	
<b>Total de Materiales</b>					<b>12,367.13</b>
<b>Concepto 2. Mano de Obra</b>					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.2000	7,709.72	
Oficial Albanil	Jornada	34,972.77	x 1.0000	34,972.77	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 1.0000	28,287.16	
				-----	
				70,969.65	
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>2,365.65</b>
<b>Concepto 3. Herramienta</b>					
Herramienta	%	0.03	x 2365.6600	70.97	
				-----	
				70.97	
<b>Total de Herramienta</b>					<b>70.97</b>

Analisis de Precios Unitarios

(M2) Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
Resumen de Conceptos					
Materiales					12,367.13
Mano de Obra					2,365.65
Herramienta					70.97
Costo Directo					14,803.75
Indirectos y Utilidad		39%			5,773.47
Precio Unitario					20,577.22

**Análisis de Precios Unitarios**

(M2) Suministro y colocación de cimbra aparente (incluyendo descimbrado)

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>===== Concepto 1. Materiales =====</b>					
Triplay	m2	18,250.00	x 0.3570	6,515.25	
Madera de 1a.	P.T.	946.00	x 8.8200	8,343.72	
Challan	m	715.00	x 2.1000	1,501.50	
Estructura metálica	pza	150,345.00	x 0.0315	4,735.87	
Alambre recocido	kg	1,875.00	x 0.2129	399.26	
Clave	kg	2,150.00	x 0.0945	203.18	
Diesel	lto	408.70	x 0.5250	214.57	
Separador metálico	pza	245	2.1000	514.50	
				-----	
				22,427.84	
<b>Total de Materiales</b>					<b>22,427.84</b>
<b>===== Concepto 2. Mano de Obra =====</b>					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.5000	19,274.30	
Carpintero	Jornada	34,972.77	x 4.0000	139,891.08	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 4.0000	113,148.64	
Sobrestante "A"	Jornada	57,580.59	x 0.2500	14,395.15	
				-----	
				286,709.16	
<b>Total Mano de Obra</b>		<b>286,709.16 /</b>	<b>14.0000</b>		<b>20,479.23</b>

Análisis de Precios Unitarios

(M2) Suministro y colocación de cimbra aparente (incluyendo descimbrado)

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 20479.2300	614.38	
				-----	
					614.38
Total de Herramienta					614.38
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Camion con grua hidráulica HIA	HR	62,085.19	x 0.0150	931.28	
				-----	
					931.28
Total de maquinaria y equipo					931.28
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					22,427.84
Mano de Obra					20,479.23
Herramienta					614.38
Maquinaria y Equipo					931.28
					-----
Costo Directo					44,452.72
Indirectos y Utilidad		39%			17,336.56
Precio Unitario					61,789.28

Analisis de Precios Unitarios

(TON) Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe	
===== Concepto 1. Materiales =====						
Alambre recocido	kg	1,875.00	x 30.0000	56,250.00		
Acero de refuerzo	kg	1,150.00	x 1150.0000	1,322,500.00		
				-----		
				1,378,750.00		
Total de Materiales					1,378,750.00	
===== Concepto 2. Mano de Obra =====						
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 1.0000	38,548.59		
Fierro "A"	Jornada	34,972.77	x 8.0000	279,782.16		
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 8.0000	226,297.28		
				-----		
				544,628.03		
Total Mano de Obra					544,628.03 / 1.5000	363,085.35
===== Concepto 3. Herramienta =====						
Herramienta	%	0.03	x 363085.3500	10,892.56		
				-----		
				10,892.56		
Total de Herramienta					10,892.56	

**Analisis de Precios Unitarios**

(TON) Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Concepto 4. Maquinaria y Equipo</b>					
Cortadora de varilla C-52	HR	8,074.64	x 1.8000	14,534.35	
Dobladora de varilla P-52	HR	8,762.50	x 1.8000	15,772.50	
Camion con grua hidraulica HIA	HR	62,085.19	x 0.7000	43,459.63	
				-----	
					73,766.49
<b>Total de maquinaria y equipo</b>					<b>73,766.49</b>
<b>Resumen de Conceptos</b>					
Materiales					1,378,750.00
Mano de Obra					363,085.35
Herramienta					10,892.56
Maquinaria y Equipo					73,766.49
					-----
Costo Directo					1,826,494.40
Indirectos y Utilidad		39%			712,332.82
<b>Precio Unitario</b>					<b>2,538,827.21</b>

**Análisis de Precios Unitarios**

(M3) Suministro, acarreo y colocación de concreto F'c=250 Kgs/Cm2

Abril, 1990

Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
<b>Concepto 1. Materiales</b>					
Fabricación y Transporte de Co. Curacreto	M3	262,935.24	x 1.0500	276,082.00	
	Lto	3,325.00	x 0.1050	349.13	
				-----	
					276,431.13
<b>Total de Materiales</b>					<b>276,431.13</b>
<b>Concepto 2. Mano de Obra</b>					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 1.0000	38,548.59	
Oficial Albañil "A"	Jornada	34,972.77	x 9.0000	314,754.93	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 10.0000	282,871.60	
				-----	
					636,175.12
<b>Total Mano de Obra</b>		<b>636,175.12</b>	<b>/ 40.0000</b>		<b>15,904.38</b>
<b>Concepto 3. Herramienta</b>					
Herramienta	%	0.03	x 15904.3800	477.13	
				-----	
					477.13
<b>Total de Herramienta</b>					<b>477.13</b>



Analisis de Precios Unitarios

(M3) Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250 Kgs/Cm2

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Vibrador para concreto K-8	HR	4,303.13	x 0.4900	2,108.53	
				-----	
				2,108.53	
Total de maquinaria y equipo					2,108.53
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					276,431.13
Mano de Obra					15,904.38
Herramienta					477.13
Maquinaria y Equipo					2,108.53
					-----
Costo Directo					294,921.17
Indirectos y Utilidad		39%			115,019.26
Precio Unitario					409,940.43

Analisis de Precios Unitarios

(Kg) Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos					Abril, 1990	
Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe	
===== Concepto 1. Materiales =====						
Soldadura 7018	Kg	4,350.00	x 0.1050	456.75		
Madera de 1a.	P.T.	946.00	x 0.0107	10.13		
Clavo	Kg	2,150.00	x 0.0011	2.26		
Hilo Plastico	Carret	6,100.00	x 0.0053	32.03		
Tubo cedula 40	Kg	1,875.00	x 0.1050	196.88		
Placa de acero A-36	Kg	1,050.00	x 0.1050	110.25		
Cold Rolled	Kg	2,500.00	x 0.8400	2,100.00		
Tuerca	Kg	12,850.00	x 0.0525	674.63		
				3,582.91		
Total de Materiales					3,582.91	
===== Concepto 2. Mano de Obra =====						
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.4000	15,419.44		
Pailero "A"	Jornada	38,548.59	x 1.0000	38,548.59		
Oficial Albanil "A"	Jornada	34,972.77	x 2.0000	69,945.54		
Carpintero "A"	Jornada	34,972.77	x 2.0000	69,945.54		
				193,859.11		
Total Mano de Obra					3,230.99	
===== Concepto 3. Herramienta =====						
Herramienta	%	0.03	x 3230.9900	96.93		
				96.93		
Total de Herramienta					96.93	

### Análisis de Precios Unitarios

(Kg) Suministro, habilitado y colocación de metales embebidos					Abril, 1990
Descripción	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Planta soldadora 300 amp	HR	3,795.03	x	0.0100	37.95
				-----	37.95
Total de maquinaria y equipo					37.95
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					3,582.91
Mano de Obra					3,230.99
Herramienta					96.93
Maquinaria y Equipo					37.95
					-----
Costo Directo					6,948.78
Indirectos y Utilidad		39%			2,710.02
Precio Unitario					9,658.80

Analisis de Precios Unitarios

(Kg) Montaje de estructura metalica

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 1. Materiales =====					
Soldadura 701B	kg	4,350.00	x 0.0200	87.00	
Disco abrasivo	pza	12,450.00	x 0.0002	2.49	
				-----	89.49
Total de Materiales					89.49
===== Concepto 2. Mano de Obra =====					
Cabo de Oficios "A"	Jornada	38,548.59	x 0.8000	30,838.87	
Pailero "A"	Jornada	38,548.59	x 1.0000	38,548.59	
Ayudante General "A"	Jornada	28,287.16	x 2.0000	56,574.32	
Montador "A"	Jornada	38,548.59	x 2.0000	77,097.18	
				-----	203,058.96
Total Mano de Obra					81.22
===== Concepto 3. Herramienta =====					
Herramienta	%	0.03	x 81.2200	2.44	
				-----	2.44
Total de Herramienta					2.44

Analisis de Precios Unitarios

(Kg) Montaje de estructura metalica

Abril, 1990

Descripcion	Unidad	Costo unitario	Rendimiento o Cantidad	Costo Parcial	Importe
===== Concepto 4. Maquinaria y Equipo =====					
Grua de toneladas	HR	97,034.60	x 0.00157	152.34	
Planta soldadora 300 amp	HR	3795.03	x 0.0070	26.57	
				178.91	
Total de maquinaria y equipo					178.91
===== Resumen de Conceptos =====					
Materiales					89.49
Mano de Obra					81.22
Herramienta					2.44
Maquinaria y Equipo					178.91
Costo Directo					352.06
Indirectos y Utilidad	39%				137.30
Precio Unitario					489.36

### 3.3. Presupuesto

#### Resumen de Partidas

No.	Descripcion	Importe
3.3.1	Terracerias	2,802,223,139.52
3.3.2	Camino de acceso y entronque	372,682,284.38
3.3.3	Urbanizacion	1,306,181,984.28
3.3.4	Sistema de agua de circulacion	2,597,942,662.69
3.3.5	Fosa de Neutralizacion	1,312,633,763.44
3.3.6	Dique en Tanques	1,830,067,671.74
3.3.7	Transformadores	976,557,099.58
3.3.8	Generador de vapor	2,035,685,129.46
3.3.9	Precipitador	6,260,381,013.76
3.3.10	Casa de Maquinas	2,249,881,796.55
3.3.11	Equipo areas exteriores	798,628,838.40
3.3.12	Galeria sobre silos	723,575,073.99
	T o t a l	23,266,440,457.79

### 3.3.1. Terracerias

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Desmote	Ha	5,728,062.69	8.00	45,824,501.52
Despalme	m3	5,100.98	22,800.00	116,302,344.00
Compactacion de Terreno natural al 95% Proctor estandar una capa de 30 cms	m3	2,582.70	12,000.00	30,992,400.00
Corte para todo tipo de material acarreo libre de 1 km	m3	3,738.39	211,000.00	788,800,290.00
Terraplen compactado en capas de 30 cms al 95% Proctor estandar	m3	2,199.04	235,000.00	516,774,400.00
Sobreacarreo del material producto de cortes	m3	1,400.23	252,800.00	353,978,144.00
Corte para todo tipo de material en talud existente, incluye carga y acarreo libre de 1 km.	m3	3,738.39	254,000.00	949,551,060.00
<b>TERRACERIAS</b>				<b>2,802,223,139.52</b>

### 3.3.2 Camino de Acceso y Entonque

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Desmante	Ha	5,728,062.69	2.00	11,456,125.38
Despalme	m3	5,100.98	4,300.00	21,934,214.00
Compactacion de Terreno natural al 95% Proctor estandar una capa de 30 cms	m3	2,582.70	4,200.00	10,847,340.00
Corte para todo tipo de material acarreo libre de 1 km	m3	3,738.39	18,000.00	67,291,020.00
Terraplen compactado en capas de 30 cms al 95% Proctor estandar	m3	2,199.04	56,000.00	123,146,240.00
Sub-base y base	m3	6,147.13	4,200.00	25,817,946.00
Riego de Impregnacion	m2	940.78	14,000.00	13,170,920.00
Carpeta Asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar.	m3	118,589.17	700.00	83,012,419.00
Riego de sello	m3	1,143.29	14,000.00	16,006,060.00
<b>CAMINO, ACCESO Y ENTRONQUE</b>				<b>372,682,284.38</b>



### 3.3.3 Urbanizacion

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Corte para todo tipo de material acarreo libre de 1 km	m3	3,738.38	19,860.00	74,244,226.80
Compactacion de terreno natural al 95% proctor estandar una capa de 30 cms	m3	2,582.70	14,895.00	38,469,316.50
Sub-base y base	m3	6,147.13	19,860.00	122,082,001.80
Riego de impregnacion	m2	340.78	49,650.00	46,709,727.00
Losa de concreto hidraulica F'C=250kgs./cm2 espesor 15 cms	m2	61,491.06	7,448.00	457,985,414.88
Guarniciones de concreto hidraulico F'C=250kgs/cm2	m	33,822.41	9,930.00	335,856,531.30
Banquetas de concreto F'C=150 kgs./cm2 de 8cm de espesor	m2	30,722.96	9,930.00	305,078,992.80
URBANIZACION				1,306,181,984.28

### 3.3.4 Sistema de agua de circulación

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.33	13,876.00	107,710,091.08
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	9,910.00	92,174,099.20
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.22	1,774.00	36,503,988.28
Suministro y colocacion de cimbra (incluye desclimbado)	m2	61,789.28	5,091.00	314,569,224.48
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	302.00	766,725,617.42
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250 kgs./cm2	m3	409,940.43	1,780.00	729,693,965.40
Suministro de placa a-283	kgs	1,251.00	217,000.00	271,467,000.00
Suministro de tornillos	kgs	6,950.00	1,260.00	8,757,000.00
Fabricacion de tuberia de acero a base de placa	kgs	696.35	217,000.00	151,107,950.00
Montaje de tuberia de acero	dg	203.77	217,000.00	44,218,090.00
Transporte de la tuberia de acero	kg	217.70	217,000.00	47,240,900.00
Limpieza y recubrimiento de la tuberia de acero	m2	5,643.41	3,491.00	19,701,144.31
Cama de arena de 10cms de espesor	m2	3,968.37	556.00	2,206,413.72
Suministro y fabricacion de bridas a-181	pza	293,348.94	20.00	5,866,978.80
<b>SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION</b>				<b>2,597,942,662.69</b>

### 3.3.5 Fosa de Neutralización

144

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	5,360.00	41,606,142.40
Suministro y colocacion de cimbra aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	1,056.00	65,249,479.68
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	51.00	129,480,187.71
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250kg./cm2	m3	409,940.43	1,855.00	760,439,497.65
Loseta antiacido de 20 x 10 x 2 color rojonatural r-14 de ceramica Sta. Julia o Similar	m2	175,476.92	1,800.00	315,858,456.00
<b>FOSA DE NEUTRALIZACION</b>				<b>1,312,633,763.44</b>

### 3.3.6 Dique en Tanques

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	2,812.00	21,827,700.08
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	2,040.00	18,974,284.80
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.27	84.00	1,728,490.68
Suministro y colocacion de cimbra aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	8,858.00	547,329,442.24
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	214.00	543,309,022.94
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250kgs./cm2	m3	409,940.43	1,700.00	696,898,731.00
DIQUE EN TANQUES				1,830,067,671.74

### 3.3.7. Transformadores

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	1,484.00	11,519,312.56
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	588.00	5,469,058.56
Suministro y colocacion de cimbra (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	2,932.00	181,166,168.96
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	56.00	142,174,323.76
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250Kgs./cm2	m3	409,940.43	1,211.00	496,437,860.73
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.22	880.00	18,107,953.60
Suministro, habilitado y colocacion de rejilla electroforjada galvanizada	m2	146,993.11	371.00	54,534,443.81
Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos	kg	9,658.80	6,952.00	67,147,977.60
<b>TRANSFORMADORES</b>				<b>976,557,099.58</b>

### 3.3.8. Generador de Vapor (equipo)

Descripción	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	2,910.00	22,588,409.40
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	1,338.00	12,444,898.56
Suministro y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.22	119.00	2,448,689.18
Suministro y colocacion de cimbra aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	3,602.00	222,564,986.56
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	119.00	302,120,437.99
Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos	kg	9,658.80	11,921.00	115,142,554.80
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250 kgs./cm2	m3	409,940.43	3,201.00	1,312,219,316.43
Suministro, habilitado y colocacion de rejilla electroforjada galvanizada	m2	146,993.11	314.00	46,155,836.54
GENERADOR DE VAPOR (EQUIPO)				2,035,685,129.46

### 3.3.9 Precipitador

Descripción	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	16,000.00	124,197,440.00
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	6,400.00	59,527,168.00
Suministro y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.22	3,200.00	65,847,104.00
Suministro y colocacion de cimbra aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	13,784.00	851,703,435.52
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	440.00	1,117,083,972.40
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250kgs./cm2	m3	409,940.43	9,048.00	3,709,141,010.64
Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos	kg	9,658.80	34,464.00	332,880,883.20
<b>PRECIPITADOR</b>				<b>6,260,381,013.76</b>

### 3.3.10 Casa de Maquinas

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion de todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	3,268.00	25,367,327.12
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	2,314.00	21,522,791.68
Suministro y colocacion de concreto F'C=100 para plantillas	m2	20,577.22	442.00	9,095,131.24
Suministro y colocacion de cimbra aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.28	3,927.00	242,646,502.56
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	180.00	456,988,897.80
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250kgs./cm2	m3	409,940.43	2,227.00	912,937,337.61
Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos	kg	9,658.80	5,893.00	56,919,308.40
Suministro y colocacion de malla electroforjada 66-66	m2	11,001.00	804.00	8,845,053.00
Apuntalamiento de cimbra metalica	m2	10,712.51	1,260.00	13,497,762.60
Piso de concreto pulido. Suministro y colocacion	m2	43,553.82	2,720.00	118,466,390.40
Suministro y colocacion de cortina enrollable incluye pintura anticorrosiva y acabado	m2	347,896.41	84.00	29,223,298.44
Suministro y colocacion de puerta enrollable incluye pintura anticorrosiva y acabado	m2	610,583.44	26.00	15,875,169.44



### 3.3.10 Casa de Maquinas

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Suministro y colocacion de puerta enrollable incluye pintura anticorrosiva y acabado	m2	610,583.44	26.00	15,875,169.44
Suministro y colocacion de ventanas de aluminio con cristal perfil 7.6 cms	m2	148,820.00	674.00	100,304,680.00
Suministro y colocacion de bajadas pluviales con tuberia PVC de 15 cms de diametro incluye accesorios (codos,tees reduccion coples etc)	ml	52,677.91	910.00	47,936,898.10
Suministro y colocacion de coladeras Helvex Modelo 4956	pza	106,516.02	28.00	2,982,448.56
Cortina enrollable Cal. 22 tipo europeo con chapa y pasador postigo estandar con mecanismo electromecanico marca Valsam o similar con pintura anticorrosiva y acabado esmalte	m2	355,606.01	84.00	29,870,904.84
Puerta lamina perfil tubular de almina Cal 18 con tablero de lamina acanalada Cal. 18 Prolamsa con aplicacion de pintura anticorrosiva y pintura de esmalte	m2	265,018.15	26.00	6,890,471.90
Ventanas de aluminio con cristal perfil 7.6 cms	m2	146,342.24	674.00	98,634,669.76
Bajadas pluviales con tuberia PVC de 6" 0	ml	18,859.08	910.00	17,161,762.80
Suministro y colocacion de coladeras Helvex modelo 4956	pza	106,516.02	3.00	319,548.06
Suministro y colocacion de perfil PTR de 10.2x5.1x0.5 en Ventanas	kgs	2,925.28	11,758.00	34,395,442.24
<b>CASA DE MAQUINAS</b>				<b>2,249,881,796.55</b>

3.3.11 Equipo areas exteriores.

150

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Excavacion en todo tipo de material con acarreo libre de 1 km.	m3	7,762.34	2,637.00	20,469,290.58
Relleno compactado al 90% proctor en capas de 30 cms	m3	9,301.12	2,110.00	19,625,363.20
Suministro y colocacion de aparente (incluye descimbrado)	m2	61,789.29	1,693.00	104,609,267.97
Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo	ton	2,538,827.21	28.00	71,087,161.88
Suministro, acarreo y colocacion de concreto F'C=250kgs./cm2	m3	409,940.43	879.00	360,337,637.97
Suministro, habilitado y colocacion de metales embebidos	kg	9,658.80	23,036.00	222,500,116.80
<b>EQUIPO AREAS EXTERIORES.</b>				<b>798,628,838.40</b>

### 3.3.12 Galeria sobre silos

Descripcion	Unidad	Precio Unitario	Volumen Obra	Importe
Montaje de estructura metalica	kg	489.36	735,000.00	359,679,600.00
Recubrimiento definitivo	m2	30,422.21	8,139.00	247,606,367.19
Suministro e instalacion de lamina en cubierta y muros	m2	33,416.41	3,480.00	116,289,106.80
<b>GALERIA SOBRE SILOS</b>				<b>723,575,073.99</b>

## **I V**

### **Programa de Obra.**

#### **4.1 Introducción**

#### **4.2 Programa de obra civil de una Central Termoeléctrica.**

#### 4.1 Introducción.

Para que un presupuesto de cualquier tipo de obra esté completo, es necesario incluir un programa de obra.

Los programas de obra son parte fundamental de los estudios previos a la construcción.

Cuando nosotros pensamos en la construcción de algún proyecto, uno de los puntos más importantes es ¿En cuanto tiempo vamos a realizar la obra?. En base a esta pregunta se escogen procedimientos de construcción, distribución de los recursos humanos, materiales, equipo y se hace un análisis del tiempo en el que se va a recuperar la inversión o se va a empezar a dar el servicio por la obra generada.

Es por todo esto, que los programas de obra son indispensables en cualquier proyecto.

Es muy importante recordar que los programas son parte de la etapa de planeación, y no es suficiente con hacerlos y dibujarlos antes de que comience la construcción, sino que lo realmente importante de estos programas es el llevarlos a cabo durante la construcción, que constituye la etapa de control.

El cumplir los programas durante la ejecución de la obra es el resultado de la buena organización y planeación del Contratista y constituye metas y objetivos a seguir.

Habrán ocasiones en las que por cualquier motivo los programas se vean completamente fuera de la realidad; es entonces cuando se puede y se debe hacer una reprogramación que se apegue lo más posible a la realidad.

Existen diversas maneras de representar programas de obra:

Ruta crítica.- Es una de las maneras más completas de representar los programas y sobre todo es muy sencillo llevar un control de las actividades que lo forman.

Diagrama de flechas.- De este parte la ruta crítica.

Diagrama de barras.- Proviene de la ruta crítica y en éste se representan las duraciones de las actividades por medio de barras. Este tipo de programas es el que exige Comisión Federal de Electricidad para la presentación de un concurso sobre la construcción de Plantas Termoeléctricas.

Debido al gran número de conceptos que intervienen en una Planta de este tipo, C.F.E., pide el programa con las duraciones de las partidas principales que engloban a los conceptos de obra.

A continuación presento un ejemplo de un programa de obra civil de una Central Termoeléctrica.













## CONCLUSIONES

México es un país que está creciendo a un ritmo bastante acelerado. Este crecimiento se refleja claramente en el aumento de sus habitantes y en el desarrollo de su industria. Cada vez existen más centros de consumo de energía, lo que origina una gran demanda. Estos requerimientos del país han sido solucionados en gran medida con plantas hidroeléctricas y termoeléctricas principalmente. Son estas últimas de las que más existen en toda la República debido a las características necesarias del lugar para ser construídas. Es por esto, que las centrales termoeléctricas representan una de las principales fuentes de producción de energía eléctrica en nuestro país.

De acuerdo a lo expuesto en los capítulos anteriores en los que vimos qué es una central termoeléctrica y los procedimientos de construcción utilizados podemos darnos cuenta de la magnitud de este tipo de obra.

Durante su construcción surgen dos beneficios muy importantes: el primero consiste en la generación de fuentes de trabajo durante varios años, ya que va a ser necesario la utilización de mano de obra calificada y no calificada para la construcción, y de personal técnico para su operación y mantenimiento; el segundo beneficio consiste en el desarrollo de la zona donde se ubicará una central. Esto se debe a la construcción de obras de servicio social como escuelas, hospitales, clínicas, redes de agua potable y drenaje, etc., que van siempre de la mano con una obra de la magnitud e importancia como lo es una planta termoeléctrica.

También es necesaria la construcción de caminos de acceso y campamentos que promoverán el comercio en la zona.

Las diversas termoeléctricas que existen en nuestro país han sido construídas sin un criterio unificado y a pesar de esto, todas han generado los beneficios anteriormente descritos.

La Comisión Federal de Electricidad está tratando de aplicar criterios de diseño normalizados en las centrales convencionales.

Esta normalización representa una unificación de calidad en las diferentes regiones, un mejor aprovechamiento de los materiales y un ahorro considerable de horas hombre en la ingeniería del proyecto.

A pesar de todos los beneficios que esta normalización presenta, no es todavía posible lograrla al punto deseado, debido a un problema muy importante que es la utilización de tecnología extranjera.

Esta tecnología se utiliza únicamente en los equipos y maquinaria que van a formar parte de la Central, ya que en México no se fabrica ninguno de éstos.

Sin embargo, los ingenieros mexicanos tenemos la capacidad y la experiencia suficientes para poder llevar a cabo la construcción de la obra civil con nuestra propia tecnología. Y no utilizamos solamente esa tecnología en nuestras plantas, sino que actualmente la exportamos a varios lugares en el mundo.

Durante la construcción, es necesario unir esfuerzos entre técnicos extranjeros y mexicanos. No es posible trabajar aisladamente, sino al contrario, se debe llevar una muy buena coordinación entre la obra civil y la fabricación y montaje de equipos, para lograr cumplir con el programa de obra y con la calidad requerida en el proyecto.

El control de calidad en la construcción de este tipo de plantas es uno de los factores más importantes.

Para garantizar que una Termoeléctrica sea útil, económica y duradera, no basta con hacer las cosas "bien", ni tampoco es necesario controlar exageradamente cada uno de los componentes para garantizar el conjunto; por el contrario, en muchos casos el éxito se debe a procesos en que positivamente se han descuidado muchos eslabones, pero se han cuidado otros en que residía lo esencial.

Controlar idealmente cada paso conduce a un perfeccionismo rígido, incompatible con las realidades de la construcción pesada. Por lo tanto, para tener un control exitoso es necesario definir los puntos vitales y ejercer en ellos una vigilancia razonable de acuerdo a las exigencias del proyecto.

Un aspecto importante en la planeación y ejecución de un buen programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerida en la construcción.

En capítulos anteriores hablé sobre procedimientos constructivos. Para cada uno de estos procedimientos existen especificaciones, las cuales fijan de un modo u otro muchas de las metas por lograr incluyendo la calidad.

Un conjunto de especificaciones no es más que un resultado del trabajo en equipo de unos cuantos hombres señalados por sus conocimientos y experiencia. Es por esto, que las especificaciones son susceptibles de mejoras, de acuerdo a las características de cada obra en particular.

Ahora las especificaciones deben ir cambiando de acuerdo a los avances tecnológicos con el fin de lograr la optimización de los procesos constructivos.

Esta optimización debe verse reflejada en primer término en la economía del procedimiento a utilizar y nunca olvidarse de la calidad que se debe lograr.

La experiencia y los resultados obtenidos en la construcción de las plantas termoeléctricas, los debemos aplicar y mejorar en las siguientes obras.

La infraestructura, en materia de producción de energía, con la que contamos en México es muy grande, pero no es suficiente para satisfacer la demanda del país. Es por eso que la C.F.E. sigue proyectando y planeando la construcción de más centrales termoeléctricas convencionales. Pero éstas no podrán producir la energía requerida en la República, por lo que debemos pensar en otras formas de producción de energía eléctrica.

Actualmente, los países industrializados utilizan las nucleoeeléctricas obteniendo excelentes resultados.

Es cierto que las nucleoeeléctricas pueden presentar problemas de contaminación radioactiva, pero tomando las medidas de seguridad necesarias, la probabilidad de un accidente es muy baja y sin embargo, la producción de energía eléctrica es muy grande.

Un país en vías de desarrollo como el nuestro, debe iniciarse en el campo de la energía nuclear para no quedarse más atrasado con respecto a los países del primer mundo.



Por lo tanto, en México debemos seguir con la construcción y puesta en marcha de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde y no sólo ésta, sino la construcción de más centrales de este tipo, con nueva tecnología.

Por otro lado, no podemos limitarnos a la producción de energía en plantas hidroeléctricas debido a que la ubicación de éstas debe ser en un lugar que cumpla con ciertas características muy especiales y este tipo de lugares ya son escasos en nuestro país.

Otra de las posibles soluciones es que las Industrias que requieren de grandes cantidades de energía eléctrica construyan y operen sus pequeñas plantas termoeléctricas que satisfagan su demanda. Estas Industrias tendrán que pagar a C.F.E. los derechos correspondientes por la producción de su propia energía. De esta manera ceden la energía que les correspondería para otro uso.

En el mundo se vive un problema muy serio que preocupa a todos sus habitantes. Este problema al que me refiero, es el de la contaminación. Es por esto que quiero concluir este trabajo con la descripción de las medidas de protección ambiental en centrales termoeléctricas convencionales:

#### **Impacto ambiental.**

La Evaluación Ambiental se inicia desde la etapa de selección del sitio para la Central Termoeléctrica; en ella se incluyen otros aspectos técnicos y económicos igualmente importantes, para una o varias opciones de localización de la Central Termoeléctrica. Lo anterior se efectúa mediante estudios de impacto ambiental, donde se identifican, describen, predicen, evalúan y proporcionan las medidas de atenuación o control de impactos ambientales que sobre el ambiente se podrían presentar, para finalmente contribuir a la

selección del sitio. Con esta información se desarrolla la Ingeniería Ambiental tendiente a mitigar los impactos ambientales que pudieran persistir, mediante las instalaciones de equipo y/o habilitación de sistemas de control de la contaminación.

#### **Contaminación atmosférica.**

La Contaminación Atmosférica producida por Centrales Termoeléctricas Convencionales es provocada principalmente por la emisión de bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas.

De estos, el que presenta mayor problema es el bióxido de azufre, debido al alto contenido de azufre que tienen los combustóleos suministrados.

Las medidas adoptadas por C.F.E. consisten en la construcción de chimeneas altas (120 m) para obtener una mayor difusión de la emisión; además en cuanto a depurar la emisión, se han instalado equipos de control como precipitadores electrostáticos de alta eficiencia y se estudia para su implementación en los casos requeridos, equipos lavadores de gases.

#### **Contaminación del agua.**

Los cuerpos de agua pueden contaminarse por la emisión en Centrales Termoeléctricas Convencionales de: efluentes térmicos de sistemas de enfriamiento, aguas residuales de las plantas de tratamiento de agua de repuesto a calderas, aguas residuales del lavado de equipo y servicios generales y aguas residuales aceitosas del manejo y almacenamiento de combustible. El control de estos efluentes se efectúa mediante los siguientes dispositivos: descarga de agua de enfriamiento con control de temperatura de acuerdo a

límites de tolerancia del medio receptor, tratamiento de efluentes ácidos mediante fosas de neutralización, tratamiento de efluentes con alto contenido de partículas mediante fosas de decantación, tratamiento de efluentes aceitosos mediante trampas de grasas y aceites, y tratamiento de aguas residuales de servicios sanitarios mediante tratamiento biológico con desinfección.

### **Contaminación del suelo**

La Contaminación del Suelo en Centrales Termoeléctricas Convencionales se debe básicamente a: Disposición inadecuada de aguas residuales sin tratamiento y disposición inadecuada de desechos sólidos. El control de la contaminación del suelo se efectúa mediante el tratamiento de aguas residuales y mediante el control de desechos sólidos y a través de estabilización, incineración controlada y relleno sanitario.

Además, una vez terminada la construcción de una Central, se lleva a cabo la restitución del suelo en áreas desprovistas de vegetación.

Algunas de las normas a las que hago mención en los procedimientos constructivos.

- ASTM-A-185 Specification for weld steel wire fabric for concrete reinforcement.
- ASTM-A-615 Standard specification for deformed and plain billet steel-bars for concrete reinforcement.
- ASTM-A-616 Specification for rail-steel deformed and plain bars, for concrete reinforcement.
- ASTM-A-706 Standard specification for low-alloy steel deformed bars for concrete reinforcement.
- ASTM-C-31 Methods of making and curing concrete test specimens in the field.
- ASTM-C-33 Specification for concrete aggregates.
- ASTM-C-39 Test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.
- ASTM-C-42 Methods of obtaining and testing prillet cores and sawed beans of concrete.
- ASTM-C-94 Specification for ready-mixed concrete.
- ASTM-C-138 Unit weight, yield and air content (gravimetric) of concrete, test method for.
- ASTM-C-125 Definitions of terms relating to concrete and concrete aggregates.
- ASTM-C-143 Test method for slump of portland cement concrete.
- ASTM-C-150 Specification for portland cement concrete.
- ASTM-C-170 Test method for compressive strength of natural building stone.
- ASTM-C-172 Method of sampling freshly mixed concrete.
- ASTM-C-192 Method of making and curing concrete test specimens in the Laboratory.
- ASTM-C-231 Air content of freshly mixed concrete by the pressure method, test method for.

ASTM-C-260	Specification for air-entraining admixtures for concrete.
ASTM-C-595	Specification for blended hydraulic cements.
ASTM-C-617	Method of capping cylindrical concrete specimens.
ASTM-C-618	Specification for fly ash and raw or calcined natural pozzoland for use as a mineral admixture in portland cement concrete.
ASTM-C-823	Recommended practice for examination and sampling or hard-oned concrete in constructions.
ASTM-D-1190 (1980)	Specification for concrete joint sealer, hot poured elastic tipe.
ASTM-D-1751	Specification for preformed expansion joint fillers for concrete paving and structural construction (No nextuding and resilient Bituminones types).
AWS(D-12.1)	American welding society.
ACI-305	Hot weather concreting.
ACI-309	Standard practice for consolidation of concrete.
ACI-347	Recommended practice for concrete formwork.
ACI-613	Práctica recomendada para selección de proporciones para concreto.
ACI-614	Práctica recomendada para la medición, mezclado y colocación del concreto.
ACI-318	Reglamento de las construcciones de concreto reforzado.
ASME-III-DIV.2 ART. CC4323.	
SAHOP	Cuarta edición de 1976 para terracerías.
SDN	Reglamento sobre uso de explosivos.

## **Bibliografía.**

### **ESPECIFICACIONES.**

Gerencia de Proyectos Termoeléctricos.  
Comisión Federal de Electricidad.  
México 1990.

### **MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES.**

Instituto de Investigaciones Eléctricas.  
Comisión Federal de Electricidad.  
México 1983.

### **NORMALIZACION DE PROYECTOS DE CENTRALES TERMOELECTRICAS DE LA C.F.E. CON UNIDADES DE 160 MW Y 350 MW.**

Gerencia de Proyectos Termoeléctricos.  
Comisión Federal de Electricidad.  
México 1987.

### **ENCICLOPEDIA CEAC DE LA ELECTRICIDAD.**

Centrales Termoeléctricas.  
Ramírez Vázquez José Dr.  
Ediciones CEAC, S.A.  
Barcelona, España 1977.

### **LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES.**

Rico Alfonso y Del Castillo Hermilio.  
Editorial Limusa.  
México 1984.

### **APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS.**

Mendoza Sánchez Ernesto y De Alba Castañeda Jorge.  
UNAM, Facultad de Ingeniería.  
México 1984.

**CURSO VICTOR HARDY 85.**

**Salvoch O. Manuel**

**Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles y Obras  
Subterráneas.**

**México 1985.**

**ICA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.**

**Datos sobre Plantas Termoeléctricas.**

**México 1990.**