

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA.



**“Procedimiento Constructivo de la Planta
Recuperadora de Azufre de la Refinería Lázaro
Cárdenas, en la Ciudad de Minatitlán, Veracruz.”**

T E S I S

**Para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL.**

P R E S E N T A:

Tomás Durán Díaz

**Director de Tesis:
Ing. Jesús Gallegos Silva**

Ciudad Universitaria, D.F. 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/039/08

Señor
TOMÁS DURÁN DÍAZ
Presente

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

**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE DE LA
REFINERÍA "LÁZARO CÁRDENAS" EN LA CIUDAD DE MINATITLAN, VERACRUZ"**

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO
- II. IMPACTO AMBIENTAL
- III. CRITERIOS DE DISEÑO
- IV. PROGRAMAS CALENDARIZADOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS
- V. PRECIOS UNITARIOS
- VI. CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CAMPO
- VII. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- VIII. NORMAS DE SEGURIDAD
- IX. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 13 de Mayo del 2008.
EL DIRECTOR

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA
GGZ/RSU/gar.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Pilar y Jerónimo † a quienes les debo la vida, agradezco el cariño y comprensión, quienes son un ejemplo de honradez, fortaleza y mi guía durante mi vida.

A mis hijos Irving y Fernando por ser mi razón de vivir y a mi amada y querida esposa Anita por su gran apoyo aun en momentos difíciles que siempre está conmigo.

A mis hermanos y hermanas que siempre me han brindado su apoyo y cariño.

Al Ing. Jesús Gallegos Silva gracias por su apoyo y paciencia para la realización de este trabajo

ÍNDICE

	Pág.
I. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO.	1
1.1. <i>Objetivo de la tesis.</i>	<i>2</i>
1.2. <i>Descripción y localización del proyecto.</i>	<i>3</i>
1.3. <i>Información general del proyecto.</i>	<i>7</i>
II. IMPACTO AMBIENTAL	11
2.1. <i>Estudios.</i>	<i>12</i>
2.2. <i>Acciones.</i>	<i>18</i>
III. CRITERIOS DE DISEÑO.	22
3.1. <i>Mecánica de suelos.</i>	<i>23</i>
3.2. <i>Criterios de diseño.</i>	<i>35</i>
IV. PROGRAMAS CALENDARIZADOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	37
4.1. <i>Programas de ejecución.</i>	<i>38</i>
4.2. <i>Programa de utilización de mano de obra.</i>	<i>40</i>
V. PRECIOS V. PRECIOS UNITARIOS.	42
5.1. <i>Ánisis.</i>	<i>43</i>
5.2. <i>Explosión de insumos.</i>	<i>46</i>
5.3. <i>Costo horario</i>	<i>47</i>
VI. CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CAMPO.	51
6.1. <i>Plan de calidad.</i>	<i>52</i>
6.2. <i>Normas y especificaciones.</i>	<i>58</i>
6.3. <i>Registros y pruebas de campo.</i>	<i>62</i>
6.3.1. <i>Pruebas de compactación.</i>	<i>62</i>
6.3.2. <i>Pruebas en el acero.</i>	<i>67</i>
6.3.3. <i>Pruebas en el concreto.</i>	<i>71</i>
VII PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.	85
7.1. <i>Compactacion dinámica</i>	<i>86</i>
7.2. <i>Fabricación de pilas.</i>	<i>96</i>
7.3. <i>Excavaciones.</i>	<i>107</i>
7.4. <i>Plantilla, acero, cimbra y colocación de concreto.</i>	<i>114</i>
7.5. <i>Rellenos en cimentación.</i>	<i>148</i>
7.6. <i>Construcción de drenaje pluvial, aceitoso y químico.</i>	<i>156</i>
7.7. <i>Terracerías y pavimentos.</i>	<i>168</i>
7.8. <i>Planos generales de la planta.</i>	<i>177</i>
VIII. NORMAS DE SEGURIDAD.	180
8.1. <i>Especificaciones y procedimientos.</i>	<i>181</i>
8.2. <i>Uso del equipo de protección personal.</i>	<i>194</i>
IX. CONCLUSIONES	204
BIBLIOGRAFÍA	205

I. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO.



1.1. OBJETIVO DE LA TESIS.

El desarrollo de este trabajo tiene por objetivo proporcionar al lector una visión general de cada una de las actividades que involucran el proceso constructivo de una planta industrial desde la planeación, estudios preliminares, mecánica de suelos, impacto ambiental, diseño y construcción. Además de presentar un panorama global de la participación del ingeniero civil en cada una de las diferentes etapas de planeación, diseño y ejecución del proyecto, enfocado a las diferentes áreas de la carrera de Ingeniero Civil y su interacción con otras disciplinas.

Para lo anterior la tesis se ha estructurado de la siguiente forma:

Tema I. Descripción y alcance del proyecto. Se describe la ubicación geográfica de la planta, alcances en la construcción y en cuanto a la producción y procesamiento de hidrocarburos.

Tema II. Impacto Ambiental. En él se presentan los estudios y acciones que se plantearon para la protección de la flora, fauna, acuíferos, aire y medio ambiente durante la construcción y operación de esta planta.

Tema III. Criterios de Diseño. En este otro capítulo se mencionan los estudios preliminares de mecánica de suelos y diseño estructural del proyecto para proporcionar las recomendaciones de diseño de los elementos para el proceso constructivo.

Tema IV. Programas Calendarizados de ejecución de los trabajos. Se encuentran los programas de ejecución de los trabajos desglosando cada una de las actividades que intervienen en la construcción de esta obra.

Tema V. Precios Unitarios. Se hace el análisis para integrar los precios de los recursos tanto humanos como de materiales para el proyecto.

Tema VI. Control de Calidad y Pruebas de Campo. Se presenta la aplicación del sistema de calidad ISO 9001 e ISO 14000 y las normas internacionales de medición durante el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta.

Tema VII. Procedimiento Constructivo. Abarca los aspectos relativos a los procedimientos constructivos documentados que intervienen durante el desarrollo de construcción de la planta.

Tema VIII. Normas de Seguridad. Se hace una descripción de las normas y aplicación de procedimientos de seguridad para disminuir el número de accidentes mediante el uso de equipo de protección personal, herramientas y equipo adecuado para la realización de los trabajos.

Tema IX. Conclusiones. Menciona las recomendaciones y conclusiones más importantes que considero, de acuerdo a la experiencia adquirida con el objeto de que sea de utilidad al lector y le ayude a afrontar con mayor seguridad su actividad profesional en este tipo de obras.

1.2. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

2.1. DESCRIPCIÓN.

La finalidad de la planta “U-2300” es la recuperación del azufre atrapado en las corrientes gaseosas que contienen sulfuro de hidrogeno (H_2S), tales como los gases ácidos obtenidos de los sistemas de tratamiento con aminas de las unidades hidrodesulfuradoras (diésel, gasóleos y naftas de coquización), regeneradoras de DEA (Regeneradora de Dietanolamina) y de desintegración catalítica FCC No. 2 (Planta Catalítica), incluyendo también los gases ácidos amoniacales resultantes del tratamiento de aguas amargas en la unidad de tratamiento y de la catalítica FCC No. 2.

El proceso está basado en la reacción conocida como “Reacción Claus”, mediante la cual los gases ácidos reaccionan con aire en una cámara de combustión y el H_2S se convierte en gas SO_2 , posteriormente este gas pasa a los reactores “Claus” para convertirse en azufre.

El azufre producto se recupera en estado líquido, con un rendimiento del 99.5 % y con una composición del 99.9% de pureza y un contenido máximo de 10 ppm de H_2S . A fin de dar cumplimiento a las regulaciones ambientales vigentes, la unidad recuperadora de azufre incluye también un paquete de tratamiento del gas cola y un paquete de desgasificación de azufre. Los gases residuales, con un mínimo contenido de agua, son incinerados en dos incineradores y los gases de combustión son venteados a la atmósfera mediante chimeneas.

La unidad en su conjunto está integrada por cuatro (4) trenes de procesamiento con una capacidad de producción de 150 ton/día de azufre líquido por cada tren, por lo que la capacidad nominal total es de 600 TMSD (toneladas métricas por día).

1.2.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

La localización de la unidad recuperadora de azufre “U – 23000” y del área para manejo de azufre producto se encuentra en las áreas disponibles indicadas en el plano de localización general de plantas, fig. I.1 y I.2.

1.2.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

- **LUGAR**

País/Área:	México/Minatitlán, Ver.
Localización:	Latitud: 17°59´ Norte/Longitud 94°32´Oeste. Ambiente altamente corrosivo, brisa marina, costa a 20 Km. con vientos del mar a tierra y clima tropical húmedo.
Altitud:	20.0 m sobre nivel medio del mar.
Presión Barométrica:	759 mm de Hg.

- **TEMPERATURA AMBIENTE.**

	Bulbo Seco	Bulbo Húmedo
Máximo	42 °C	35 °C
Mínimo	12 °C	2 °C
Diseño	32 °C	28 °C

- **VIENTOS**

Vientos dominantes del sureste a noroeste.

Vientos reinantes del noreste al suroeste

Velocidad de viento para diseño de estructuras: 150 km/Hr (Periodo de retorno 200 años.)

- **LLUVIAS**

- Se proporcionan datos para un periodo de retorno de 20 años.

Máxima en 5 min.	232 mm/hora
Máxima en 10 min.	180 mm/hora
Máxima en 20 min.	155 mm/hora
Máxima en 30 min.	134 mm/hora
Máxima en 1 hr.	90 mm/hora
Máxima en 24 Hrs.	279 mm/hora
Promedio Anual.	1061 mm/hora

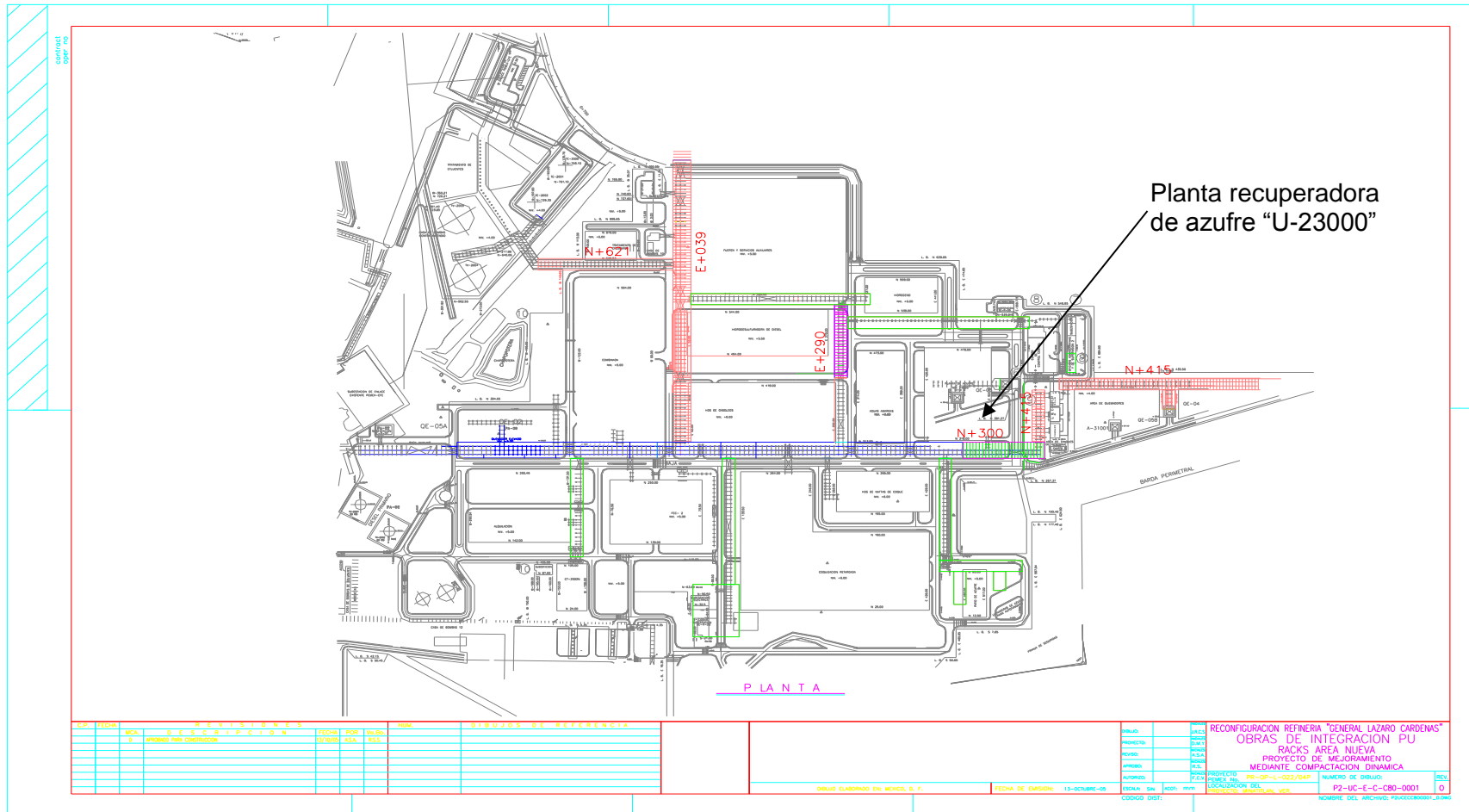


Fig.I.1.- Plano de localización general de obra

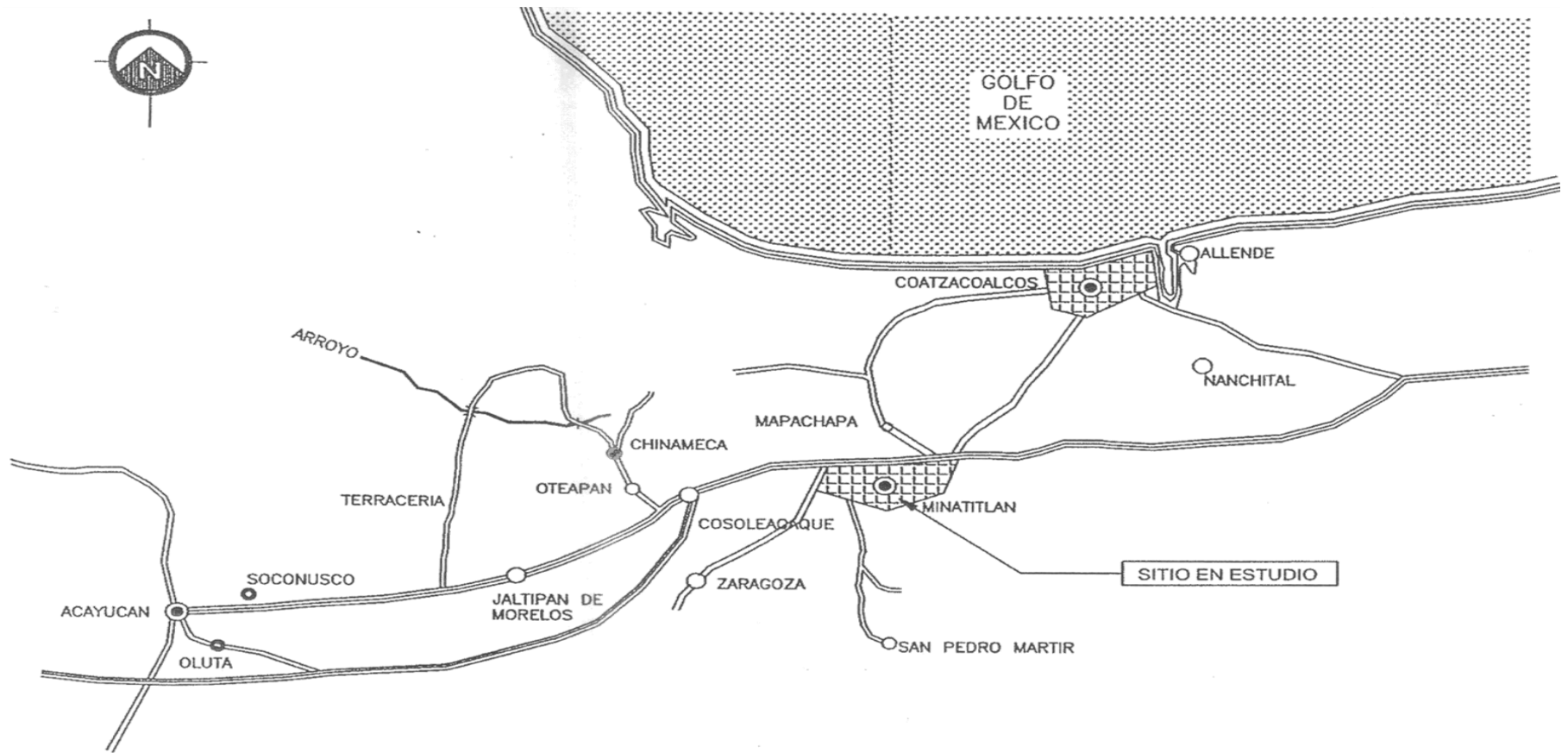


Fig. I.2.- Croquis de localización general del proyecto.

1.3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La superficie requerida para el proyecto es de 72 Ha que son parte del predio propiedad de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”, ocupa un total de 800 Ha que están clasificadas para uso industrial Pesado de acuerdo al Programa de Ordenamiento Urbano de la zona Conurbada de Minatitlán – Cosoleacaque. El sitio donde se ejecutará el proyecto se encuentra zonas pantanosas.

El proyecto incrementara en 150, 000 BPD (barriles de petróleo diarios) la capacidad y procesara 350, 000 BPD de una mezcla de crudos (60% Maya, 40% Istmo en volumen) en toda la refinería. La Reconfiguración consiste en la construcción de nueve plantas de proceso (tabla I.1), incluyendo un área de servicios auxiliares, tratamiento de aguas amargas, así como regeneración de dietanolamina (DEA) de coquización retardada.

DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD
Combinada (100% Maya)(U-10000)	150 MBPD
HDS de Diesel HDD (U-24000)	34 MBPD
FCC No. 2. (Planta Catalítica)	42 MBPD
Alquilación (U-18000/U-18001, Tren 1 y 2)	13.4/13.4 MBPD
Coquización retardada (U-31000)	55.8 MBPD
HDS de Nafta de Coquización (U-12000)	7.4 MBPD
HDS de Gasóleos (HDSG) (U-11000)	41 MBPD
Recuperadora de Azufre	600 MBPD
Planta de Hidrogeno (U-20000)	48 MBPD

Tabla I.1.- Plantas de proceso nuevas.

Los principales equipos e instalaciones con las que contará el Proyecto son las siguientes:

- Planta combinada.
- Planta hidrodesulfuradora de Diesel (HDD U-24000).
- Planta Catalítica (FCC No.2)
- Planta de Alquilación (U-18000).
- Planta de Coquización Retardada (U-31000).
- Planta Hidrodesulfuradora de Naftas de Coquización (HDS de Naftas U-12000).
- Planta Hidrodesulfuradora de Gasóleos (HDS de Gasóleos U-11000).
- Planta Recuperadora de Azufre (U-23000).
- Planta de Hidrogeno (U-20000).
- Planta de Tratamiento de Aguas Amargas No. 3 “U-60000”, “U-65000”, “U-70000” y “U-75000”.
- Regeneradora de Dietanolamina (DEA) de Coquización Retardada.
- Fuerza y Servicios Auxiliares (Sistema de desmineralización de Agua,
- Planta de Tratamiento de Condensados
- Planta de Generación de Vapor.
- Planta de Generación de Fuerza (electricidad).

Tendrá una capacidad de producción de 600 toneladas de azufre por día. La planta recuperara el azufre de dos corrientes gaseosas principales que contienen ácido sulfhídrico, provenientes del tratamientos de aguas amargas y de la unidad de tratamiento de aminas.

La planta de azufre consta de cinco etapas: separación de gas ácido proveniente de unidades endulzadoras con DEA (primera etapa, separación de gas ácido-amoniaco proveniente de plantas de tratamiento de aguas amargas segunda etapa, proceso claus tercera etapa, tratamiento del gas de cola cuarta etapa y desgasificación de azufre quinta etapa. Los equipos de proceso con los que contará la planta se indican en la tabla I.2.

EQUIPO DE PROCESO		
• Reactor Claus 1 y 2	• Cámara de combustión Claus	• Condensadores de azufre
• Separador de gas claus	• Quemador de claus	• Incineradores
• Separador de gas dulce	• Recuperadora de azufre	• Enfriadores de desfogue
• Separador de azufre	• Desgasificación de azufre	

Tabla I.2.- Equipo de proceso para la unidad de Azufre U-23000.

También se construirán 4 quemadores elevados, 4 torres de enfriamiento, pre calentadores, desarenadores, calentadores, cuarto de control, así como esferas (Ver Tabla I.3), tanques de almacenamiento (Ver Tabla I.4) y separadores de gas (Ver Tabla I.5).

TIPOS DE ESFERAS	CAPACIDAD
Propileno	15,000 bls
Butano-butileno	15,000 bls
Butano-butileno	20,000 bls

Tabla I.3.-Tipos de Esferas y Capacidades.

TIPOS TANQUES	CAPACIDAD
Nafta de coquización	55,000
TAME	20,000
TAME	20,000
Agua cruda	200,000
Agua cruda	200,000
Crudo maya	200,000
Crudo maya	200,000
Aguas amargas	30,000
Sosa al 50% en peso	1,000
Agua desflemada	20,000

Tabla I.4.-Tipos de tanques de almacenamiento y capacidades.

TIPOS DE SEPARADORES	CAPACIDAD
Separador de condensado de gas natural	4.27 m ³
Separador de condensado de gas combustible	22.77 m ³
Separador de condensado de gas combustible	22.77 m ³
Ácido sulfúrico al 98% en peso	273.3 m ³
Ácido sulfúrico al 98% en peso	273.3 m ³

Tabla I.5.- Separadores de gas.

La vigencia del proyecto es de cinco años para realizar las actividades de construcción y de veinte años para la operación y mantenimiento del proyecto.



Vista aérea de la reconfiguración de la refinería Lázaro Cárdenas

II. IMPACTO AMBIENTAL.



2.1. ESTUDIOS.

1. Se realizará un estudio para determinar el nivel de afectación generado por el depósito de residuos y/o desechos industriales existente dentro de la zona del proyecto así como las medidas a realizar para su eliminación. Dicho análisis deberá complementarse con la siguiente información:

a). Descripción de los métodos y de las actividades que se realizarán para la Limpieza.

b). Indicar el volumen estimado y la composición de los residuos y/o desechos que serán retirados.

c). Descripción de las actividades que se realizaran para el manejo de los residuos y/o desechos así como mencionar los métodos que se emplearán para restituir la capa de suelo que ha sido contaminada.

d). Indicar un lugar de disposición final de los residuos y/o desechos.

Presentar ante la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Veracruz el estudio antes mencionado una vez que este sea validado por la Dirección General. Una vez validado se deberán ejecutar las actividades y metodologías propuestas en el mismo.

2. Realizar el Programa de Monitoreo de Vertebrados Listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001 o Endémicos por un periodo mínimo de 18 meses conforme a lo manifestado en la información adicional presentada. Los reportes de actividades deberán ser entregados en forma bimestral a partir del día siguiente a la recepción del presente.

3. Realizar el despalme de la superficie requerida para el proyecto con herramienta manual (machetes, moto sierras, entre otros) evitando el uso de maquinaria pesada con el fin de que la fauna que no pudo ser rescatada pueda desplazarse a otros sitios. Asimismo durante el despalme deberá estar presente el personal capacitado para realizar la colecta y traslado de la fauna con estatus de conservación que pueda estar presente en el área.

4. Presentar un Programa de Reforestación para su análisis y validación por parte de esta Dirección General. Dicho programa será aplicado en las zonas pantanosas aledañas a la refinería como medida compensatoria por el desmonte y despalme de la vegetación que generará la pérdida de hábitat en la fauna del lugar y deberá presentar la siguiente información:

a). Las técnicas que se utilizaran para la reforestación y/o revegetación.

- b). Listado de las especies nativas que se utilizarán y la proporción en que se plantarán.
- c). Las acciones que se aplicarán para garantizar la sobrevivencia de al menos el 80% de los individuos plantados.
- d). Definir y justificar los parámetros cuantitativos que se observarán para el seguimiento y control de las acciones propuestas.
- e). Planos de ubicación en donde se indique la extensión de las zonas que serán reforestadas.
- f). La calendarización de las actividades así como de los reportes de avance y cumplimiento.

5. En caso de que las obras y/o actividades ocasionasen afectaciones que lleguen a alterar el equilibrio ecológico, se podrá exigir el retiro de las mismas y la aplicación de programas de compensación.

6. Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño a los recursos naturales por la realización del proyecto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá ordenar alguna o algunas de las medidas de seguridad previstas en el artículo 170 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, foto II.1



Foto II.1- Programa para la protección del medio ambiente.

7. Mantener en el sitio del proyecto copias respectivas del expediente, la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, el Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad análisis Detallado de Riesgo, la Información Adicional y los planos del proyecto; así como de la presente resolución y de la bitácora mencionada en la condicionante 9 del presente oficio resolutivo, para efectos de mostrarlas a la autoridad competente que así lo requiera.

8. La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá evaluar nuevamente la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, el Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis Detallado de Riesgo o solicitar información adicional. De considerarlo o bien cuando se identifiquen impactos ambientales que no estuvieran contemplados en la información presentada, con el fin de modificar, suspender, anular, nulificar y revocar la autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, si estuviera en riesgo el equilibrio ecológico o se produjera afectaciones imprevistas nocivas al ambiente, en los términos previstos en el Artículo 27 fracción III del Reglamento Interior de esta Secretaria.

9. El incumplimiento de cualquiera de los términos y condicionantes y/o la modificación sin autorización del proyecto en las condiciones en que fue expresado en la documentación presentada, podrá invalidar la presente resolución, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás ordenamientos legales que resulten aplicables.

En la tabla II.1 se indican las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que se generaran durante la ejecución del proyecto.

En el sitio del proyecto se encuentran especies con estatus de protección conforme a la norma NOM-059-SEMARNAT-2001, principalmente de anfibios y reptiles que son los organismos más abundantes en este tipo de ambientes lenticos (Ver Tabla II.1).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS DE PROTECCIÓN
Rana berlandieri	Rana de río	Protección especial
Iguana	Iguana verde	Protección especial
Ctenosauraacanthura	Iguana negra o garrobo	Protección especial
Kinostemonleucostumum	Tortuga pochitoque	Protección especial
Chelo serepentina	Tortuga lagarto	Protección especial
Cocodylusmoreleti	Cocodrilo de pantano	Protección especial

Tabla II.1.- Especies en protección de acuerdo a la Norma NOM-059-SEMARNAT-2001.

La calidad del aire es el componente ambiental que tendrá mayor impacto a largo plazo debido a que los contaminantes generados durante la ejecución del proyecto incrementarán la carga de emisiones 1 511 emisiones atmosféricas presentes en la zona.

El volumen estimado de contaminantes que serán emitidos a la atmósfera por fuentes fijas se muestra en la tabla II.2.

Planta	Capacidad de Procesamiento (MBPD)	Emisión de Contaminantes (TON/AÑO)				
		CO ²	SO ^{X*}	SO ^X	NO ^X	CO
Combinada (U-1000)	150	189 428	7 497	4 071	173	10
HDS de Diesel HDD (U-24000)	34	20 622	816	443	19	1
FCC No. 2	42	8 172	323	176	7	0
Alquilación (U-18000)	26.8	38 179	1 511	821	35	2
Coquización Retardada (U-31000)	55.8	105 153	4 161	2 260	96	6
HDS de Nafta de Coquización (U-12000)	7.4	5 682	225	122	5	0
HDS de Gasóleos (U-11000)	41.1	40 925	1 620	880	37	2
Recuperadora de Azufre (U-23000)	600	62 951	2 491	1 353	58	3
Planta de Hidrogeno (U-20000)	48	8 044	318	173	7	0
Servicios Auxiliares	264	277 789	10 994	5 971	254	15
TOTAL		756 945	29 956	16 269	692	40

Tabla II.2.- Volumen estimado de contaminantes, considerando 100% de combustóleo, en los demás casos se toma el Gas Combustible como principal fuente de energía en el proceso.

Durante la ejecución del proyecto las principales emisiones atmosféricas serán los óxidos de azufre y bióxido de carbono que son los precursores más importantes de la lluvia Ácida la cual puede generar alteraciones ecológicas significativas en los ambientes donde la precipitación pluvial presenta un volumen alto.

En el estudio de riesgo Ambiental se determinó que la Promoverte realiza actividades altamente riesgosas por manejar gas natural (metano), ácido fluorhídrico, ácido sulfhídrico, benceno, hidrógeno, hexano, naftas, turbosina, querosina, propano/propileno, butano/butileno, gasolinas y amoniaco en cantidad mayor a la cantidad de reporte señalada en el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Marzo de 1990 y 4 de Mayo de 1992, respectivamente.

Los radios de las zonas de alto riesgo (ZAR) y amortiguamiento (ZAM) son las se muestran en la tabla II.3.

PLANTA	EVENTO	RADIO EN METROS	
		ZAR	ZAM
Combinada	Inflamabilidad	12.5	34.8
Hidrodesulfuradora de Diesel	Inflamabilidad	33.5	39.3
	Toxicidad	31.0	287.0
Catalítica	Explosividad	39.2	45.0
	Toxicidad	88.8	683.0
Alquilación	Toxicidad	12.0	59.0
Coquización Retardada	Inflamabilidad	19.5	30.7
	Toxicidad	20.0	115.5
Hidrodesulfuradora de Naftas	Inflamabilidad	25.8	31.5
	Toxicidad	101.0	470.0
Hidrodesulfuradora de Gasóleos	Inflamabilidad	26.6	32.1
	Toxicidad	62.2	317.9
Planta Recuperadora de Azufre	Toxicidad	66.1	441.5
Planta de Hidrogeno	Inflamabilidad	18.2	26.2
Tratamiento de Aguas Amargas	Toxicidad	30.0	153.0
Servicios Auxiliares	Explosividad	39.2	45.2

Tabla II.4.- Zonas de alto riesgo ambiental y amortiguamiento.

Los impactos ambientales que se pudieran generar por la ejecución del proyecto son los que se presentan en las tablas II.4a y II.4b.



Fotografía II.2.- Colocación de barreras de protección en los arroyos que descargan al río Coatzacoalcos.

Componentes Ambientales	Acciones	Efectos
Construcción.		
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de la capa superficial. • Disposición inadecuada de la capa superficial removida. • Compactación y asfaltado de superficies. • Desecho y deposición de residuos industriales o domésticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de fertilidad y erosión. • Modificación de las topografías y alteración en el patrón local de escurrimientos fluviales. • Disminución en el volumen de captación de agua de lluvia. • Contaminación del manto freático por la infiltración de lixiviados.
Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de tierra y materiales de construcción. • Emisión de gases de combustión producto de la maquinaria utilizada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el nivel de partículas sólidas suspendidas. • Contaminación temporal e incremento en el nivel de emisiones tóxicas.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Desecho de residuos industriales o domésticos a los cuerpos de agua aledaños. • Depósito de materiales y/o residuos de la construcción. • Vertido de aguas residuales domésticas o industriales a los cuerpos de agua aledaños. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de las propiedades fisicoquímicas del cuerpo de agua, efectos tóxicos y mortalidad en organismos acuáticos. • Bioacumulación de compuestos tóxicos y /o mortalidad en la fauna asociada. • Intoxicación y/o enfermedades en la población humana. • Lixiviados tóxicos al manto freático.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de la cobertura vegetal (Popal y tular). • Rescate inadecuado de la fauna. • Recolección, caza o tráfico de especies con estatus o protección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de producción primaria y fuente de alimento para la fauna asociada. • Pérdida de sitios de anidación y/o refugio para la fauna, particularmente en anfibios y reptiles. • Afectación prolongada a poblaciones con estatus de protección.
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de la vegetación natural. • Instalación de infraestructura y aumento en el nivel de ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del tono visual de la zona y disminución de la calidad paisajística. • Desplazamiento temporal o permanente de la fauna que integra el paisaje, principalmente de aves y mamíferos.

Tabla II.4a.- Zonas con mayor impacto ambiental durante la construcción del proyecto.

Componentes Ambientales	Acciones	Efectos
Operación y Mantenimiento.		
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Desecho y deposición de residuos industriales o domésticos. • Vertido de hidrocarburos en zonas aledañas sin pavimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación directa de la capa fértil y acumulación de compuestos tóxicos.
Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de gases de combustión generados por fuentes fijas en el proceso de refinación. • Emisión de partículas suspendidas por fuentes fijas. • Emisión de gases de combustión producto de la maquinaria y vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración persistente de la calidad del aire en la zona de influencia del Proyecto. • Generación de compuestos precursores de lluvia ácida. • Generación de gases de efecto invernadero.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito o desecho de residuos industriales o domésticos a los cuerpos de agua aledaños. • Vertido de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bioacumulación de compuestos tóxicos y/o mortalidad en la fauna acuática. • Afectación a la población humana por ingesta de agua y/o organismos contaminados. • Contaminación del manto freático superficial con bacterias y/o compuestos tóxicos.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de residuos industriales o domésticos en las zonas aledañas al Proyecto. • Vertido de aguas residuales o de compuestos tóxicos en las zonas pantanosas aledañas 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de hábitat adecuado para el desarrollo de fauna nociva. • Generación de refugios para herpetofauna. • Bioacumulación de compuestos tóxicos en flora y fauna acuática. • Mortalidad de fauna acuática y asociada.

Tabla II.4b.- Zonas con mayor impacto ambiental durante la operación y mantenimiento del proyecto

2.2. ACCIONES.

1. Presentar un programa de restauración ecológica del pantano de Santa Alejandrina ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su análisis y validación en un plazo máximo de treinta días. Dicho programa deberá presentar cuando menos la siguiente información:

- a). Definición y justificación de los parámetros cuantitativos que se observarán para el seguimiento y control de las acciones propuestas.
- b). Análisis prospectivo de la eficacia de los métodos y técnicas que se proponen para la restauración.

c). La calendarización de las actividades así como de los reportes de avance y cumplimiento.

2. Implementar un programa de monitoreo y control atmosférico para la zona de influencia del proyecto una vez que se haya iniciado su fase de operación con el objetivo de mantener las emisiones de gases, compuestos orgánicos volátiles y partículas suspendidas dentro de lo establecido en las normas. Una vez implementado el programa se deberá elaborar un resumen del análisis de la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, en dicho resumen se deberá presentar como mínimo la siguiente información:



Fotografía. II.3.- Almacén temporal de residuos peligrosos.

- a). Numerar el tipo de contaminantes que se han observado durante el periodo de referencia (seis meses antes) e indicar el volumen promedio que se ha emitido a la atmósfera de cada uno de los contaminantes registrados.
- b). Las medidas de mitigación que se han ejecutado para controlar cada tipo de contaminante (Fotografía. II.4).
- c). Una evaluación de la eficacia de las medidas de mitigación implementadas basadas en los registros del monitoreo y el comportamiento atmosférico de la región.
- d). Un pronóstico de la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto considerando el resultado del punto anterior.

Lo antes mencionado se deberá presentar semestralmente a partir de la fecha de inicio de operaciones ante la Delegación de la Procuraduría Federal del Protección al Ambiente en el Estado de Veracruz y a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

3. Aplicar las condicionantes por componente ambiental descrita en la tabla II.5.



Fotografía. II.4.- Clasificación de residuos en el proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL

Componentes Ambientales	Medidas de Prevención y Mitigación.
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo la preparación del terreno y las excavaciones considerando las obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la infiltración de agua contaminada con algún tipo de hidrocarburo, producto del uso de equipo o maquinaria en el sitio. • En caso de que las obras atraviesen por arroyos u otro tipo de escurrimiento natural, deberán realizarse las obras necesarias para permitir el libre flujo de agua. • Manejar y almacenar los residuos que por sus propiedades físicas o químicas tengan características de peligrosidad, para su posterior manejo en lugares autorizados. • Efectuar una adecuada disposición de los resultados domésticos generados durante todas las etapas del proyecto en los sitios que indique la autoridad local. De manera temporal se depositarán en contenedores con la tapa para su posterior tratamiento y disposición final.
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las aguas residuales deberán ser colectadas y tratadas antes de ser vertidas al drenaje municipal. • Queda prohibido el vertido, derrame o depósito de cualquier tipo de residuo doméstico o industrial al río Coatzacoalcos o a la zona pantanosa aledaña al proyecto.
BIODIVERSIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Durante los trabajos de desmonte y despalme no podrán usarse herbicidas o defoliantes químicos. • Durante las etapas de preparación del sitio se deberá triturar los residuos producto del desmonte y despalme, estos deberán ser dispersados homogéneamente en las zonas pantanosas aledañas al proyecto para facilitar su degradación e incorporación al suelo. Durante las etapas del proyecto queda prohibido cazar, coleccionar y/o traficar con cualquier especie de fauna y flora en particular de las que presentan estatus de conservación.
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la dispersión de sólidos suspendidos en la etapa de preparación del sitio y construcción regando agua en las zonas que no estén pavimentadas. • Aplicar el programa de mantenimiento a motores de combustión interna en la maquinaria y transportes para mantener la emisión de contaminantes por debajo de lo establecido en las normas. • Queda prohibido la quema o depósito al aire libre de basura o residuos de cualquier tipo. Asimismo los residuos vegetales producto del despalme no deberán ser quemados.

Tabla II.5.- Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales.

III. CRITERIOS DE DISEÑO.



3.1. MECÁNICA DE SUELOS.

3.1.1. ANTECEDENTES.

Una de las mayores derramas económicas de esta zona es precisamente la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río” donde diariamente se procesa y se transforma petróleo crudo para su venta. Esta planta refinadora de crudo, propiedad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se ubica en la periferia de Minatitlán, adyacente al Río Coatzacoalcos. Actualmente PEMEX desea ampliar y modernizarla, para lo que está integrando las bases de la licitación para el “Proyecto de Reconfiguración y modernización de la Refinería “Lázaro Cárdenas del Río”.

Puesto que el sitio para la ampliación se ubica en una zona típica de laguna marginal, los estudios geotécnicos para el proyecto iniciaron con una etapa de reconocimiento y evaluación preliminar de la problemática en el subsuelo de la zona, llevando a cabo una amplia campaña de exploración en los sitios donde se desplantarían las nuevas estructuras, que de acuerdo al Plano de Localización General se ubicarían en zonas bajas que obligaban a la colocación de rellenos de hasta 5 m de espesor para dar los niveles de plataforma requeridos por el proyecto.

De estos trabajos, que se han venido llamando “primera etapa de exploración”, se obtuvieron conclusiones importantes, que sirvieron como punto de partida para el alcance de trabajo y para los análisis que se realizaron en este informe. Entre éstas cabe destacar la marcada heterogeneidad de los materiales del subsuelo en donde se encuentran arcillas muy compresibles, en ocasiones con materia orgánica, intercaladas con arenas finas de compacidad variable, en algunos puntos susceptibles de licuación.

Por la problemática que acarrearía la ubicación original de las estructuras, el IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) las reubicó buscando que los rellenos tuvieran espesores menores, aprovechando predios ya rellenos con anterioridad o zonas altas dentro de las instalaciones de la actual refinería, dando origen a la necesidad de una “segunda etapa de exploración” que investigará las características del subsuelo en los sitios no explorados aún y corroborará las conclusiones ya obtenidas. Cabe destacar que en esta nueva distribución del proyecto aún se encuentran algunos de los sondeos realizados en la primera etapa de exploración por lo que más adelante se mencionarán y se utilizarán en los análisis correspondientes.

A continuación se describen los trabajos desarrollados para la segunda etapa de exploración, se reportan los resultados de los ensayos de laboratorio, se detalla la estratigrafía encontrada para cada uno de los sitios donde se desplantarán las plantas, se especifica la metodología de selección de los parámetros de diseño, se

presentan las teorías, expresiones y criterios con los que se realizó el diseño geotécnico.

3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO Y DEL PROYECTO.

Descripción del Sitio.

El sitio donde se pretende ampliar la refinería se encuentra en el extremo sureste de las instalaciones que actualmente están en servicio, y corresponde a una zona de laguna marginal (única zona en la periferia de la refinería no cubierta por la mancha urbana, debido precisamente a sus características de condiciones de subsuelo difícil y susceptible a las inundaciones por crecidas del río Coatzacoalcos). La superficie total que se ocupará será de aproximadamente 72Ha. En este predio existen zonas (aproximadamente el 60% del total) rellenadas a principios de los 90's con arena fina a media; producto del dragado del río. Hacia el este se encuentra una zona denominada "baja", misma que en tiempo de lluvias es susceptible de inundaciones severas y que buena parte del año se encuentra con tirante de agua, y por lo tanto ha crecido vegetación propia de pantano.

El acceso hacia la zona de interés se realiza cruzando las instalaciones actuales, sobre de pavimentos rígidos y terracerías, donde también se pueden encontrar soportarías de las tuberías que se encuentran en uso, bajo las cuales se tiene que pasar.

Descripción del Proyecto.

De acuerdo al Plano de Localización General, en el 50% del área utilizable se distribuirán las plantas, tanques y quemadores nuevos, el resto del área comprenderá vialidades y patios de carga y descarga. Por otro lado, para dar los niveles de proyecto será necesario colocar rellenos controlados en aquellas zonas donde los niveles del terreno así lo necesiten mientras que en otras se llevarán a cabo cortes en los rellenos existentes. En la tabla II.1 se especifican algunos detalles topográficos, los niveles de plataformas y las áreas aproximadas que se rellenarán o cortarán para cada una de las plantas que nos ocupan.

PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE

Planta	Sondeos ejecutados	Niveles de terreno natural promedio (msnm)	Nivel máximo de terreno natural (msnm)	Nivel de plataforma (msnm)	% Corte	% Terraplén	Superficie ocupada aprox. (ha)	Área de corte (ha)	Área de relleno (ha)
Servicios Auxiliares	SM-53 al 59	5.5	6	5.5	90%	10	8.58	7.72	0.86
Combinada	SM-60 al 63	5.5	7	5.5	30%	70	4.92	1.48	3.44
Aguas Amargas	SM-64 al 65	5	5.5	5.5	30%	70	0.96	0.29	0.67
AZUFRE	SM-11,12,70 y 71	4	4.5	5	0%	100	3.1895	0.00	3.19
Coquización	SM-7 al 10,70 y 73	5	5.5	6	0%	100	1.54	0.00	1.54
CATALITICA	SM-75	5.5	6.5	5	60%	40	1.94	1.16	0.78
HDS. De Diesel	SM-15	6	7.5	6	90%	10	3.37	3.03	0.34
NAFTAS De Coque	SM-5 y 6	5.5	6	6	40%	60	2.33	0.93	1.40
Alquilación	SM-3 y 4	5.5	6.5	5	100%	0	2.9	2.90	0.00
TOTAL							33.35	20.10	13.25

Equipo	Altura	Peso en operación	Dimensiones en Planta	Observaciones
*****	m	kN	m	-----
Reactor 1	4.38	549	7.5 x 3.38	Cilíndrico con una base de 7.05m de altura
Incinerador	65	1530	3.65 diámetro	Vertical
Oxidador térmico de gas de cola	65	1530	3.65 diámetro	Vertical

Tabla II.1.-Detalles topográficos de áreas ocupadas, cortes, rellenos y niveles de plataforma por planta.

3.1.3. ALCANCES Y OBJETIVOS.

Alcances.

- Exploración en sitios con nueva ubicación y confirmación de los resultados obtenidos en algunos sitios de la primera etapa de exploración.
- Definición de la cimentación para las plantas reubicadas no estudiadas en la primera etapa de exploración.

Objetivos.

1. Determinar las características geotécnicas de los materiales que conforman el lecho del río en sus primeros 5 m de profundidad, para definir su posible utilización como rellenos.
2. Proporcionar las recomendaciones para la utilización de estos materiales como rellenos en la zona del proyecto.
3. Determinar las características geotécnicas (estratigrafía), mecánicas estáticas (resistencia al corte, compresibilidad) que definan el comportamiento del subsuelo en las zonas en estudio del área de reconfiguración de la refinería hasta una profundidad del orden de 50-60m.
4. Proporcionar recomendaciones geotécnicas para el diseño y construcción de las cimentaciones de las principales instalaciones contempladas en el proyecto para esta segunda etapa.

3.1.4. TRABAJOS DE CAMPO.

3.1.4.1. Sondeos en el Río Coatzacoalcos.

De acuerdo a los alcances plasmados en nuestra propuesta técnico-económica, se realizaron siete sondeos.

3.1.4.2. Sondeos en el predio.

También se ejecutaron 29 sondeos sobre el área de ampliación de la refinería, de los cuales 5 fueron de penetración estándar y el resto mixtos combinando el muestreo inalterado con el alterado, mediante tubo Shelby el primero y mediante penetración estándar el segundo. En la tabla III.2 se presentan las coordenadas y elevaciones del brocal de los sondeos ejecutados en la zona de reconfiguración

SONDEO	UBICACIÓN REAL			ESTRUCTURA	ZONAS
	SUR	ESTE	ELEV.		
SM-70	1015.636	1467.525	3.411	AZUFRE	13
SM-71	855.481	1505.598	2.298	AZUFRE	

Tabla III.2.- Ubicación de sondeos ejecutados en la unidad de azufre.

Adicionalmente, se realizaron calas volumétricas en campo para obtener el peso volumétrico de los materiales superficiales de diferentes zonas, la tabla III.3 muestra el resumen de las características de la misma.

Ubicación	No. Cala	Peso Volumétrico	Profundidad aproximada	Material expuesto
		kN/m ³	m	
Sondeo SM-70	18	16.91	1.00	Arena
Sondeo SM-71	19	14.43	1.00	Arena
	20	19.96		

Tabla III.3.- Características de las calas volumétricas practicadas en campo.

3.1.5. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Con las muestras obtenidas durante la exploración se efectuaron las pruebas de laboratorio necesarias tanto para definir la clasificación de los materiales como para determinar las propiedades mecánicas de interés para diseñar las futuras cimentaciones, realizándose los ensayos que se indican a continuación:



Fotografía. III.1.- Ejecución de sondeo de cono eléctrico en áreas nuevas

3.1.5.1. Muestras de suelo extraídas del río Coatzacoalcos y de los Bancos de Préstamo.

A los materiales obtenidos en los sondeos, se les practicaron las pruebas índice para la clasificación SUCS, consistentes en: contenido de agua, límites de Atterberg, porcentaje de finos y granulometrías. Por otro lado, a las muestras representativas obtenidas tanto en el río como en los bancos de préstamo de materiales, además de las pruebas antes mencionadas, se les practicaron pruebas para verificar su calidad para formar parte de terraplenes o rellenos, tales como pruebas de compactación Proctor, valor relativo de soporte, valor cementante, contracción lineal y equivalente de arena, así como pruebas de compresión simple en muestras reproducidas compactadas al 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM).

La tabla III.4 presenta el resumen de resultados de pruebas de laboratorio de las muestras extraídas del río Coatzacoalcos y de los bancos de préstamo.

3.1.5.2. Muestras obtenidas en la zona de reconfiguración.

Pruebas índice.

A todas las muestras recuperadas de los sondeos, se les determinó su contenido natural de agua, graficado en los perfiles estratigráficos correspondientes. Además también se programó la obtención del límite líquido, límite plástico, porcentaje de finos (lavados) y/o granulometría, en por lo menos una muestra de cada estrato explorado. Estas pruebas permitieron determinar la clasificación de los suelos con la ayuda del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Pruebas mecánicas de resistencia al corte.

Con las muestras inalteradas, recuperadas mediante tubo Shelby, se practicaron pruebas mecánicas de compresión simple, de compresión triaxial no consolidada no drenada (UU) y de compresión triaxial consolidada no drenada (CU). Además, se realizaron pruebas de compresión simple sobre probetas labradas en el sentido transversal del tubo Shelby con la finalidad de obtener parámetros mecánicos para los análisis de carga lateral.

Muestra	Contenido de agua	Limite liquido	Limite plástico	Limite contracción lineal	Equivalente de arena	Valor relativo de soporte	Resistencia a la compresión simple	Clasificación sucs	Contenido de agua optimo	Peso volumétrico seco máximo
No.	W, %	LL, %	LP, 5	LC, 5	%	VRS, %	Qu, KpA		W, %	PVSM ₃ , kN/m ³
Río Coatzacoalcos										
Km. 2+700	18.6	FINOS PLASTICOS			*****	47.93	*****	SP	*****	*****
a.m. 3+200	14.2	FINOS PLASTICOS			*****	37.94	*****	SP	*****	*****
Banco de préstamo										
Moisés Torres	*****	23.4	11.0	4.3	12.05	42.68	94.47	SC	13.1	19.57
Abel Torres	*****	16.75	8.55	2.23	13.3	47.43	*****	SC	10.75	19.74
Mezclas										
20% RÍO, 80% BANCO	*****	*****	*****	*****	*****	47.43	44.46	SC	18	16.28
50% RÍO 50% BANCO	*****	*****	*****	*****	*****	56.91	19.61	SCSP-SC	15.1	17.66
80% RÍO 20% BANCO	*****	*****	*****	*****	*****	56.9	15.19		15	18.44

Tabla III.4.- Resultados de pruebas de laboratorio a muestras del Río Coatzacoalcos y de bancos de préstamo.

Pruebas de consolidación.

Se practicó una prueba de consolidación unidimensional a por lo menos una muestra correspondiente a aquellos estratos compresibles identificados al momento de la exploración y de la clasificación de laboratorio.

Pruebas de permeabilidad.

También se realizaron pruebas de permeabilidad con carga constante y variable sobre probetas labradas en la muestra inalterada en sentido horizontal y vertical.

3.1.6. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Lecho del río Coatzacoalcos.

Por los resultados obtenidos en las pruebas de campo y laboratorio podemos decir que, en las zonas estudiadas, el lecho del río está compuesto por azolves

constituidos por arcillas de alta plasticidad color gris oscuro con gran cantidad de materia orgánica, de espesor variable. Les subyacen arenas finas de color gris oscuro con resistencia a la penetración estándar promedio de 10 golpes, registrándose en todos los casos resistencias nulas en las partes superficiales y aumentando con la profundidad, encontrándose máximos de hasta 30 golpes (SPT-81), esta arena se encuentra contaminada con arcillas de color gris y gris oscuro de alta y baja plasticidad. Solo en el punto donde se realizó el sondeo SPT-81, se encontraron, por debajo del azolve, arenas limpias hasta una profundidad de 14.1 m, con un porcentaje de finos promedio de 37%. La presencia de las arcillas de alta plasticidad y de los azolves, limita gradualmente la utilización de estos materiales en los rellenos del proyecto de reconfiguración.

Bancos de material y mezclas.

Se extrajeron muestras representativas de dos bancos; el Abel Torres y el Moisés Torres. Estos materiales son arenas arcillosas de color café amarillento con 30% de finos, que corresponden con una arcilla de baja plasticidad. De acuerdo con los resultados obtenidos podrían formar parte de los rellenos que se colocaran en la zona de reconfiguración. Por otro lado, también se analizaron, a petición del IPM, mezclas con la arena extraída del río Coatzacoalcos. Con respecto a estas mezclas podemos agregar que también cumplen las especificaciones para formar parte de terraplenes ya que no modifican sustancialmente las características de los materiales de banco.

Zona contemplada para el proyecto de reconfiguración.

Para efectos de interpretación y análisis en el presente estudio se han definido zonas en función de sus características estratigráficas. Es decir, los análisis se realizarán por zonas y las conclusiones y recomendaciones aplicarán a las plantas que finalmente se ubiquen allí. En la tabla III.5 se muestra el número de zona correspondiente a la unidad de azufre, así como el número de sondeo correspondiente a la misma.

	Zona	Estructura correspondiente plgrev 5	Sondeos correspondiente
Segunda etapa de exploración	13	Planta de Azufre	SM-70

Tabla III.5.- Identificación de zonas para la exploración de suelos en el proyecto.

Con respecto a la estratigrafía de estas zonas, cabe comentar que una de las principales características del subsuelo de este sitio es su marcada heterogeneidad, tanto en sentido vertical como horizontal, por lo que la descripción estratigráfica que aparece más adelante se presenta de manera general. La estratigrafía detallada de cada sondeo se puede consultar en los perfiles estratigráficos correspondientes y en las cortes estratigráficos de las figuras mientras que las elevaciones de los estratos competentes (definidos como aquellos con número de golpes en prueba SPE mayor que 30) y los modelos estratigráficos utilizados para el análisis de cada una de las zonas.

Estrato I. Relleno.

En una gran parte del predio se encontró un relleno de material producto del dragado, de espesor variable entre 0.9 y 3 m, formado por arenas finas y medias, color café amarillento y en ocasiones gris claro, con pocos finos, de compacidad suelta a media.

Estrato 2. Arenas finas superficiales de compacidad suelta a media.

Se define como una arena fina y media, color gris y gris verdoso, de compacidad suelta a media. En algunos sitios este estrato aparece superficialmente o bajo los rellenos, con estratos intercalados de arcilla, mientras que en otros, se encuentra por debajo de estratos compresibles con materia orgánica. Los resultados de resistencia a la penetración estándar varían entre 2 y 20 golpes, su contenido de finos es de 7% en promedio, el contenido de agua, también en promedio, es de 30%. El espesor de este estrato varía desde 2 m., hasta 4 m.

Estrato 3. Arcilla y limos de color gris claro de consistencia baja a media.

Este estrato se localiza por debajo de los estratos 1 y 2. Está constituido por arcillas y limos de alta y baja plasticidad, color gris claro, con contenidos de agua promedio de 50%, 95% de finos, 59% de límite líquido, 30% de límite plástico, resistencia a la penetración estándar de 2 golpes y resistencia a la compresión simple, de 63.4 kPa. En ocasiones este estrato se presenta también por debajo del estrato 6 que más adelante se describe. Las características de compresibilidad de este estrato se muestran en cada uno de los modelos estratigráficos de las zonas correspondientes.

Estrato 4. Arcilla y limos de alta plasticidad y muy baja consistencia, de color oscuro.

Este estrato aparece sólo en algunos sitios. Está constituido por capas de arcillas y limos de alta plasticidad color, gris oscuro y negro, con materia orgánica hasta en un 25%, con alto contenido de agua llegando a registrarse valores de hasta 400% siendo 113% el promedio, el límite líquido e índice plástico, ambos promedios, son de 129% y 65% respectivamente. Es en este estrato en donde se encontraron las

resistencias a la penetración estándar más bajas, registrándose, incluso, sitios en donde la herramienta penetraba por peso propio. Este estrato puede presentarse entre 4 y 10 m y entre 25 m y 30 m de profundidad y con espesores variables entre 1 y 4 m siempre acompañado por los estratos 3 y 5.

Estrato 5. Arcilla y limos de color gris claro de consistencia media.

Siempre por debajo del estrato 4 se localizan arcilla y limos de alta y baja plasticidad color gris claro, con contenidos de agua de 41%, 96% de finos, límite líquido de 50% índice de plasticidad de 25%, y resistencia a la penetración estándar de 10 golpes, todos estos parámetros corresponden con valores promedio. Se piensa que este estrato es continuación del 3, ya que muestra características muy semejantes, estando dividido en ocasiones por el estrato 4.

Estrato 6. Arenas finas limosas.

Arenas finas y medias con finos limosos no plásticos y en algunos puntos finos arcillosos, de color gris y gris amarillento de compacidad suelta a media, contaminadas en algunos puntos con materia orgánica e intercaladas en ocasiones con los estratos 3, 4 y 5. En esta capa existe un espesor variable de capacidad suelta, que ha resultado susceptible de licuación ante un evento sísmico. La figura II.6 presenta el reporte de las pruebas de penetración estándar del sondeo del material de la unidad de azufre.

3.1.7. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS.

Influencia de los rellenos en el proyecto.

De acuerdo con el proyecto de reconfiguración de la refinería, en el predio se colocarán rellenos de 3.0 m., de espesor máximo, que sufrirán asentamientos de importancia debido a la carga por peso propio que aplicarán al subsuelo y a las características de compresibilidad de éste.

Cimentaciones superficiales (Estructuras ligeras y/o no susceptibles a asentamientos diferenciales).

Las estructuras ligeras o no susceptibles a asentamientos diferenciales se podrán desplantar mediante cimentaciones superficiales (zapatas corridas o zapatas aisladas ligadas con contratrabes). La capacidad de carga de estas cimentaciones estará fuertemente influida por los rellenos y estratos de baja resistencia la corte existentes en los primeros metros del subsuelo.

Zonas con nuevos rellenos.

El proyecto contempla rellenar algunas zonas con material de banco compactado adecuadamente. En estas condiciones la capacidad de carga dependerá de las características del relleno por colocar. Preliminarmente (a reserva de que se verifique una vez que se defina y estudie el banco de materiales que se utilizará), se considera que el relleno cumplirá con las recomendaciones, por lo que su capacidad de carga será igual o mayor que la de los rellenos existentes.

Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

Para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales se utilizó la ecuación de Terzaghi, que se muestra a continuación: (fig. 3.2)

$$q_n = 1.3CN_C + N_q$$

De donde:



Fotografía 3.2 Cimentaciones superficiales

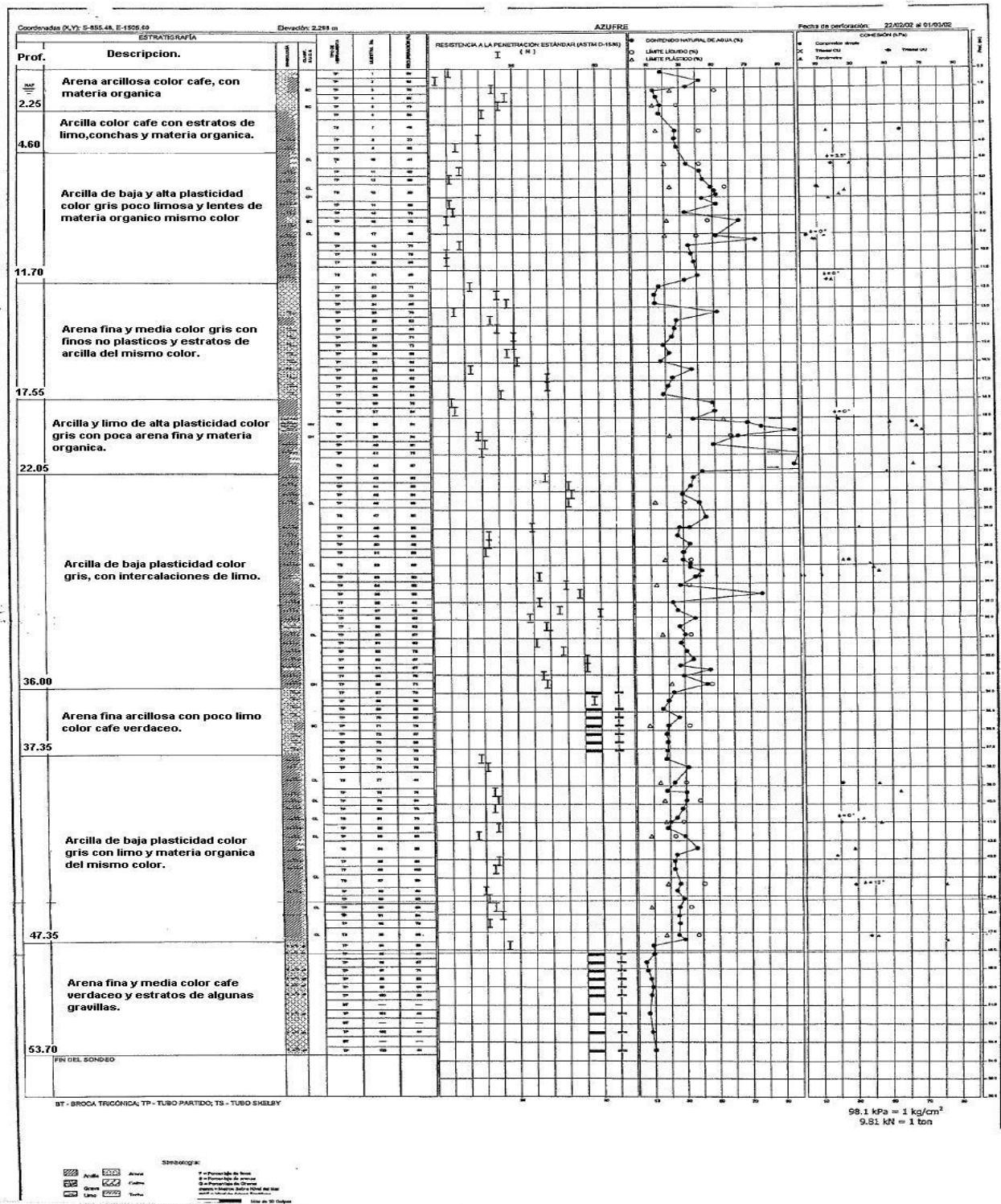


Fig. II.6.- Reporte No 70 del sondeo de penetración estándar en la unidad de azufre

3.2. CRITERIOS DE DISEÑO.

A continuación se proporcionan los criterios de diseño sísmico que deberán emplearse en el diseño estructural de las edificaciones correspondientes al proyecto de Reconfiguración de la refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”, en Minatitlán, Ver., tanto de las nuevas, como en el caso de intervenciones a estructuras existentes.

3.2.1. TERRENOS DE CIMENTACIÓN.

En función de las características estratigráficas del sitio, se clasificará el terreno de cimentación de acuerdo al siguiente criterio:

TIPO II. Depósitos de suelo con periodo fundamental de vibración y velocidad efectiva de propagación tales que se cumple la relación:

$$500T_s + 4.7\beta_s \geq 2350$$

Donde:

Ts: Periodo fundamental de vibración en sitio [seg.]

Bs: Velocidad de propagación de ondas de corte [m/seg.]

TIPO III. Depósitos de suelo con periodo fundamental de vibración y velocidad efectiva de propagación tales que se cumple la relación:

$$500T_s + 4.7\beta_s < 2350$$

3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

Se manejarán dos criterios para distinguir los diferentes tipos de estructuras y los parámetros a emplear en la determinación del espectro de diseño sísmico:

- a). En función de su vulnerabilidad (tabla III.6)
- b). En función de su destino y restructuración. De acuerdo a este las estructuras se clasifican en tipo 1, 2, 3, 4 y 5.

Requerimiento de seguridad	Periodo de retorno	Grupo
Estructuras importantes, cuya falla pudiera causar pérdidas de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales de magnitud excepcionalmente alta.	500 años	A
Estructuras que requieren un grado de seguridad intermedio. Construcciones cuya falla estructural ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia.	100 años	B

Tabla III.6.- Clasificación de las estructuras en función de la vulnerabilidad.

3.2.3. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LAS ESTRUCTURAS.

Tipo 1. Estructuras de edificios. Estructuras comunes, tales como edificios urbanos, naves industriales típicas; en las que las fuerzas laterales se resisten en cada nivel por marcos continuos contraventados o no, por diafragmas o muros o por combinación de diversos sistemas como los mencionados.

Tipo 2. Péndulos invertidos y apéndices. Péndulos invertidos o estructuras en el que el 50% o más de su masa se hallen en el extremo superior y tengan un solo elemento resistente en la dirección de análisis o una sola hilera de columnas perpendicular a esta. Apéndices o elementos cuya estructuración difiera radicalmente del resto de la estructura, tales como tanques, parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros y revestimientos, entre otros.

Tipo3. Chimeneas, silos y similares. Chimeneas y silos, o estructuras semejantes en que la masa y rigidez se encuentran distribuidas continuamente a lo largo de su altura y donde dominen las deformaciones por flexión.

Tipo 4. Tanques depósitos y similares. Tanques elevados y depósitos superficiales, o estructuras semejantes destinadas al almacenamiento de líquidos, que originan importantes fuerzas hidrodinámicas sobre el recipiente.

Tipo 5. Estructuras industriales. Estructuras fabriles en que se requieren grandes áreas libres de columnas y donde se permite casi siempre colocar columnas relativamente cercanas una de las otras a lo largo de los ejes longitudinales, dejando entonces grandes claros libres entre esos ejes. Estas estructuras están formadas en la mayoría de los casos por una sucesión de marcos rígidos transversales, todos iguales o muy parecidos, ligados entre sí por elementos de contraventeo que soportan los largueros para la cubierta y los recubrimientos de las paredes

IV. PROGRAMAS CALENDARIZADOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.



4.1. PROGRAMAS DE EJECUCIÓN.

Para que exista coordinación en un proyecto es necesario contar con la capacidad administrativa para distribuir el proyecto en diversos esfuerzos moderados, en los cuales se identificarán por adelantado los plazos y los objetivos importantes que se deben alcanzar. El cliente y el equipo del proyecto tendrán que comprender en forma clara la interdependencia de estos objetivos importantes, de tal manera que el proyecto pueda ser estructurado, pero flexible en su respuesta ante cambios e imprevistos, sin afectarse en su cumplimiento y coordinación general. (Fotografía 4.1) La experiencia es la base sobre la cual los arquitectos e ingenieros de los proyectos determinan las metas principales del proyecto que conforman el marco del desarrollo del mismo. En la programación debe dejarse claro las metas intermedias correspondientes a revisiones y aprobaciones necesarias, para cumplir con una coordinación interdisciplinaria a fin de ejecutar la obra en los tiempos requeridos.

(Figura 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3)

Los asesores en planeación también pueden aconsejar a los contratistas en la determinación de planos generales de construcción y de programas de fabricación e instalación para lograr una eficiente coordinación y distribución por etapas de la construcción. De ser posible los programas deben mantenerse en una base de datos del computador de la gerencia del proyecto y actualizarse periódicamente respecto a la duración del proyecto, pues las actividades de la ruta crítica varían dependiendo del avance real de la construcción.

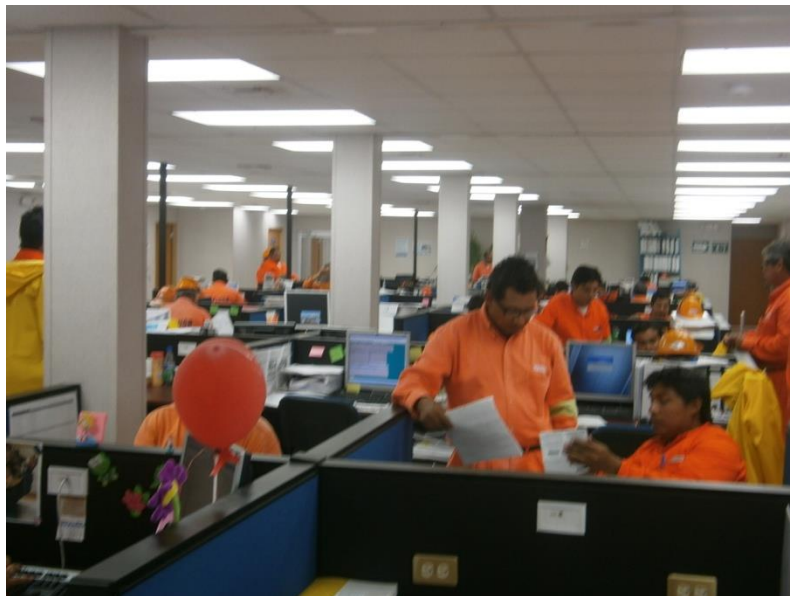


Fig. 4.1. Recursos técnicos para ejecución de obra

PROGRAMA DE OBRA PARA LOS TRABAJOS DE LA PLANTA DE AZUFRE

OBRA: Planta de Azufre de la Reconfiguración de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas Del Rio Minatitlán Veracruz

Actividades	Inicio	Terminacion	2007					2008		
			Feb - Marzo	Abril -Mayo	Junio -Julio	Agosto -Sep	Oct -Noviem	Dic - Ene	Febrero- Marz	Abril - Mayo
Fabricacion y Montaje de marcos	Feb-07	Jul-07								
Construccion de fosas de Azufre	Feb-07	Nov-07								
Construccion de Equipos y bases	Abr-07	Ene-08								
Costruccion de Fosas de Amina	Abr-07	Nov-07								
Drenajes Pluviales	Oct-07	Mar-07								
Trincheras de TuberiaContraincendio	Jun-07	Nov-07								
Trincheras de Amina	Oct-07	Ene-08								
Drenajes Aceitosos	Dic-07	May-08								
Red de Tierras	Feb-07	May-08								
Pavimentos	Oct-07	May-08								

Figura 4.1.1 Programa de ejecución de obra civil

4.2. PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA.

OBRA: Planta de Azufre de la Reconfiguración de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas Del Rio Minatitlán Veracruz

	Inicio	Terminacion	2007					2008		
			Feb - Marzo	Abril -Mayo	Junio -Julio	Agosto -Sep	Oct -Noviem	Dic - Ene	Febrero-Marz	Abril - Mayo
Ayudante General	Feb-07	May-08	65	110	115	95	75	32	25	12
Oficial Albañil	Feb-07	May-08	25	40	40	35	30	15	12	10
Oficial Carpintero	Feb-07	May-08	20	50	55	50	30	20	15	10
Oficial fierroero	Feb-07	May-08	25	40	60	60	55	25	15	10
Chofer	Feb-07	May-08	2	2	2	2	2	2	2	1
Operador de Maquinaria Pesada	Abr-08	May-08		4	4	4	4	4	4	2
Oficial de Seguridad	Feb-07	May-08	2	2	2	2	2	2	2	2
Topografo	Feb-07	May-08	1	2	2	2	2	2	2	1
Cadenero	Feb-07	May-08	2	4	4	4	4	4	4	2
Maniobrista	Jun-07	May-08			2	4	4	4	4	1
Operador de Grua	Jun-07	May-08		2	2					
Electricista	Feb-07	May-08	1	1	1	2	2	2	2	1
Mecanico para Mantenimiento	Abr-08	May-08		1	1	2	2	2	1	1

Figura 4.1.2 Programa de mano de obra (obra civil)

4.3. PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA.

OBRA: Planta de Azufre de la Reconfiguración de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas Del Rio Minatitlán
Veracruz

	Inicio	Terminación	2007					2008		
			Feb - Marzo	Abril -Mayo	Junio -Julio	Agosto -Sep	Oct -Nov	Dic - Ene	Febrero-Mar	Abril - Mayo
Camion Volteo	Feb-07	May-08	2	6	8	8	6	3	2	1
Excavadora	Feb-07	Mar-08	1	1	2	2	1	1	1	
Retroexcavadora	Feb-07	May-08	1	1	2	2	1	1	1	1
Revolvedora de 1 saco	Abr-07	May-08		1	1	1	1	1	1	1
Rodillo vibratorio	Abr-07	May-08			2	4	4	3	3	2
Compactador manual	Abr-07	May-08			4	8	8	6	6	
Bombas de achique	Feb-07	Mar-08	8	8	12	12	6	6	4	
Generador de Energia	Feb-07	May-08	3	3	4	4	4	2	2	1
Soldadora	Abr-07	Ene-08		2	2	2	1	1		
Vibrador de gasolina	Feb-07	May-08	4	8	8	8	6	4	4	2
Estacion total	Feb-07	May-08	1	2	2	2	2	1	1	1
Torres de Iluminacion	Feb-07	May-08	1	3	4	6	6	6	3	3
Grua de 80 ton	Abr-07	Jul-07		1	1					

Figura 4.1.3 Programa de utilización de maquinaria (obra civil)

V.PRECIOS UNITARIOS.



5.1. ANÁLISIS.

Toda contratación requiere un estudio de inversión para determinar la factibilidad del proyecto, incluye el precio de la construcción que es la parte que se tratara a continuación.

El precio o valor de una obra de construcción se determina con el presupuesto. Definimos como presupuesto el precio de un producto terminado que incluye todos los gastos en la construcción y el beneficio del constructor. El término presupuesto se compone de dos palabras que son: *pre* y *supuesto*. PRE es un vocablo latino que significa antes, adelante; de tal manera que la interpretación que aceptamos es una suposición adelantada de un precio o valor de un producto terminado en un tiempo definido.

El presupuesto es un documento legal que forma parte de un contrato y que determina el precio o valor de la construcción a ejecutar. Presupuesto es el documento legal que define el precio de la obra a ejecutar de acuerdo con el listado de conceptos de trabajos o actividades a realizar en la obra. El presupuesto se refiere a una obra en particular tomando en consideración todos los conceptos de trabajos o actividades a ejecutar, entre más detallado sea el precio más aproximado será el precio final.

El presupuesto se integra con los siguientes elementos:

1. Número de partida.
2. Concepto de trabajo.
3. Cantidad de obra.
4. Unidad de medida.
5. Precio unitario.
6. Importe por concepto de trabajo.
7. Importe total.

1. Número de partida. Define numéricamente cada uno de los conceptos de trabajo (en programas informáticos se utilizan las claves o ambas).

2. Concepto de trabajo. Es el conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo a las normas y especificaciones, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos: la ejecución y el equipamiento de la obra, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos con fines de medición y pago.

3. Cantidad de obra. Es el resultado de la cuantificación de cada concepto de trabajo. La cuantificación es el proceso de medir físicamente el concepto de trabajo o en su caso sobre los planos constructivos, es decir, determinar el volumen de cada concepto de trabajo.

4. Unidad de medida. La unidad es la medida que se utiliza convencionalmente para cuantificar cada concepto de trabajo con fines de medición y pago. La unidad define la forma de dividir los conceptos de trabajos, por ejemplo: metro lineal, metro cuadrado, metros cúbicos, toneladas, kilo, litro pieza, mueble, salida, etc.

5. Precio unitario. Es el importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo, *el artículo 42 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas*, define el concepto de precio unitario: el precio unitario es el importe de la remuneraciones del importe total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto de trabajo terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad y seguridad. Tablas V.1, V.2 Y V.3.

6. Importe por concepto de trabajo. Es el producto de la cantidad del concepto de trabajo por el precio unitario.

7. Importe total. Es el importe de la suma de los conceptos de trabajo, es decir, el importe total de la construcción o del contrato.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
-------	----------	--------	----------	------	---------

2.03S Excavación en zanja empleando medios mecánicos en cualquier clase de terreno (excepto roca), para aquel volumen de excavación, que medido de acuerdo con el Adendum 1 de la ficha técnica, quede comprendido entre 0,0 y 3,00 m., incluye afine de taludes, nivelación y compactación del fondo de la excavación.

Mano de obra

C-005	2 Ayudantes Generales	jor	0.26371	\$	826.44	\$	217.94
						Subtotal de Mano de Obra	\$ 217.94
						Costo directo	\$ 217.94
		Gastos Oficina Central	5.00%			\$	10.90
		Gastos de Obra	6.65%			\$	14.49
		Subtotal				\$	243.33
		Financiamiento	0.16%			\$	0.35
		Subtotal				\$	243.67
		Utilidad, fianzas y seguros	13.18%			\$	32.12
		Precio Unitario	x	pza		\$	275.78
				Tipo de cambio Dólar = \$10.567 =	USD	\$	26.10

Veintiseis Dolares Americanos 10 / 100 Dólar Americano

Tabla V.1.- Ejemplo de análisis de precios unitario de excavaciones.

3.06S Concreto armado de resistencia $f_c=350$ Kg/cm² elaborado con Cemento Portland Puzolánico (CPP) o el que solicite el proyecto y relación agua cemento no mayor a 0,4 para cimentaciones, losas y vigas en contacto con el suelo, pedestales no elevados y bancadas para apoyo de equipo, incluye el suministro de los materiales, la mano de obra y el equipo necesario para la ejecución de los trabajos, elaboración del concreto, vaciado, extendido, vibrado y curado del concreto,

410350	Concreto $f_c = 350$ kg/cm ²	m3	1.15000	\$	1,180.00	\$	1,357.00	
902006	Vibrador de gasolina	hr	2.50000	\$	24.60	\$	61.50	
750100	Agua	m3	0.10000	\$	75.00	\$	7.50	
C-001	Albañil + Ayudante	jor	0.18524	\$	1,091.07	\$	202.11	
Costo directo							\$	1,628.11
Gastos Oficina Central		5.00%				\$	81.41	
Gastos de Obra		6.65%				\$	108.27	
Subtotal						\$	1,817.78	
Financiamiento		0.16%				\$	2.60	
Subtotal						\$	1,820.38	
Utilidad, fianzas y seguros		13.18%				\$	239.93	
Precio Unitario		x	m3			\$	2,060.31	
				Tipo de cambio Dólar = \$10.567 =	USD	\$	194.98	

Ciento Noventa y Cuatro Dolares Americanos 98 / 100 Dólar Americano

Tabla V.2.- Ejemplo de análisis de precios unitarios de concreto premezclado.

10.09S Descabece de pilas y o pilotes de cualquier sección, de concreto hidraulico de $F_c = 350$ Kg/cm², reforzado con varilla de diferentes diametros, incluye: demolición del concreto hidraulico mediante cualquier medio mecanico y/o manual, cuidando de NO dañar el acero de refuerzo, enderezado y limpieza de la varilla ya sea en forma manual o mecánico, reparación del acero de refuerzo en su caso, retiro del suncho y/o estribos, integración del acero de refuerzo de la pila y/o pilote al armado de la cimentación, carga y acarreo del material producto de la demolición al sitio marcado por la supervisión, así como todo lo necesario para ejecución de los trabajos.

901110	Compresor de 185 PCM con 2 rompedoras	hr	6.00000	\$	156.02	\$	936.12	
C-001	Albañil + Ayudante	jor	1.16571	\$	1,091.07	\$	1,271.87	
900040	camion de volteo 14 m3	hra	0.33355	\$	375.00	\$	125.08	
901078	Retroexcavadora	hr	1.00000	\$	381.67	\$	381.67	
C-022	Operador de equipo	jor	0.12500	\$	660.91	\$	82.61	
Costo directo							\$	2,797.35
Gastos Oficina Central		5.00%				\$	139.87	
Gastos de Obra		6.65%				\$	186.02	
Subtotal						\$	3,123.24	
Financiamiento		0.16%				\$	4.48	
Subtotal						\$	3,127.71	
Utilidad, fianzas y seguros		13.18%				\$	412.23	
Precio Unitario		x	m3			\$	3,539.94	
				Tipo de cambio Dólar = \$10.567 =	USD	\$	335.00	

Trescientos treinta y Cinco Dolares Americanos 00 / 100 Dólar Americano

Tabla V.3.- Ejemplo de análisis de precios unitarios de descabece de pilas.

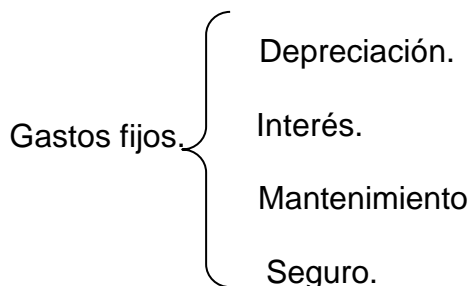
5.2. EXPLOSIÓN DE INSUMOS.

EXPLOSION DE INSUMOS						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	%
Materiales						
290002	Acero de refuerzo (cualquier diametro)	ton	733.09024	5,600.00	\$ 4,105,305.34	13.63
300100	Alambre recocido	ton	25.44276	12,000.00	\$ 305,313.12	1.01
300200	Clavo 2.5 a 4"	kg	3,124.05	13	\$ 40,612.70	0.13
300800	malla 6.6/10.10	m2	74,305.00	9.4	\$ 698,467.00	2.32
310007	Curacreto	lto	2,514.00	4.55	\$ 11,438.70	0.04
310150	elementos metalicos para embebidos en el concreto	kg	36,757.60	16	\$ 588,121.60	1.95
310200	Desmoldante	lto	4,176.40	9.65	\$ 40,302.26	0.13
320101	Cemento gris	ton	80.05428	1,515.00	\$ 121,282.23	0.4
320520	Grout NM O SIMILAR	kg	48,000.00	11.37	\$ 545,760.00	1.81
321508	membrana asfaltica similar sikatela	m2	387.2	7.5	\$ 2,904.00	0.01
321509	asfaltico TQmip	lto	176	32	\$ 5,632.00	0.02
321510	polietileno negro cal 600	m2	14,606.90	8	\$ 116,855.20	0.39
330105	Arena	m3	391.61669	140	\$ 54,826.34	0.18
330300	Material de relleno	m3	2,606.50	177	\$ 461,350.50	1.53
330700	Grava 3/4"	m3	126.59833	210	\$ 26,585.65	0.09
410100	Concreto f'c = 100 kg/cm2	m3	391.3734	638	\$ 249,696.23	0.83
410200	Concreto f'c = 200 kg/cm2	m3	353.86642	802.46	\$ 283,963.65	0.94
410250	Concreto f'c = 250 kg/cm2	m3	1,534.16	802.04	\$ 1,230,453.68	4.09
410350	Concreto f'c = 350 kg/cm2	m3	6,842.67	939.79	\$ 6,430,672.84	21.35
410410	Bombeo de concreto	m3	6,394.00	94.47	\$ 604,041.18	2.01
410411	control de temperatura en concretos	m3	6,394.00	92.13	\$ 589,079.22	1.96
410412	revenimiento en concreto, para ser bombeado	m3	6,394.00	92.61	\$ 592,148.34	1.97
440100	Flete de Equipo Pesado a Minatitlan, Ver	fle	3.9024	35,000.00	\$ 136,584.00	0.45
450150	marco y contramarco para registros	pza	112	345	\$ 38,640.00	0.13
499999	Material de consumo en instalaciones	pza	46.614	10	\$ 466.14	0
520001	Duela	Pza	7,311.13	23.5	\$ 171,811.49	0.57
520002	Barrote	pza	11,930.80	28.69	\$ 342,294.62	1.14
520004	Triplay de 16 mm	pza	860.0953	317.4	\$ 272,994.25	0.91
520005	Polin	pza	3,501.80	51.3	\$ 179,642.10	0.6
610500	Ladrillo refractario	pza	8,514.00	12.72	\$ 108,298.08	0.36
610501	mortero refractario	kg	2,724.48	8.75	\$ 23,839.20	0.08
610502	Block de Vidrio celular de .45 x .61 m	m2	1,032.00	178.75	\$ 184,470.00	0.61
610503	Pegamento para block de vidrio Celular PC88	lt	516	90.48	\$ 46,687.68	0.16
750100	Agua	m3	1,857.07	75	\$ 139,279.96	0.46
840101	Prueba de laboratorio en varilla	\$/ton	393.976	240	\$ 94,554.24	0.31
840102	Muestreo y ensaye de concreto (3 especimenes)	pza	18.2648	280	\$ 5,114.14	0.02
840103	Prueba de laboratorio en terracerias	pza	545.6	300	\$ 163,680.00	0.54
8405-1	Comidas para personal de Obra	día	20,187.10	35	\$ 706,548.41	2.35
Total de Materiales					\$ 19,719,716.09	65.47
Mano de Obra						
820002	Ayudante general	jor	3,508.29	292.97	\$ 1,027,822.89	3.41
820003	Ayudante de albañil	jor	2,865.56	296.43	\$ 849,437.67	2.82
820004	Ayudante de carpintero	jor	1,609.28	296.43	\$ 477,038.07	1.58
820005	Ayudante de Fierro	jor	3,095.92	296.43	\$ 917,724.40	3.05
820008	Ayudante de Oficial Especializado	jor	5.1	296.43	\$ 1,511.79	0.01
820012	Oficial albañil	jor	2,865.56	507.22	\$ 1,453,468.87	4.83
820014	Oficial Carpintero de Obra negra	jor	1,609.28	503.77	\$ 810,705.62	2.69
820016	Oficial fierro	jor	3,095.92	507.22	\$ 1,570,313.96	5.21
820019	Oficial Especializado	jor	5.1	507.22	\$ 2,586.82	0.01
820026	Cabo de albañileria	jor	736.47969	578.06	\$ 425,729.45	1.41
820028	Cabo de Oficios	jor	161.43772	645.45	\$ 104,199.98	0.35
820030	Chofer	jor	200.45639	413.92	\$ 82,972.91	0.28
820033	Operador de equipo pesado	jor	319.84012	533.14	\$ 170,519.56	0.57
820038	Oficial de seguridad	jor	366.16031	526.23	\$ 192,684.54	0.64
Total de Mano de Obra					\$ 8,086,716.53	26.85
Herramienta						
840001	Herramienta de mano	(%)mo	0.05	8'086,722.60	\$ 404,336.11	1.34
840002	Equipo de seguridad	(%)mo	0.1	8'086,722.60	\$ 808,672.28	2.68
840003	andamiaje y/o caballetes	(%)mo	0.001	1'187,967.78	\$ 1,187.96	0
Total de Herramienta					\$ 1,214,196.35	4.03
Equipo						
900041	Camión de volteo	hr	1,603.65	150.52	\$ 241,381.57	0.8
900790	Compactador c/Rodillo vibratorio	hr	1,807.13	248.66	\$ 449,360.29	1.49
901078	Retroexcavadora	hr	752.0093	412.71	\$ 310,361.76	1.03
901501	Revolvedora de 1 Saco	hr	365.296	40.92	\$ 14,947.91	0.05
902006	Vibrador de gasolina	hr	3,357.85	24.6	\$ 82,603.07	0.27
Total de Equipo					\$ 1,098,654.60	3.65
TOTAL DEL REPORTE					\$ 30,119,283.57	100

Tabla V.4.- Ejemplo de la explosión de insumos de la planta de azufre.

5.3. COSTO HORARIO.

1. Gastos fijos. Son aquellos que graban el costo horario del equipo, independiente que esté operando o inactivo, se clasifican en:



a). Depreciación. Es el desgaste progresivo que sufre el equipo hasta terminar su vida útil y cuyo costo de reposición será recuperado para reponerlo. Entre los factores que impactan a la depreciación son: la inflación y la obsolescencia, factores que deben estudiarse cuidadosamente para no descapitalizarse. El artículo de la ley de impuestos sobre la renta dice que la depreciación del equipo será tomando en cuenta la vida económica de la maquina de donde podemos establecer la siguiente expresión:

Depreciación = inversión / vida fiscal del equipo.

Por lo tanto:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

Donde:

D= Depreciación.

V_a = Valor de adquisición del equipo o maquinaria.

V_r = Valor de rescate.

V_e = Vida económica.

b). Inversión. El interés del capital invertido lo consideramos como la rentabilidad que produce el dinero, es decir, el dinero que produce el capital invertido por sí mismo. Formando una ecuación de este concepto tenemos:

Interés sobre capital = (inversión x interés anual) / horas normales promedio anual.

Por lo tanto

$$V_a + V_r \quad i$$

$$I = \frac{V_a + V_r}{2H_a}$$

Donde:

I = interés sobre el capital.
 V_a = valor de adquisición (maquinaria nueva).
 V_r = valor de rescate.
 H_a = horas normales promedio anuales.
 i = tasa de interés anual.

c). Mantenimiento. El mantenimiento y reparación del equipo es el gasto necesario para tener en óptimas condiciones de trabajo el equipo. Dar mantenimiento preventivo nos ahorra dinero y trabajo en la ejecución de los trabajos. Dentro de este rubro se deben considerar los gastos de refacciones y mano de obra. Es una regla considerar estos gastos como un porcentaje estadístico de la depreciación. Lo que resulta:

Mantenimiento = coeficiente x depreciación.

$$M = Q \times D$$

Donde:

M = mantenimiento y reparación.
 Q = coeficiente estadístico de mantenimiento en %.
 D = depreciación anual del equipo.

d). Seguros. Los seguros son los gastos de protección de riesgo de accidentes que el equipo provoque a terceros o así mismo como pérdida total como incendios, volcaduras, robo, etc. Este seguro se contrata con una empresa aseguradora o se deja un fondo para cubrir estos gastos administrados por la misma empresa.

Como en el caso anterior de la inversión se considera un porcentaje que corresponde a la prima anual, que es el costo del seguro entre el número de horas trabajadas al año, o sea:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2H_a} \times s$$

Donde:

S = importe del seguro.
 V_a = valor de adquisición (maquinaria nueva).
 V_r = valor de rescate.
 H_a = horas normales promedio anuales.

s= prima anual.

2. Gastos de consumo. Son aquellos para utilizar el equipo en la obra y se clasifican en:

Gastos de consumo.	}	Combustibles.
		Lubricantes.
		Llantas.
		Fletes.

a). Combustibles. Es el energético para producir el movimiento del equipo puede ser electricidad, gasolina, diesel, etc. Por lo tanto, es un elemento importante del costo de consumo.

Combustibles = consumo horario x precio del combustible.

$$E = C \times P_c.$$

Donde:

E = combustible.

C = cantidad de combustible por hora.

P_c = precio del combustible puesto en el equipo.

b). Lubricantes. Es el insumo que requiere la maquinaria para funcionar eficientemente, entonces tenemos que:

Lubricante = consumo horario x precio del lubricante.

$$L = a \times P_L.$$

Donde:

L = lubricante.

a = cantidad de lubricante por hora.

P_L = precio del lubricante puesto en el equipo.

c). Llantas. Es el componente de las maquinarias que permiten que se pueda desplazar. El desgaste es más frecuente que el resto del equipo por esa razón se considera como un costo de consumo.

$$LI = \frac{V_{LL}}{H_{LL}}$$

Donde:

LI = llantas.

V_{LL} = valor de las llantas.

H_{LL} = horas de vida útil de las llantas.

d). Fletes. Es recomendado considerar los gastos que origina el traslado del equipo desde el almacén a la obra y viceversa. Otra opción será cargar los gastos a la obra.

$$\text{Flete} = \frac{\text{Viaje ida y vuelta}}{\text{Horas de uso del equipo}}$$

$$F = \frac{2F_a}{H_u}$$

Donde:

F = flete.

F_a = costo del viaje de ida y vuelta, y los adigos; de la bodega a la obra viceversa.

H_u = horas de uso del equipo en la obra.

3. Cargos por operación. La operación es el manejo del equipo por un trabajador competente, adiestrado para usar adecuadamente una maquina, vehículo o equipo mecánico en una actividad determinada. Se deberá calcular el salario real de cada uno de los integrantes de la cuadrilla de operación compuesta generalmente por un operador y un ayudante.

$$\text{Operación} = \frac{\text{Salario real de la cuadrilla}}{\text{Horas laboradas por día}}$$

$$S = \frac{S_o}{H}$$

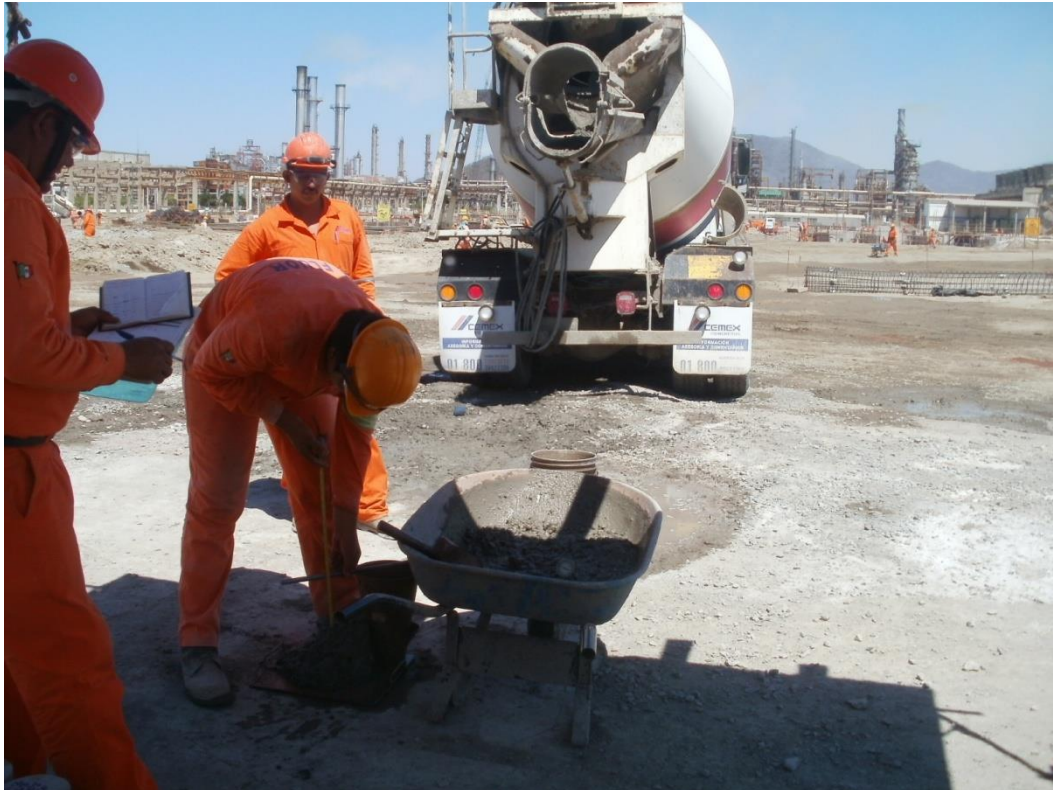
Donde:

O = operación.

S_o = suma de salarios por día incluyendo prestaciones, factor de salario real, factor de zona, etc.

H = horas efectivas de trabajo por día o por turno.

VI. CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CAMPO.



6.1. PLAN DE CALIDAD.

El propósito de este plan de calidad es definir los recursos y materiales que se aplicaran en el desarrollo del proyecto incluyendo todos los elementos del Sistema de Gestión de Calidad.

a). ALCANCE DEL PROYECTO.

El alcance del proyecto se divide en las siguientes actividades:

Ejecución de la obra civil consistente en excavaciones, rellenos, concretos, drenajes, de la planta de Azufre, correspondiente al paquete IV del proyecto de Reconfiguración de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río”, en Minatitlán, Ver.

b). ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

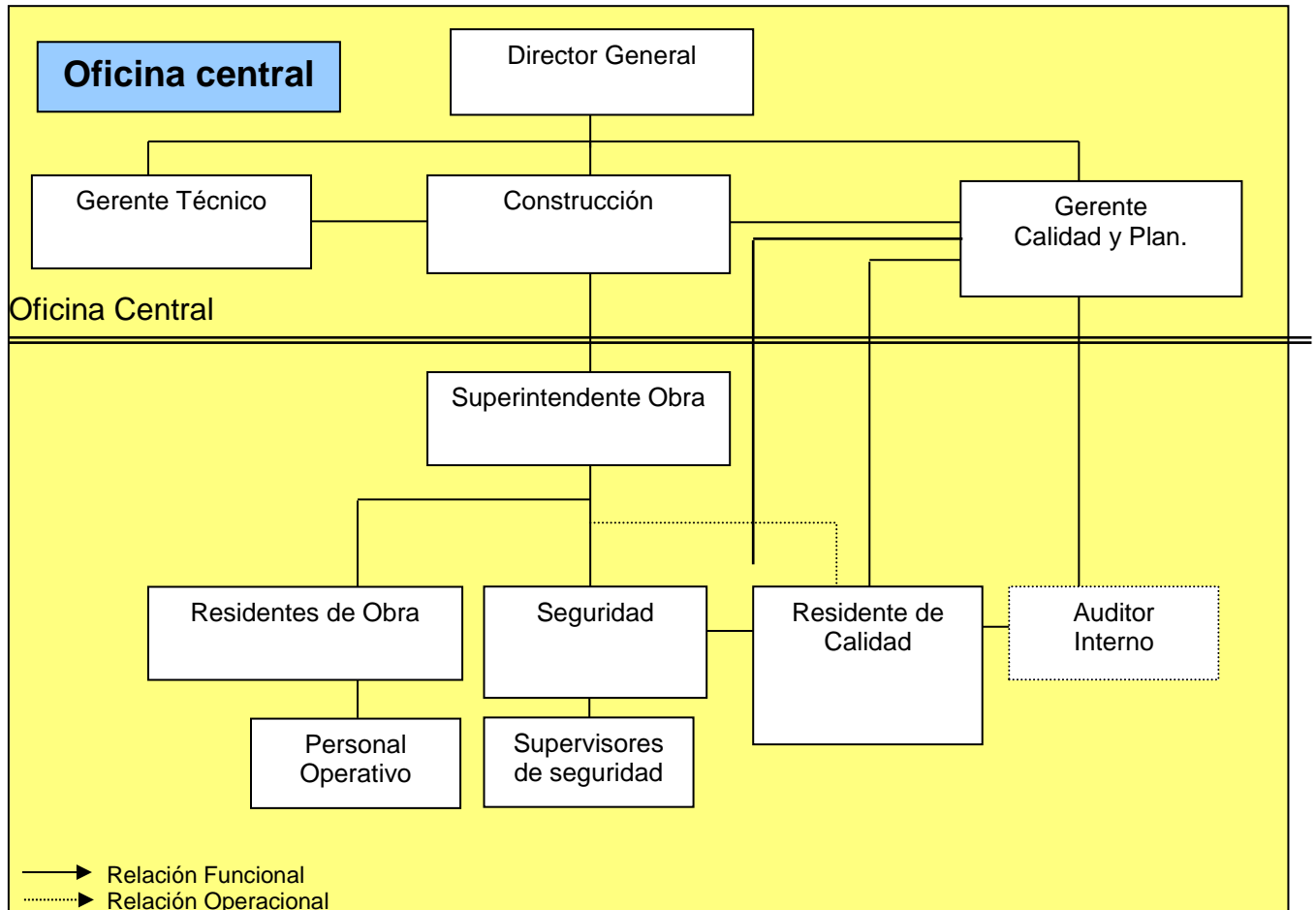
Las especificaciones y requerimientos de la obra se encuentran detallados En los contratos, incluyendo sus anexos.

c). INDICADORES DE CALIDAD DEL PROYECTO.

No se tiene definido algún indicador u objetivo diferente a los establecidos para los procesos de LA EMPRESA

d). ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES DENTRO DEL PROYECTO.

ESTRUCTURA: Para un buena ejecución de obra se debe de contar con un organigrama que defina la forma en que se tiene organizado el proyecto de acuerdo con cada una de las responsabilidades de las personas que intervienen en la ejecución del proyecto (Oficina Central y Sitio)



DISCIPLINAS Y DOCUMENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

Disciplina: Procuración Proyecto. Previa a la inicio de la obra se debe de contar con procedimientos para una mejor selección de proveedores y materiales que se suministraran en la obra, para esto se cuenta con los procedimientos enlistados a continuación:

Clave	Nombre
PP-02	Instructivo para la elaboración de la investigación de mercado.
PP-03	Procedimiento para la elección de proveedores.
PP-05	Procedimiento para la integración del presupuesto interno.
PP-06	Procedimiento para la evaluación de proveedores.
PP-08	Procedimiento para la obtención de seguros de responsabilidad civil.
PP-09	Procedimiento para el pedido de materiales.
PP-13	Procedimiento para la elección y contratación de proveedores.

Disciplina: Construcción Civil. Para asegurar una buena calidad y control de cada una de las actividades del proyecto se cuentan con los siguientes procedimientos de ejecución de obra

Clave	Nombre
CC-01	Procedimiento de compactación dinámica
CC-02	Procedimiento de excavaciones
CC-03	Procedimiento de fabricación de pilas de concreto armado
CC-04	Procedimiento para el almacenamiento, habilitado y colocación de acero de refuerzo.
CC-05	Procedimiento de fabricación de cimbra y obra falsa
CC-06	Procedimiento para la colocación y post-colocación de concreto.
CC-07	Procedimiento de drenaje pluvial, aceitoso y químico
CC-08	Procedimiento para el relleno compactado.
CC-09	Procedimiento para terracerías y pavimentos

Disciplina: Construcción administración de obra. De la misma manera se debe llevar un buen control en la administración de la obra para lo cual también existen procedimientos documentados que se deben de acatar durante el desarrollo de la obra, se enlistan a continuación.

Clave	Nombre
CAO-01	Procedimiento para el inicio de obra.
CAO-02	Procedimiento para el control presupuestal.
CAO-03	Procedimiento para la revisión y autorización de estimaciones.
CAO-05	Procedimiento para el finiquito de subcontratistas.
CAO-06	Procedimiento para los trabajos extras de subcontratistas.
CAO-07	Procedimiento para la elaboración de estimaciones al cliente.
CAO-08	Instructivo para el reporte de tiempos del personal.
CAO-09	Instructivo para el reporte de avance semanal de obra.
CAO-11	Procedimiento para el manejo de bitácora.
CAO-13	Procedimiento para la elaboración de programas de obra.
CAO-14	Procedimiento para la requisición de erogaciones.
CAO-16	Procedimiento para el control de almacén de obra.
CAO-17	Instructivo para la autorización de facturas de proveedores.
CAO-18	Procedimiento para trabajos extras del cliente.
CAO-19	Procedimiento para la obtención del acta de entrega de terminación de obra y Finiquito con el cliente.

Disciplina: Aseguramiento de calidad. Para asegurar la buena calidad y un buen control de la obra documentalmente existen procedimientos documentados para evidenciar el desarrollo de cada una de las actividades los cuales se enlistan a continuación:

Clave	Nombre
PSC-AC-04	Procedimiento para el control de documentos externos.
PSC-AC-05	Procedimiento para el control de documentos internos.
PSC-AC-06	Procedimiento de compras.
PSC-AC-07	Procedimiento de control de productos suministrados por el cliente.
PSC-AC-08	Procedimiento de identificación y rastreabilidad.
PSC-AC-10	Procedimiento de inspección y prueba.
PSC-AC-11	Procedimiento de inspección del equipo de control y medición.
PSC-AC-13	Procedimiento de control de no conformidad.
PSC-AC-14	Procedimiento de acciones correctivas.
PSC-AC-15	Procedimiento de acciones preventivas.
PSC-AC-16	Procedimiento de manejo y almacenamiento.
PSC-AC-20	Procedimiento de administración de recursos humanos.
PSC-AC-24	Procedimiento de servicio y satisfacción del cliente.

Disciplina: Seguridad. La seguridad de todos las personas que intervienen en el proyecto es primero por tal razón se cuenta con procedimientos aplicables en cada una de las actividades para minimizar riesgos en los trabajadores y se enlistan a continuación.

Clave	Nombre
S-01	Manual de seguridad e higiene
S-02	Procedimiento para la autorización de alto riesgo
S-04	Procedimiento para la supervisión de seguridad en obra
S-05	Procedimiento de asignación de tareas seguras
S-07	Procedimiento de seguridad den almacén de obra
S-08	Procedimiento de condiciones de higiene del proyecto

f). REGISTROS DE CALIDAD DEL PROYECTO.

Los registros de calidad que se generan de las actividades desarrolladas en El proyecto corresponden a aquellos definidos en los procedimientos; en caso de que el cliente así lo requiera, se utilizaran los formatos que ellos definan.

g). VERIFICACIÓN DE MATERIALES SUMINISTRADOS Y PRODUCTOS DESARROLLADOS.

MATERIALES: Se deberá llevar registro y control de todos los materiales de obra

Material	Especificaciones del material	Suministrado por	Etapas de Verificación	Tipo de Verificación	Registro	Registro Propiedad de
Concreto	Según planos	Empresa	Al recibo	Documental	Remisión	MT
Acero de refuerzo	Según planos	Empresa	Al recibo	Documental	Remisión o Certificado de Calidad	MT

PRODUCTOS: Como disciplina esta etapa de construcción corresponde a Obra civil

Producto	Especificación	Tipo de Verificación	Registro	Registro Propiedad de
Obra civil.	Según planos	Física	Listas de verificación	EMPRESA

h). RECURSOS.

MATERIALES Y HUMANOS:

Todos los productos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto, así como el recurso humano, serán proporcionados por la .empresa

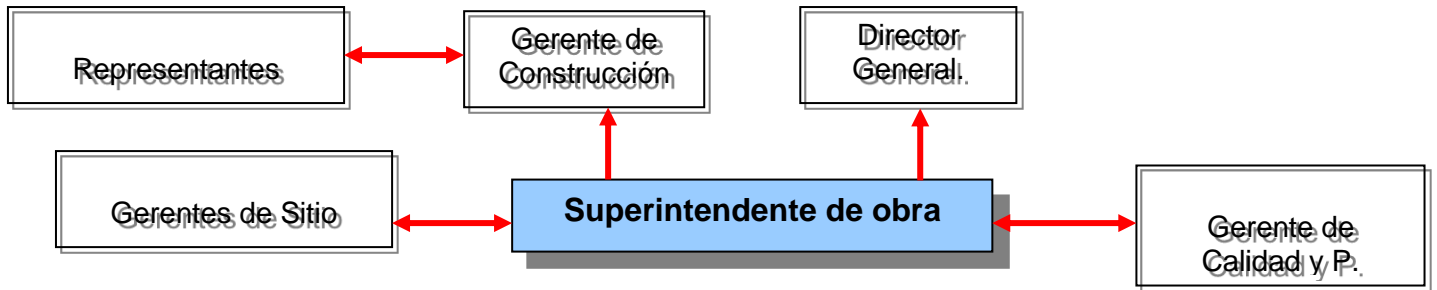
INFRAESTRUCTURA:

Los equipos necesarios para el desarrollo de la obra serán los provistos por la empresa, en los programas de equipo para la construcción y el checklist correspondiente se relacionan los equipos que se utilizaran en el proyecto.

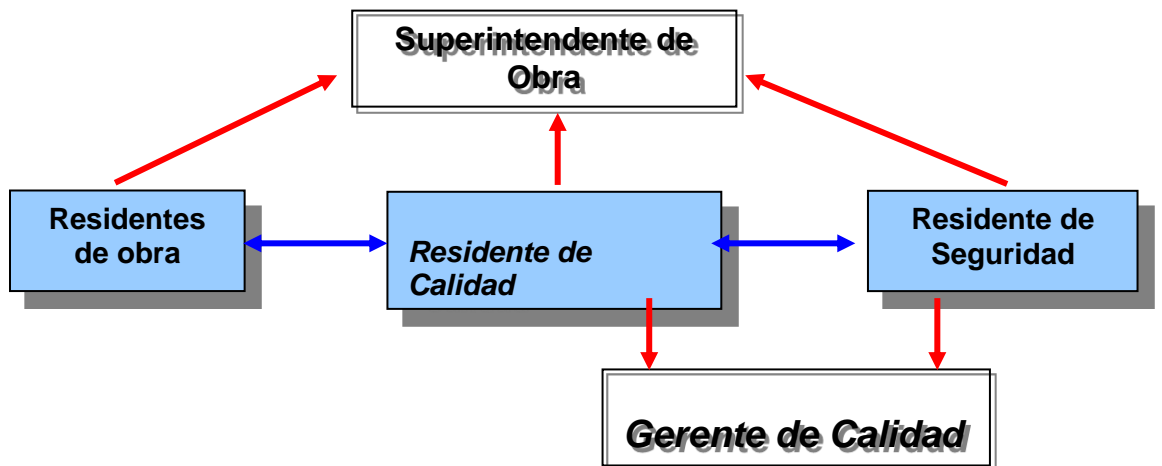
i). COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE:

Cualquier situación que se presente durante el desarrollo del proyecto (dudas, quejas, solicitudes, etc.) será comunicada a LA EMPRESA a través del Superintendente de Obra, ya sea por medio de escritos o en reuniones de trabajo.

SUPERINTENDENTE DE OBRA



Residentes del proyecto:



Líneas de reporte : → (red arrow)
 Líneas de comunicación : ↔ (blue double arrow)

6.2. NORMAS Y ESPECIFICACIONES.

La ingeniería, la procura, la construcción, las pruebas y puesta en marcha, y en general todo el proceso del proyecto deben cumplir con las Especificaciones y Normas indicadas a continuación.

En apego a lo dispuesto en el artículo 67 de la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN), y a las características de la industria petrolera nacional, se han indicado para su aplicación. “Especificaciones de PEMEX”, las cuales están en proceso de acreditación como “Normas de Referencia” (NRF). Derivadas de estas especificaciones se han generado documentos técnicos llamados “Especificaciones Particulares del Proyecto” que tienen aplicación específica para la descripción y definición de equipos o sistemas, dirigidos a la procura de los mismos.

Tanto en las NRF como en las Especificaciones de PEMEX y en las Especificaciones Particulares del Proyecto, se citan como requerimiento la aplicación de Normas, Códigos y Estándares Extranjeros, los cuales son de cumplimiento obligatorio, y aplicables específicamente en la sección correspondiente al tema tratado en el propio documento. En las NRF, en cada caso que se mencionan esas Normas, Códigos y estándares Extranjeros, se tiene la leyenda “o equivalente”, que significa lo siguiente:

- a). Las normas, Códigos y Estándares Extranjeros “equivalentes” deben cumplir o ser superiores a las propiedades mecánicas, físicas, químicas, seguridad, protección ambiental, de diseño y de operación establecidas en las NRF, en las Especificaciones de PEMEX, en las Especificaciones Particulares del Proyecto y en las Normas, Códigos y Estándares Extranjeros ahí referenciados.
- b). No se aceptan como equivalentes las Normas, Códigos, Estándares Extranjeros o Normas Mexicanas, que tengan requerimientos menores a los solicitados por PEMEX en sus documentos, por ejemplo: menores espesores, menores factores de seguridad, menores presiones y/o temperaturas, menores niveles de aislamiento eléctrico, menores propiedades a la temperatura, mayor emisión de humos y características constructivas de los conductores eléctricos, menores capacidades, eficiencias, características operativas, propiedades físicas, químicas y mecánicas, etc., de equipos y de materiales, y todos los casos similares que se puedan presentar en cualquier especialidad dentro del proyecto.

6.2.1. DEFINICIONES.

Norma Oficial Mexicana (NOM): Regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la LFMN, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones, aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Norma Mexicana (NMX) Aquella que elabora un organismo de Normalización o la Secretaría de Economía, en los términos de la LFMN: Este tipo de Norma prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Las NMX listadas en este anexo, son de aplicación obligatoria para este proyecto.

Norma o Lineamiento Internacional (NI): La norma, lineamiento o documento Normativo que emite un organismo internacional de Normalización u otro organismo Internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.

Para las plantas industriales existen las Normas ISO e IEC.

Norma de Referencia (NRF): Son aquellas elaboradas por las entidades de la Administración Pública Federal, conforme a las cuales adquieran, arrenden o contraten bienes o servicios, cuando las Normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas, o bien las especificaciones contenidas en dichas Normas se consideren inaplicables u obsoletas.

Norma o Lineamiento Extranjero (NE): Regulación técnica que expide el gobierno de otro país, o bien, sus Organismos Nacionales de Normalización, y cuya aplicación es de carácter local.

No está reconocido por el gobierno de México en los términos del derecho internacional. Por ejemplo: DIN, JIS, ASME, API, ASTM, NEMA y otros similares.

Especificación: Descripción de las características que debe reunir una instalación, material, equipo, producto o servicio, relativas a su diseño, construcción, operación, mantenimiento, composición uso o desempeño.

Código: Conjunto de procedimientos de ingeniería que sirven para el diseño, fabricación o construcción de sistemas, equipo, materiales, etc., y que son necesarios para asegurar que se utilice el mismo criterio para condiciones similares.

Estándar: Documento que establece parámetros tales como las características físicoquímicas y mecánicas de los materiales, valores y rangos de aplicación en el diseño y fabricación de equipo, instalaciones o sistemas de una planta.

Acreditación: Es el acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los Organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad.

Dependencia: Las Secretarías de Estado de la Administración Pública Federal Centralizada, los Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica.

Entidad: Organismos descentralizados, las empresas de participación estatal, las instituciones nacionales de crédito, las organizaciones auxiliares nacionales de crédito, las Instituciones nacionales de seguros y fianzas y fideicomisos de la Administración Pública Federal/Paraestatal.

Evaluación de la conformidad: Es la determinación del grado de cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas o la conformidad con las Normas Mexicanas, las Normas Internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende entre otros, los Procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

6.2.2. NORMAS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES.

NMX-C-083-ONNCCE-2002	Concreto-determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
NMX-C-111-1988	Concreto-agregados-especificaciones.
NMX-C-117-1978	Aditivos estabilizadores de volumen del concreto.
NMX-C-122-1982	Agua para concreto.
NMX-C-155-1987	Concreto hidráulico- especificaciones.
NMX-C-156-1997-ONNCCE	Concreto-determinación del revenimiento en el concreto fresco.
NMX-C158-1987	Concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico.
NMX-C-159-1985	Concreto-elaboración y curado en el laboratorio de especímenes.
NMX-C-160-1987	Concreto-elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
NMX-C-255-1988	Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto.
NMX-C-299-1987	Concreto estructural-agregados ligeros-

	especificaciones.
NMX-C-407-ONNCCE-2001	Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-006-1988).
NMX-C-431-ONNCCE-2002	Geotecnia-cimentaciones-toma de muestra alterada e inalterada-métodos de prueba.

6.2.3. ESPECIFICACIONES DE PEMEX.

2.115.02 (1974)	Diseño de cimentaciones para estructuras esbeltas.
2.115.03 (1974)	Análisis y diseño de cimentaciones para maquinaria.
2.143.01 (2.332.01)(1985)	Drenajes en zonas industriales.
2.425.01 (1991)	Sistemas de Tuberías en plantas industriales.
3.120.00 (1985)	Terracerías (incluye la 3.120.01 y de la 3.121.01 a la 3.121.07).
3.123.01 (3.220.01, 3.220.02) (1988)	Bases, sub-bases y revestimientos.
3.123.03 (1991)	Pavimentos de concreto.
3.133.01 (1976)	Construcción de estructuras de acero.
3.135.01 (3.112.04) (1985)	Cimbras de concreto.
3.135.02 (1986)	Elaboración y control de concreto.
3.135.03 (1991)	Acero de refuerzo en estructuras de concreto.
3.137.13.13 (1987)	El concreto en clima caliente.
3.143.01 (1991)	Drenajes en plantas industriales.
3.151.04 (1991)	Sistemas de impermeabilización.
4.137.05 (1990)	Aditivos para concreto.
4.137.10 (1986)	Concreto premezclado.
5.214.02 (1976)	Pruebas de compactación (mecánica de suelos).
NO.02.0.03 (1987)	Cascos de protección para la cabeza.
NO.02.0.04 (GI-4) (1971)	Equipo de protección a los ojos y la cara
NO.02.0.13 (1990)	Guantes de cuero para trabajos generales.
NO.02.0.14 (1991)	Calzado impermeable para uso industrial.
NO.09.0.05	Señalización de seguridad.

6.2.5. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.

Las siguientes normas y especificaciones deben ser utilizadas por el Contratista para entender la forma en que PEMEX opera, mantiene, e inspecciona sus instalaciones, y tomarlas en cuenta en el diseño y construcción, para facilitar la entrega y recepción correspondientes.

La aplicación de las Normas y especificaciones no invalida o contradice la aplicación de las Normas Nacionales e Internacionales.

6.3. REGISTROS Y PRUEBAS DE CAMPO.

6.3.1. PRUEBAS DE COMPACTACIÓN.

La compactación consiste en aplicar, mediante equipo especial, cargas transitorias de corta duración sobre una capa de suelo que contiene cierta cantidad de agua.

Se sabe que para una cierta energía de compactación existe un contenido de agua denominado óptimo, para el cual se obtienen las mejores propiedades tanto mecánicas como hidráulicas. Para determinar ese contenido óptimo se hace una prueba en el laboratorio para determinar una curva llamada de compactación, con la que se relacionan los pesos volumétricos secos de un espécimen compactado (con una determinada energía de compactación) y los contenidos de agua del mismo con que se hicieron las pruebas. El contenido de agua óptimo corresponde al peso volumétrico seco máximo.

Se han definido algunas pruebas patrón para laboratorio, con un cierto tipo de compactación y una determinada energía de compactación y esas pruebas se realizan para todos los casos. Lo anterior obviamente no es racional, pues debe existir una estrecha similitud de energías de compactación hechas en el laboratorio con energías de compactación diferente de la usada en el campo. El método de compactación de laboratorio necesariamente debe ser semejante al usado en el campo.

Existen dos tipos de pruebas de laboratorio que pueden hacerse compatibles con los métodos de compactación de campo sobre suelos no granulares: la prueba de compactación por impactos (proctor estándar y proctor modificada) y la prueba por amasado (harvard miniatura). En ambos casos pueden realizarse sobre los especímenes compactados (con un cierto tipo de compactación, energía y contenido de agua) pruebas mecánicas y/o hidráulicas.

Como ya se dijo, en los procedimientos de pruebas estandarizados se aplican a los especímenes una energía específica por unidad de volumen y entonces, será necesario revisar si esa energía aplicada es compatible con el equipo de compactación empleado en el campo; si no fuera así, deberá diseñarse la prueba de compactación de laboratorio adecuada.

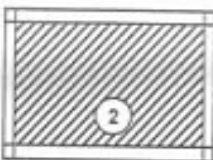
NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-166 Y ASSTHO-T-99,180 Y 191

INFORME DE COMPACTACIONES

OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO".		N° REPORTE: 64					
COMPANIA:				LOCALIZACION: REACTOR 23-401			
CONTRATO:							
LUGAR: PLANTA AZUFRE PQ. 4				FECHA:			

CALA (Prueba No.)	CAPA	Ys OPTIMO		W OPTIMO		COMPACTACION EN %	ESPESOR DE CAPA EN CM.
		Kg/ M3	%	Ys SITIO Kg/M3	W SITIO %		
2	1ra.	1832	13.1	1695	13.0	92.5	20.0

CROQUIS DE LOCALIZACION



REACTOR 23-401

OBSERVACIONES

LOS RESULTADO SOSTENIDOS CUMPLEN CON EL % MINIMO SOLICITADO 90 % MINIMO

SE RECOMIENDA HUMEDECER EL AREA LIBERADA HASTA COLOCAR LA SIGUIENTE CAPA.

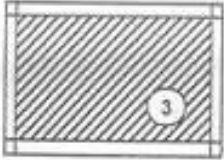
<p style="text-align: center;">EL LABORATORISTA</p> <p style="text-align: center;">Nombre y firma</p>	<p style="text-align: center;">REPRESENTANTE DEL CLIENTE</p> <p style="text-align: center;">Nombre y firma</p>
--	---

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A PRUEBA.

COMP-64

Fig. 6.1.-Reporte de compactación en cimentaciones con material producto de excavación relleno en capas de 20 cm.

NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-166 Y ASSTHD-T-99,180 Y 191

INFORME DE COMPACTACIONES								
OBRA:		RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO"				N° REPORTE:		55
COMPANIA:		LOCALIZACION: REACTOR 23-401						
CONTRATO:								
LUGAR:		PLANTA AZUFRE PQ. 4			FECHA:			
CALA (Prueba No.)	CAPA	Y _s OPTIMO		W OPTIMO		COMPACTACION EN %	ESPESOR DE CAPA EN CM.	
		Kg/ M3	%	Kg/M3	%			
3	2da.	1740	15.0	1623	13.6	93.3	20.0	
CROQUIS DE LOCALIZACION				OBSERVACIONES				
 <p style="text-align: center;">REACTOR 23-401</p>				LOS RESULTADO SOBRETENDIDOS CUMPLEN CON EL % MINIMO SOLICITADO 90 % MINIMO				
				SE RECOMIENDA HUMEDECER EL AREA LIBERADA HASTA COLOCAR LA SIGUIENTE CAPA.				
EL LABORATORISTA		REPRESENTANTE DEL CLIENTE						
Nombre y firma		Nombre y firma		Nombre y firma		Nombre y firma		

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A PRUEBA.

COMP-55

Fig. 6.2.-Reporte de compactación en cimentaciones con material producto de excavación relleno en capas de 20 cm.

NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-166 Y ASTM D-1557, 180 Y 191

INFORME DE COMPACTACIONES

OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO" Nº REPORTE: 492
 COMPAÑIA: LOCALIZACIÓN: PAVIMENTOS AREAS DE ACCESO
 CONTRATO: (N-421.253 - 423.933) (E-424.000 - E-455.400)
 LUGAR: PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE. FECHA:

CALA (Prueba No.)	CAPA	RESULTADOS LABORATORIO		RESULTADOS CAMPO		COMPACTACION EN %	ESPESOR DE CAPA EN CM.
		Ys OPTIMO Kg/ M3	W OPTIMO %	Ys SITIO Kg/M3	W SITIO %		
935	SUB RASANTE	1713	11.1	1566	10.6	91.4	30.0
936	SUB RASANTE	1713	11.1	1555	10.8	90.8	30.0

CROQUIS DE LOCALIZACION

OBSERVACIONES

LOS VALORES OBTENIDOS CUMPLEN CON LA COMPACTACION REQUERIDA 90% MINIMO.

EL LABORATORISTA

Nombre y firma

REVISOR

Nombre y firma

REPRESENTANTE DEL CLIENTE

Nombre y firma

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A PRUEBA.

Fig.6.3.- Reporte de compactación de sub-rasante en área de vialidad para la construcción de pavimento.

NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-166 Y ASTM-T-99,180 Y 191

INFORME DE COMPACTACIONES

OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO"		N° REPORTE: 483					
COMPANIA:		LOCALIZACION: PAVIMENTOS AREAS DE ACCESO					
CONTRATO:		(N-421.253 - 423.933) (E-424.000 - E-455.400)					
LUGAR: PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE		FECHA:					

CALA (Prueba No.)	CAPA	RESULTADOS LABORATORIO		RESULTADOS CAMPO		COMPACTACION EN %	ESPESOR DE CAPA EN CM.
		Ys OPTIMO Kg/ M3	W OPTIMO %	Ys SITIO Kg/M3	W SITIO %		
937	SUB BASE	2078	10.4	1997	10.0	96.1	25.0
938	SUB BASE	2078	10.4	1980	10.0	95.3	25.0

CROQUIS DE LOCALIZACION

OBSERVACIONES

LOS VALORES OBTENIDOS CUMPLEN CON LA COMPACTACION REQUERIDA 95% MINIMO.

EL LABORATORISTA <hr/> Nombre y firma	REVISO <hr/> Nombre y firma	REPRESENTANTE DEL CLIENTE <hr/> Nombre y firma
--	--	---

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A PRUEBA

Fig. 6.4.- Reporte de compactación de sub-base en área de vialidad para la construcción de pavimento

6.3.2. PRUEBAS EN EL ACERO.

El acero de refuerzo que se utilizara en el proyecto serán varillas corrugadas de acero torcidas en frío, para refuerzo en concreto, procedente de lingote, con límites de fluencia mínimos de 412,900 N/mm² (42, 50 y 60 Kg/mm²).

Todo el acero será muestreado para realizar pruebas de tensión, doblado y de corrugaciones. Las probetas para la prueba de tensión deben ser de sección completa en su estado final. Las determinaciones de los esfuerzos unitarios de las probetas de sección completa, deben basarse en las áreas de las secciones transversales indicadas en la norma NOM-B-294. (Ver Fotografía 6.5, fig. 6.6. y 6.7).

Debe hacerse una prueba de tensión y una de doblado de cada colada de acero, con las varillas terminadas del mayor diámetro. Sin embargo, si el material de una colada difiere en tres o más números de designación, debe hacerse una prueba de tensión y una de doblado de las varillas terminadas de mayor y menor número de designación.

Si cualquier probeta presenta defectos superficiales, puede descartarse y sustituirse por otra.

Si el porcentaje de alargamiento de cualquier probeta para la prueba de tensión es menor del especificado en la norma NMXB-294-1896, y además, una parte de la fractura se presenta fuera del tercio medio de la longitud calibrada, como se indica por las marcas de la probeta antes de la prueba, se permite repetir la prueba; para poder demostrar que se cumple con la norma, se deben probar varillas representativas, seleccionando una varilla por cada 10 000 Kg. (10 ton) o fracción de cada lote.

Además se deberá determinar las características dimensionales de las muestras, efectuando mediciones en puntos seleccionados sobre una varilla por cada 10 000 Kg. (10 ton) o fracción, contenidas en un lote.

Para determinar el límite de fluencia del acero este debe determinarse por el método de extensión bajo carga, o por el método de deformación permanente especificado (offset), indicado en la norma mexicana NOM-B-310. En caso de usar el método de deformación permanente especificado (offset), se debe usar el valor de 0.2 % para trazar la línea paralela a la rama recta de la grafica de carga-deformación, de acuerdo con la norma citada.

La prueba de doblado se debe efectuar conforme a lo indicado en la norma NOM-B-120, empleando probetas de suficiente longitud para asegurar un doblado libre, y el dispositivo para la prueba debe cumplir con lo siguiente:

- a). Una aplicación continua y uniforme de la fuerza durante toda la operación de doblado.

- b). Movimiento sin restricción de la probeta en los puntos de contacto con el dispositivo de doblado.
- c). La probeta debe estar en contacto con el mandril durante toda la operación de doblado.

Para determinar la separación, o espaciamiento promedio de las corrugaciones transversales, debe determinarse dividiendo una longitud medida en la probeta, entre el número de corrugaciones individuales y fracción de corrugaciones, en cualquier lado de la probeta. La uniformidad de la separación entre las corrugaciones transversales de un lado de las varillas, debe considerarse en corrugaciones de la misma dirección. La medición del espaciamiento debe efectuarse sobre una zona de la varilla que no contenga marcas, letras o números. En el caso de varillas con corrugaciones transversales en dos direcciones, en el mismo lado de la varilla, el espaciamiento o la distancia entre corrugaciones transversales debe calcularse dividiendo una longitud medida en la probeta, entre el número de corrugaciones que existen en ese lado de la probeta y en esa longitud, independientemente de su dirección.

La altura promedio de las corrugaciones debe determinarse a partir de mediciones realizadas en no menos de dos corrugaciones típicas; las determinaciones deben basarse en 3 mediciones por corrugación, una en el centro de la longitud y las otras dos en puntos a la tercera parte de la longitud total. Para llevar a cabo las mediciones de las corrugaciones se debe emplear un flexometro, con aproximación de 1 mm y un vernier, con aproximación de 0.1 mm.



Fotografía. 6.5.- Obtención de muestras de acero para ensayos de resistencia.

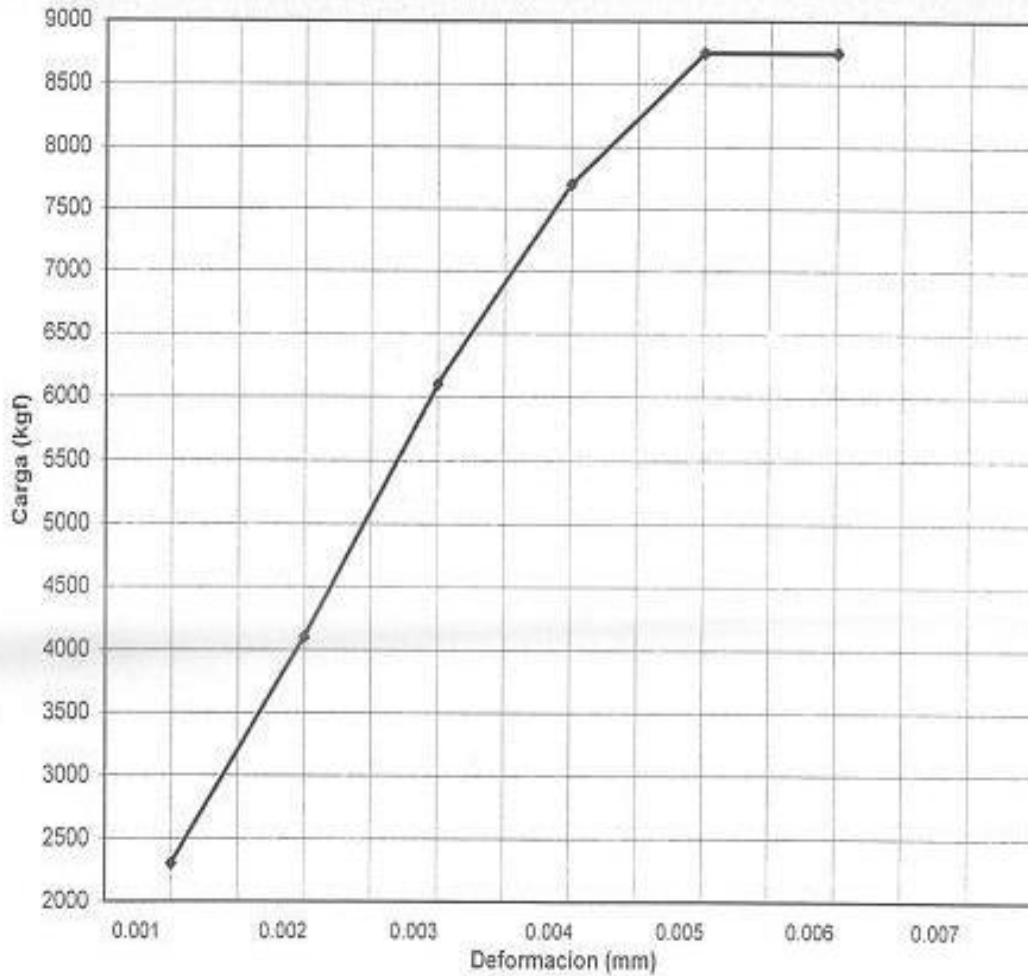
ENSAYE DE ACERO PARA REFUERZO															
FECHA MUESTREO:			FECHA ENSAYE:				DIRECCION: INTERIOR REFINERIA LAZARO CARDENAS MINATITLAN VER.								
OBRA:			RECONFIGURACION REFINERIA LAZARO CARDENAS				EMPRESA:								
							INFORME No 01								
N° DE MTA.	DIAMETRO EN PULG.	PESO UNITARIO kg/m	CORRUGACIONES				AREA EN cm2	CARGA DE RUPTURA kgf	ESFUERZO DE RUPTURA kgf/cm2	CARGA DE FLUENCIA kgf	ESFUERZO DE FLUENCIA kgf/cm2	ALARGAMIENTO %	PRUEBA DE DOBLADO		
			INCLINACION GRADOS	ANCHO COST. mm	ALTURA mm.	SEPARACION mm.									
1	5/8"	1.524	55	2.1	1.10	9.8	1.94	13785	6962.1	8732	4410.1	17.5	Satisface		
NORMA		1.459 MIN		6.1 MAX	0.700 MIN	11.1 MAX			6300 MIN		4200 MIN	9 MIN	3.5d 180		
2	5/8"	1.534	55	2.2	1.10	9.8	1.96	14030	7085.9	8723	4405.6	19.0	Satisface		
NORMA		1.459 MIN		6.1 MAX	0.700 MIN	11.1 MAX			6300 MIN		4200 MIN	9 MIN	3.5d 180		
3	3/4"	2.213	55	3.4	1.40	10.2	2.82	19391	6803.9	12050	4228.1	19.5	Satisface		
NORMA		2.101 MIN		7.3 MAX	1.00 MIN	13.3 MAX			6300 MIN		4200 MIN	9 MIN	5d 180		
4	3/4"	2.221	55	3.3	1.40	10.2	2.83	19708	6915.1	12320	4322.8	20.5	Satisface		
NORMA		2.101 MIN		7.3 MAX	1.00 MIN	13.3 MAX			6300 MIN		4200 MIN	9 MIN	5d 180		
5	3/4"	2.192	55	3.3	1.30	9.9	2.80	19454	6826.0	12065	4233.3	19.5	Satisface		
NORMA		2.101 MIN		7.3 MAX	1.00 MIN	13.3 MAX			6300 MIN		4200 MIN	9 MIN	5d 180		
OBSERVACIONES:			Acero muestreado en área el día 27 de Abril del 2006.												
NORMAS OBSERVADAS: MX-C-407, 434															
LOTE: 01			VOL. TOTAL: No proporcionado				DIAMETRO		COLADA		No. ATADOS		PROBETAS		VOL.
			MARCA TALLERES Y ACEROS S.A.				5/8"		67573		No proporcionado		1		n/p
							5/8"		67390		No proporcionado		2		n/p
							3/4"		67674		No proporcionado		3		n/p
							3/4"		67675		No proporcionado		4		n/p
							3/4"		67314		No proporcionado		5		n/p
CONCLUSIONES:			LAS PROBETAS ENSAYADAS CUMPLEN CON NORMAS MEXICANAS DE ACUERDO A <u>MX-C-407-2001</u>												
JEFE DE LABORATORIO						LABORATORISTA									

Fig. 6.6.- Informe de ensaye a tensión de acero de refuerzo

FECHA:
 OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA LAZARO CARDENAS
 PAQUETE:

COLADA 67573
 DIRECCION: INTERIOR DE LA REFINERIA "GRAL.
 LAZARO CARDENAS".
 EMPRESA:

CARGA DE DEFORMACION



JEFE DE LABORATORIO

Fig. 6.7.- Grafica esfuerzo-deformación del ensaye de una probeta de acero

6.3.3. PRUEBAS EN EL CONCRETO.

Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, deben elaborarse especímenes de acuerdo con la NMX-C-160.

El número de muestras debe estar de acuerdo con lo indicado en la tabla 6.8., considera para la prueba de resistencia como mínimo dos especímenes a la edad especificada de la muestra obtenida, según la NMX-C-161.

El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se observó una deficiencia de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se tomen y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba.

No es motivo para rechazar el espécimen el que se obtenga una resistencia lo inferior a la especificada.

Para cumplir los requisitos de resistencia de esta norma con el nivel de confianza del 98% los resultados de las pruebas de resistencia deben cumplir con los requisitos que se indican. Fig. No.12, 16 y 17

Concreto Grado A.

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

- a). Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia a compresión tengan valor inferior a la resistencia especificada $f'c$. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
- b). No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia a compresión debe ser inferior a la resistencia especificada. Además, debe cumplirse con todos los promedios consecutivos de las muestras anota en la tabla 1.

Concreto Grado B.

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

- a). Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia B Contengan valores inferiores a la resistencia especificada $f'c$.

Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

- b). No más del 15 de los promedios de 3 pruebas de resistencia a compresión será inferior a la resistencia especificada.

Además, debe cumplirse con todos los promedios consecutivos de las muestras anotadas en la tabla 6.8

Para eliminar la ocurrencia de resultados excesivamente bajos, es convenientemente como valor máximo para operación de producción de concreto, una desvía estándar (s) de 3.43 MPa (35 kgf/cm²) en el caso de resistencia a la compresión.

Una planta que cubra los requisitos de operación y materiales enunciados en esta norma, obtendrá generalmente valores de s alrededor de 2,45 a 3.92 MPa (25 a 40 kgf/cm²); a medida que los valores de S sean menores, logrará con economía reducir la probabilidad de resultados bajos. Este valor S debe calcularse utilizando información de una sola clase de concreto surtida por una sola planta, con más de 100 valores de pruebas de resistencia de muestras toma das al azar por un mismo laboratorio y cubriendo un período lo más amplio posible cuando se trata del caso de productor con más de 30 valores, cuando se trata de una sola obra específica.

De acuerdo con los métodos comunes de diseño, es recomendable utilizar concreto grado A, cuando se diseñe por el método de esfuerzos de trabajo, pavimentos y usos generales y concreto grado B. cuando se diseñe por el método de resistencia última, para concreto presforzado y para estructuras especiales.

Criterio de aceptación para un número de pruebas insuficientes.

Cuando el número de pruebas es insuficiente (menos de 30), para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, todos los promedios de pruebas consecutivas posibles de resultados obtenidos, ser igual o mayor que las cantidades indicadas en la tabla (fp min).

Número de pruebas Consecutivas	Para concreto grado A resistencia a la compresión promedio en Mpa (kgf/cm ²)	Para concreto, grado B resistencia a la compresión promedio MPa (kgf/cm ²)
1	f 'c – 4.90 (f 'c – 50)	f 'c - 3.43 (f 'c - 35)
2	f 'c – 2.74 (f 'c – 28)	f 'c - 1.27 (f 'c - 13)
3	f 'c – 1.67 (f 'c – 17)	f 'c - (f 'c)
4	f 'c – 1.07 (f 'c – 11)	
5	f 'c – 0.69 (f 'c – 7)	
6	f 'c – 0.39 (f 'c -4)	
7	f 'c - (f 'c)	

Tabla 6.8.-Valores fp min.

Cada uno de estos valores se cálculo utilizando las siguientes expresiones:

$$\frac{f_p \text{ min} = f'c - s}{V_n} - t_{20} \quad \text{Para concreto grado A}$$

$$\frac{f_p \text{ min} = f'c - s}{V_n} - t_{10} \quad \text{Para concreto grado B}$$

En donde:

$f_p \text{ min}$ = Valor mínimo aceptable del promedio de pruebas consecutivas, en MPa (kgf/cm²).

$f'c$ = Resistencia a la compresión especificada en MPa (kgf/cm²),

t_{10} =1.282

t_{20} =0.842

t_1 =2.326

s = Desviación estándar para resistencia a la compresión 3.43 MPa -(35 35Kgf/cm²).

n = Número de pruebas consecutivas.

Tamaño máximo nominal del agregado.

El concreto de la muestra obtenida, como se indica en la debe pasar por las Cribas indicadas en la tabla 6.9. Ver Figura No. 6.19 y 6.20

Revenimiento.

Cuando no existan especificaciones al respecto, deben aplicarse las tolerancias indicadas en la tabla 6.10.

En caso de que el revenimiento sea inferior al límite especificado, puede el concreto si no existen dificultades para su colocación.

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Abertura nominal de la criba (mm)
50	75
40	50
25	40
20	25
13	20
10	15

Tabla 6.9.-Tamaño máximo nominal del agregado.

Revenimiento especificado en cm.	Tolerancia en cm.
Menos de 5	+ - 1.5
De 6 a 10	+ - 2.5
Más de 10	+ - 3.5

Tabla 6.10.-Revenimiento

Cuando se llegue al lugar de la obra y el revenimiento del concreto sea menor que el solicitado, incluyendo su tolerancia, el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos, mezclando adicionalmente para cumplir con. Los requisitos de uniformidad especificados (véase tabla 6.11.), para lo cual la olla o las espas deber girar 30 revoluciones adicionales como mínimo a la velocidad de mezclado. Es conveniente no llevar el revenimiento arriba del solicitado; además no debe añadirse agua a la revolvedora posteriormente.

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultados de prueba con muestras obtenidas de dos por diferentes de la descarga
1. Masa volumétrica determinada según la NMX-C-162 en kg/m ³ .	15
2. Contenido de aire en % del volumen del concreto determinado según la NMX-C-157 para concretos con aire incluido.	1
3. Revenimiento: Si el revenimiento promedio es menor de 6 cm. Si el revenimiento promedio está comprendido entre 6 y 12 cm. Si el revenimiento promedio es a 12 cm.	1.5 2.5 3.5
4. Contenido del agregado grueso retenido en la criba G 4.75 expresado en por ciento de la masa de la muestra.	6
5. Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra, expresado en % (**), determinado de acuerdo a la NMX-C-83	10

Tabla 6.11.- Tolerancias entre muestras obtenidas en dos descargas diferentes.

El revenimiento del concreto debe estar dentro de los valores permisibles, durante los primeros 30 min. Medidos a partir de que llega a la obra, a del primero y último medio metro cúbico. El período máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 min a la velocidad de agitación. En caso de que la entrega se haga en equipo no agitador

puede reducirse el tiempo de espera, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor. Fig. 6.12

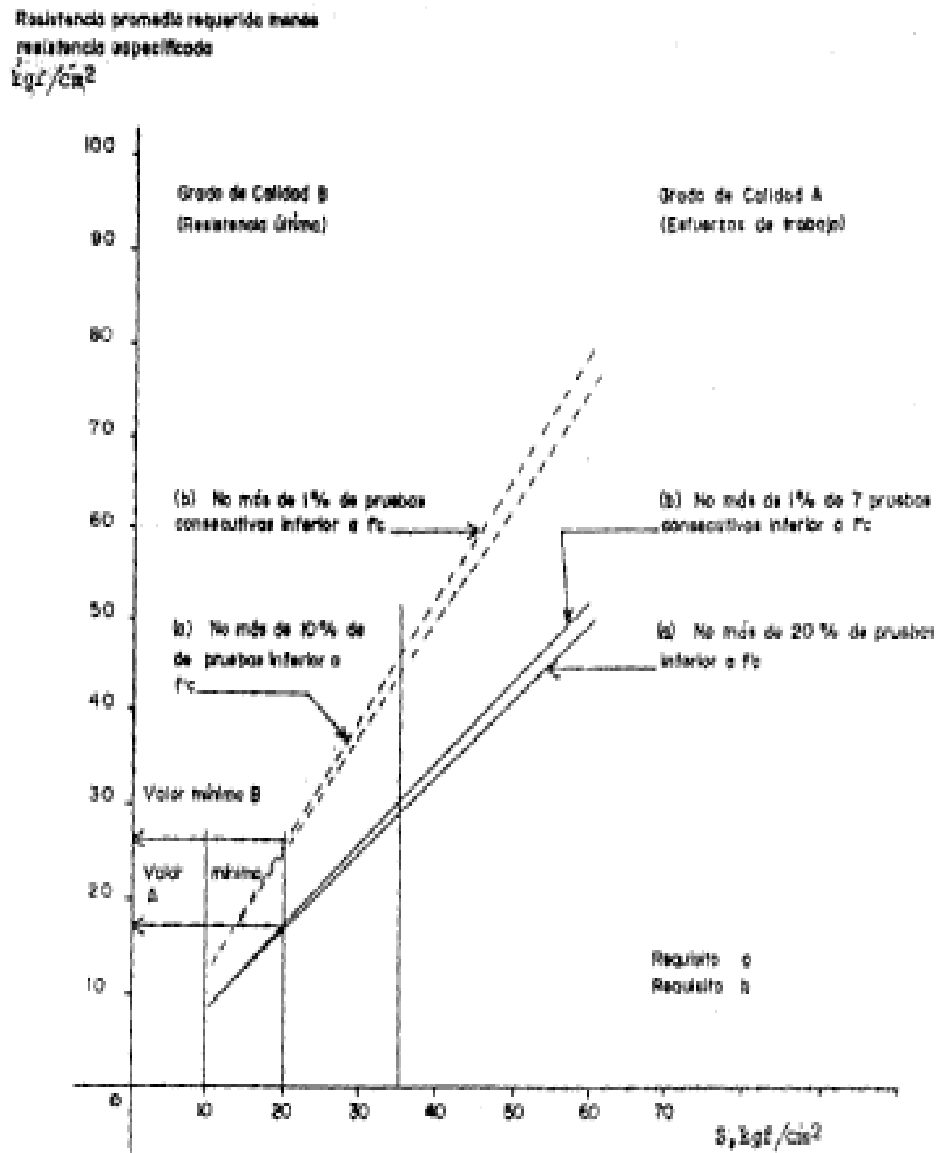


Fig. 6.12.- Resistencia promedio requerida para un resistencia especificada.

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto, debe hacerse en base a la prueba de revenimiento.

Si existe duda sobre el primer valor obtenido, puede solicitarse una segunda prueba, la que debe hacerse inmediatamente con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega, la cual es definitiva para aceptación o rechazo.

En caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de esta especificación y el consumidor se responsabiliza íntegramente de su utilización, en caso de aceptar el mismo.

La base de la medición del concreto debe ser el metro cúbico de concreto fresco, tal como se encarga en el sitio de entrega.

El volumen de una carga establecida de concreto recién mezclado, debe determinarse a partir de la masa total de los materiales de la mezcla, dividido entre la masa unitaria del concreto mismo. La masa total de la mezcla puede ser calculada, ya sea como la suma de las masas de los materiales, inclusive el agua toda la mezcla o como la masa. A tal como se entrega.

La masa unitaria debe determinarse según la NMX-C-162 y debe ser el promedio de tres determinaciones por lo menos, cada una efectuada en una muestra obtenida de diferentes entregas con el mismo equipo y operador.

Las muestras deben tomarse según el procedimiento en la NMX-C-161.

El volumen suministrado, determinado como se indicó, puede aceptarse con una tolerancia de $\pm 1\%$ en relación con la nota de pedido.

TEMPERATURA.

En el caso de climas fríos el consumidor debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la tabla 6.13.

La temperatura máxima del concreto producido con materiales calentados no debe exceder de 305 ± 1 ($32 \text{ }^\circ\text{C}$) en el momento de la producción.

Temperatura Ambiente	Temperatura mínima del concreto	
	Secciones delgadas y losas sobre pisos	Secciones gruesas y concreto masivo
$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
7 a -1	16	10
-3 a -18	18	13
Menor de -18	21	16

Tabla 6.13.-Temperaturas mínimas para la producción de concreto en climas fríos.

AIRE INCLUIDO.

El intervalo del contenido total de aire en el concreto debe fijarse por el de acuerdo con las condiciones particulares de cada obra y en función de la precisión de la prueba. Deben realizar pruebas para determinar el contenido de aire tanto preliminar, como de rutina, con el propósito de controlar durante la construcción, por lo menos en aquellas muestras en que se obtengan cilindros de concreto.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, según el tamaño máximo nominal de agregado, se recomiendan los porcentajes de contenido de aire total indicados en. La tabla 6.14.

Los contenidos de aire menores a los indicados en la tabla no mejoran la resistencia al congelamiento y deshielo. Contenidos superiores pueden reducir la resistencia a la compresión sin lograr una protección adicional.

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire recomendado (%)
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

Tabla 6.14.- Contenido de aire recomendado en el concreto para un determinado tamaño de agregado.

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto debe hacerse en base a las pruebas de contenido de aire. Si los valores del contenido de aire caen fuera de los límites especificados, debe procederse en forma análoga a lo indicado.

El productor debe facilitar la toma de muestras necesarias al comprador o al laboratorio autorizado, a fin de determinar si el concreto está produciéndose ha ocurrido con los requisitos señalados en esta norma.

Las pruebas y visitas de inspección no deben interferir en la producción.

Un muestreo para cada tipo de concreto, debe hacerse con la frecuencia indicada en la tabla 6.15., por día de colado y con el mínimo de muestras señalado para cada caso con el fin, de que resulte efectivo.

Número de entrega (Unidad mezcladora)	Número de muestras	
	Recomendado	Mínimo Obligatorio
1	1	1
2 a	2	1
4 a	3	2
5 a	5	3
9 a	7	4
10 a	9	5
25 a		
26 a		
49 a		
50 en adelante		

Tabla 6.15.-Frecuencia de muestreo

Las pruebas de contenido de aire, si el concreto es con aire incluido, deben hacerse por lo menos en aquellas entregas para pruebas de resistencia a compresión. (Ver Fotografía. 6.15)



Fotografía. 6.15.- Determinación del Contenido de Aire en Concreto Fresco.

Para la prueba de resistencia a la compresión, de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la NMX-C-16 debe hacerse, como mínimo, 2 especímenes para probar a la edad especificada.


		MUESTREO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO															
		CLIENTE: DIRECCIÓN:										REPORTE No 915 OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO" PAQUETE IV DIRECCIÓN: MUNICIPIO DE MINATITLAN VER.					
COMPAÑÍA PREMEZCLADORA				CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO SOLICITADO										FECHA DE COLADO			
		VOLUMEN (m³)	REV. DE PROY. (cm)	TMNA (mm)	RESIST. DE PROY. (kg/cm²)	TIPO DE CEMENTO		12		MAR		2007					
		40.0	14.0	20.0	350	CPO-30-R-RS-BRA		09		ABR		2007					
												FECHA DE REPORTE					
MTRA. No. / CLAVE	REMISION No.	UNIDAD	HORA SALIDA PLANTA	HORA LLEGADA OBRA	HORA TERMINO DESCARGA	VOL. (m³)	REV. MEDIDO (cm)	T°C	MTRA. No. / CLAVE	REMISION No.	UNIDAD	HORA SALIDA PLANTA	HORA LLEGADA OBRA	HORA TERMINO DESCARGA	VOL. (m³)	REV. MEDIDO (cm)	T°C
	218874618	2111	10:47	11:25	12:06	7.0	11.5	32.0		218875775	2347	13:31	14:15	14:33	4.0	14.0	30.0
MIN-915	218874653	2347	11:00	11:43	12:15	7.0	14.0	32.0									
	218875148	2363	11:15	12:00	12:35	7.0	15.0	31.0									
	218875608	2403	12:27	13:12	13:35	8.0	17.5	32.0									
MIN-916	218875667	2384	12:52	13:39	14:06	7.0	13.0	32.0									
MTRA.No. /CLAVE	ELEMENTO Y LOCALIZACIÓN		3 DIAS		7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS								
			ESPECIMEN	%	ESPECIMEN	%	ESPECIMEN	%	ESPECIMEN	PROMEDIO	%						
MIN-915	CIMENTACION DE LOS EQUIPOS T-23602 Y P-23602. A/B PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE.		273	78	371	106	N/A	N/A	508	505	144						
			501														
MIN-916			300	86	382	109	N/A	N/A	506	500	143						
								493									
NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-161, C-156, C-160, C-109, C-083																	
OBSERVACIONES:									REPRESENTANTE DEL CLIENTE EN OBRA				LABORATORISTA				
OBTENIDOS SE CONSIDERAN ACEPTABLES.									MINA-TRICO S. DE R.L. Nombre y Firma				TEC. ABISAI VELAZQUEZ BAUTISTA Nombre y Firma				
													REVISO ING. GUILLERMO GARCIA CAMACHO Nombre y Firma				
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS PROBADOS Cda. Alvaro Obregón S/No. B. Apepechoca, Tlaxcoapan Hidalgo C.P. 4295 0 Tel. 01 (778) 7370782																	

Fig. 6.16.- Reporte de ensaye de resistencia de cilindros de concreto 3, 7, 14 y 28 días de edad


 SAPS, S.C.		MUESTREO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO															
		CLIENTE: MINA- TRICO S DE R.L. DE C.V. DIRECCIÓN: MELCHOR OCAMPO 193-A PISO 8 LOCALES D-E-F COLONIA VERONICA ANZURES MEXICO D.F.					REPORTE No 1068 OBRA: RECONFIGURACION REFINERIA "LAZARO CARDENAS DEL RIO" PAQUETE IV DIRECCIÓN: MUNICIPIO DE MINATITLAN VER.										
COMPAÑÍA PREMEZCLADORA		CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO SOLICITADO										FECHA DE COLADO					
APASCO		VOLUMEN (m³)	REV. DE PROJ. (cm)	TMNA (mm)	RESIST. DE PROJ. (kg/cm²)	TIPO DE CEMENTO		14	JUNIO	2007							
		13.0	14.0	20.0	350	CPO-30R-RS-BRA		12	JULIO	2007							
FECHA DE REPORTE																	
MTRA. No. / CLAVE	REMISION No.	UNIDAD	HORA SALIDA PLANTA	HORA LLEGADA OBRA	HORA TERMINO DESCARGA	VOL. (m³)	REV. MEDIDO (cm)	T°C	MTRA. No./ CLAVE	REMISIÓN No.	UNIDAD	HORA SALIDA PLANTA	HORA LLEGADA OBRA	HORA TERMINO DESCARGA	VOL. (m³)	REV. MEDIDO (cm)	T° C
MIT-1068	219085704	2348	15:02	15:45		6.0	13.0	31.0									
MIT-1069	219085920	2111	15:57	16:45		7.0	13.5	30.0									
NORMAS OBSERVADAS: NMX-C-161, C-156, C-160, C-109, C-083																	
OBSERVACIONES:																	
EL CONCRETO CUMPLE CON LA RESISTENCIA DEL PROYECTO.										REPRESENTANTE DEL CLIENTE EN OBRA _____ MINA-TRICO S. DE R.L. Nombre y Firma				LABORATORISTA TEC. ABISAI VELAZQUEZ BAUTISTA. Nombre y Firma REVISO ING. GUILLERMO GARCIA CAMACHO Nombre y Firma			
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ELEMENTOS PROBADOS Cda. Alvaro Obregón S/No. B. Apepechoca, Tlaxcoapan Hidalgo C.P. 42950 Tel. 01 (778) 7370782																	

Fig. 6.17.- Reporte de Ensaye de Resistencia de Cilindros de Concreto 3, 7, 14 y 28 Días de Edad

CLIENTE: CONCRETOS HOLCIM-APASCO
 DOMICILIO: CONOCIDO
 CIUDAD: COATZACOALCOS
 ATENCIÓN: ING. ALFONSO GALLEGOS PEREZ
 FECHA: 28/03/2007

**PLANTA ORIZABA
 CERTIFICADO DE CALIDAD**

Enero 2007
 Cemento Portland Ordinario Clase 30 Resistencia Rápida Resistente a los Sulfatos
 y de Baja Reactividad Alkali - Agregado
 (CPO 30 R RS/BRA)

VALORES Y ESPECIFICACIONES

FÍSICAS

Estabilidad de volumen en autoclave (%):			Tiempos de Fraguado (minutos):		
	NMX-C-062	NMX-C-414		NMX-C-059	NMX-C-414
Expansión		0.80 máx.	Inicial	153	45 mín.
Contracción	-0.04	0.20 máx.	Final	248	600 máx.

QUÍMICAS

Inmersión durante 14 días en agua (%):

	NMX-C-185	NMX-C-414
Expansión	0.000	0.020 máx.

MECÁNICAS

Resistencias a la Compresión N/mm² (kg/cm²):

	NMX-C-061	NMX-C-414
3 días	23 (234)	20 mín.
*28 días	42.7 (435)	30 mín.

* Resultados mes anterior

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Resistencia a Sulfatos** (%):

	NMX-C-418	NMX-C-414
1 año	0.05	0.10 máx.

** Resultados de muestra anterior

Reactividad Alkali-agregado*** (%):

	NMX-C-180	NMX-C-414
14 días	0.00	0.02 máx.
56 días	0.01	0.06 máx.

*** Resultados de muestra anterior

El Cemento Portland Ordinario Clase 30 Resistencia Rápida Resistente a los Sulfatos y de Baja Reactividad Alkali - Agregado (CPO 30 R RS/BRA) cumple ampliamente con todas las especificaciones establecidas en la Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE vigente.

Fig.6.18.- Certificado de Calidad del Cemento CPO 30 R RS/BRA

**INFORME DE ENSAYOS
CONTROL 030-AP-01**

Fecha de emisión: Febrero 12 de 2007
Página 1 de 1

DIVISIÓN ALIMENTOS

Análisis Bacteriológico de Alimentos y Bebidas

DIVISIÓN CLÍNICOS

Análisis de Hematología, Inmunología, Electrolitos, Bacteriología, Parasitología, Exámenes especiales. Paquetes para control de personal a Empresas.

DIVISIÓN AMBIENTAL

Análisis de Aguas: Naturales, Potables y Residuales, Tratadas o Crudas. Estudios de Caracterización y Tratabilidad.

Evaluación de contaminantes: Agua, Suelo, Aire, Residuos (CRETIBs, TPHs, PCBs).

Estudios de Impacto Ambiental

Evaluación de Agentes Físicos y Químicos en Medio Ambiente Laboral

REPRESENTAMOS EN LA REGIÓN A:

IDECA, S.A. DE C.V.
Registro EMA No. AG-010-154/04

CONTROLQUIMICO NOVAMANN INTERNACIONAL S.A. DE C.V.
Registro EMA No. FRA-82-010/04.

GENERMASA, Grupo Empresarial Energía y Medio Ambiente S.A. de C.V. para proyectos de caracterización y saneamiento de suelos contaminados por hidrocarburos del petróleo.

Cliente: CONCRETOS APASCO, S.A. DE C.V.
Dirección: Carretera Coatzacoalcos-Minatitlan Km. 7.5 Col. Tierra Nueva Coatzacoalcos, Ver.

Lugar de muestreo: Pipa CMAS COATZACOALCOS
Matriz: Agua para concreto
Identificación de la (s) muestra(s): 030-AP-01 Agua de Pipa
Método de muestreo: NOM-AA-03-1980
Fecha de muestreo: Febrero 06 del 2007
Muestreado por: H&G Sertrac International, S.C.
Fecha de recepción: Febrero 06 del 2007
Observaciones:

Fecha de análisis: 06 - 12 Febrero del 2007

SERVICIO SOLICITADO: Análisis Físicoquímico a una muestra de agua de pipa que suministrara en Planta Coatzacoalcos. Fuente: CMAS-COATZACOALCOS. Proveedor: Felipe Herrera Aquino

RESULTADOS ANALÍTICOS

LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS POR LA NORMA NMX-C-122-1982 PARA CEMENTO

PARÁMETROS	MUESTRA 030-AP-01	UNIDADES	RICO EN CALCIO	SULFATO RESISTENTE	PROCEDIMIENTO ANALÍTICO
pH	6.76	pH	No < 6	No < 6.5	NMX-AA-08-SCFI-2000
Cloruros	23	mg/l	400	600	NMX-AA-73-SCFI-2001
Sulfatos	0	mg/l	3000	3500	NMX-AA-74-1981
Magnesio	26	mg/l	100	150	NMX-AA-72-SCFI-2001
Carbonatos CO3	0	mg/l	600	600	SM-17ª Ed. -2320B
Dióxido de carbono	0	mg/l	5	3	SM-17ª Ed.-4500B
Total de impurezas en solución (SDT)	267	mg/l	3500	4000	NMX-AA-34-SCFI-2001
Materia Orgánica (DQO)	0.0	mg/l	150	150	NMX-AA-30-SCFI-2001
Alcalinidad al Naranja de Metilo (Alcalinidad total)	139	mg/l	300	450	NMX-AA-36-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales	5	mg/l	2000	2000	NMX-AA-34- SCFI-2001

Nota: Los datos expresados corresponden exclusivamente a los resultados de la muestra analizada. Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización previa del Laboratorio.

Fig. 6.21.- Reporte del análisis químico del agua.

VII. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.



7.1. COMPACTACIÓN DINÁMICA.

OBJETIVO.

Este procedimiento establece el método para la mejora de las propiedades mecánicas del terreno mediante técnicas dinámicas.

ALCANCE

Comprende el método de ejecución de los trabajos de compactación dinámica y pruebas como eléctrico, penetración estándar desde la selección del equipo y registro de los resultados obtenidos en los sondeos ejecutados después de haber llevado a cabo el tratamiento.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N/A (No aplica)

DEFINICIONES.

1. Compactación dinámica: Acción de densificar el suelo mediante el impacto de una masa, repetidamente desde una cierta altura. Siendo la energía función de la masa y la altura de caída.
2. Masa golpeadora: bloque de concreto o de acero con la geometría de diseño.
3. Impacto: choque provocado por la caída de la masa golpeadora y el suelo.
4. Sectores: Área de compactar formada por varios puntos de retícula y cuyas dimensiones estarán en función de la longitud de pluma de la grúa y la superficie de la masa de golpeo.
5. Puntos de Retícula: Trazos establecidos, de los cuales serán el centro del impacto de la masa de golpeo con el suelo.
6. Sondeo de Cono Eléctrico.- Procedimiento para medir la resistencia por punta que ofrece el suelo, al ser penetrado. Sin Obtención
7. Sondeo Penetración Estándar.- Procedimiento para medir la resistencia que ofrece el suelo, al ser penetrado. Obteniendo una muestra.

ANEXOS.

1. Lista de verificación / Inspección compactación dinámica. Fig.7.3
2. Lista de verificación / Sondeo de cono eléctrico. (SCE) Fig. 7.6
3. Lista de verificación / Sondeo de penetración estándar. (SPT) Fig.7.7

4. Lista de verificación / Croquis de sondeos.

RESPONSABILIDADES.

1. El gerente de sitio es el responsable de la implementación del presente procedimiento.
2. El jefe de disciplina o su designado serán los responsables que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo al presente procedimiento.
3. El superintendente de control de calidad o su designado certificara las actividades del presente procedimiento.

PROCESO

1. Previamente a la ejecución de cualquier compactación dinámica, el residente de obra deberá de cumplir con las siguientes disposiciones:

- a). Las compactaciones se ajustaran a las especificaciones fijadas en el proyectos.
- b). Las compactaciones se ejecutaran con grúas sobre orugas con la capacidad de carga necesaria para mover de manera segura la masa golpeadora de 15 toneladas de peso a la altura especificada en proyecto.
- c). Se deberá de verificar que la localización y el trazo en las áreas a trabajar sean liberados previamente por el cliente o su representante.



Fotografía.7.1.- Trazo de un área para la ejecución de la compactación dinámica.

2. Se llevará a cabo el trazo de la retícula dividiendo el área por trataren sectores cuadrados cuyas dimensiones dependerán de la longitudde la pluma de la grúa y la

superficie de la base de la masa de golpeo, los cuales estarán compuestos por varios puntos de retícula, marcando con estacas sus vértices y obteniendo en cada uno de estos puntos la elevación del terreno original, las condiciones mínimas para la dimensiones de cada sector serán de 4 x 4 mts, considerando dimensiones de la masa de golpeo en su base de 2 x 2 mts (ver Fotografía 7.1).

3. Se dejara caer una masa con un peso de 15 ton. Repetidamente con una densidad de golpes de 1.4 golpes por m², desde una altura de 15 m. la densificación del suelo dependerá del tipo de suelo y de la energía transmitida por los impactos (ver Fotografía 7.2).

Se considera conveniente aplicar la compactación en 3 fases.

a). En la primera fase se atacará al mismo tiempo varios puntos de retícula alternados alineados en dos direcciones ortogonales, aplicando los golpes también en forma alternada, variando cada vez la posición del punto de impacto para cubrir totalmente su área hasta completar los golpes especificados por puntos de retícula.

b). En la segunda fase se atacaran puntos de retícula intermedios, distribuidos en tresbolillo con respecto a los sectores de la primera fase aplicando los golpes en forma alternada pasando de un punto de retícula a otro, variando cada vez la posición del punto de impacto para cubrir totalmente su área hasta completar los golpes especificados.

c). Finalmente, la tercera fase será la que permita cerrar el sector por tratar al atacar los puntos de retícula intermedios restantes, variando cada vez la posición del punto de impacto para cubrir totalmente su área hasta completar los golpes especificados.

4. La masa deberá de estar completamente estática, antes de provocar su descenso para garantizar el impacto en el punto localizado.

5. El proyecto deberá señalar con precisión la ubicación y separación entre puntos de impacto y el número de repeticiones que permita alcanzar los resultados de proyecto.

6. Se deberá de llevar un registro de campo que certifique que se aplicó el número de golpes especificado por sector, midiendo el asentamiento promedio que se produjo en el terreno.

7. Los huecos o cráteres provocados por los impactos en cada punto deberán ser rellenados con el material del sitio o el especificado en el proyecto. Para mantener la superficie de trabajo sensiblemente a nivel.

PRUEBAS

Una vez terminadas las áreas de compactación, se deberá de realizar la verificación de la misma hasta rebasar en 2.0 m. la profundidad de tratamiento especificada por medio de sondeos de cono eléctrico (un sondeo por cada 625 m²) y sondeos de penetración estándar (un sondeo por cada 2500 m²), cuyos resultados nos permitan comparar las variaciones de las propiedades mecánicas del suelo con respecto a los estudios iniciales.

Sondeo de cono Eléctrico

Previamente a la ejecución de cualquier sondeo de cono eléctrico el residente de obra deberá cumplir con las siguientes disposiciones: El método de cono eléctrico se hará de acuerdo a la norma ASTM D-5778-95 (Reapproved 2000), utilizando para esto una máquina adecuada a los requerimientos que cumpla con la norma mencionada.

Se deberá verificar previamente la localización por topografía en las coordenadas indicadas por el supervisor de construcción.

En la zona donde se efectuó la compactación dinámica el cono se utilizara desde la superficie hasta rebasar en 2 mts. La profundidad de mejoramiento. Se utilizará un cono alambico de 10 cm² de área con capacidad máxima de 5 toneladas, el cual transmite sus señales eléctricas a una consola digital en donde se registran manualmente las lecturas de resistencia en la punta a cada 5 cm.

Con los resultados obtenidos en esta prueba se graficará la resistencia por punta “qc” contra la profundidad.

Sondeo de Penetración Estándar

Previamente a la ejecución de cualquier prueba de penetración Estándar el residente de obra deberá cumplir con las siguientes disposiciones: El método de penetración estándar se hará de acuerdo a la norma ASTM D-1586-99, utilizando para esto una máquina adecuada a los requerimientos que cumpla con la norma mencionada.

Se deberá verificar previamente la localización por topografía en las coordenadas indicadas por el supervisor de construcción.

En la zona donde se efectuó la compactación dinámica, el muestreo de penetración estándar será continuo desde la superficie y hasta alrededor de 2.00 m por debajo de la zona tratada, el avance de la penetración se hará mediante una broca helicoidal o bien una broca triconica, estabilizando las paredes mediante lodo bentonítico.

El número de golpes se obtendrá dividiendo el penetrómetro en tramos de 6" (15 cm) cada uno, los resultados a registrar, serán la suma de los golpes necesarios para hincar el segundo y tercer tramo. El proceso de Hincado del penetrómetro consiste en dejar caer una masa de 140 libras (63.5 kg), desde una altura de 30 plg (76 cm). Los materiales extraídos dentro de penetrómetro (tubo de media caña), se le hará únicamente una clasificación manual y visual.

Se entregará un registro indicando la profundidad contra el número de golpes, así como la clasificación manual y visual que se hará en campo.



Fotografía. 7.2.- Levantamiento de masa de concreto a una altura de 15 mts.

LISTA DE VERIFICACION / INSPECCIÓN COMPACTACION DINAMICA

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	AREA RESPONSABLE DE LA EJECUCION	PROCEDIMIENTO APLICABLE
CLIENTE	PROYECTO	FECHA
IDENTIFICACION		
AREA:		
SECTOR:		
UBICACION:		
EQUIPO EMPLEADO:		

Preliminares	Especificacion	Real	Resultado	PUNTOS DE LA RETICULA																							
				1A	3A	5A	1C	3C	5C	1E	3E	5E	2B	4B	2D	4D	2A	4A	1B	3B	5B	2C	4C	1D	3D	5D	2E
Trazo																											
Nivel Inicial																											
Area de Contacto de la Masa																											
Limpieza del Area																											

Compactacion	Especificacion	Real	Resultado	PUNTOS DE LA RETICULA																							
				1A	3A	5A	1C	3C	5C	1E	3E	5E	2B	4B	2D	4D	2A	4A	1B	3B	5B	2C	4C	1D	3D	5D	2E
Peso de la Masa																											
Altura de Caída																											
Superficie por Compactar																											
Nivel Final																											
Asentamiento en Cm																											

Pruebas de Laboratorio	Especificacion	Real	Resultado	PUNTOS DE LA RETICULA																							
				1A	3A	5A	1C	3C	5C	1E	3E	5E	2B	4B	2D	4D	2A	4A	1B	3B	5B	2C	4C	1D	3D	5D	2E
Sondeos de Cono Electrico	@ 625 m2																										
Sondeos de Penetracion Estandar	@ 625 m2																										

Golpes	Especificacion	Real	Resultado	1						2						3										
				1A	3A	5A	1C	3C	5C	1E	3E	5E	2B	4B	2D	4D	2A	4A	1B	3B	5B	2C	4C	1D	3D	5D
No. de Golpes				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

RESULTADO:
 C=CUMPLE
 N/C= NO CUMPLE
 N/A= NO APLICA

1A	2A	3A	4A	5A
1	3	1	3	1
1B	2B	3B	4B	5B
3	2	3	2	3
1C	2C	3C	4C	5C
1	3	1	3	1
1D	2D	3D	4D	5D
3	2	3	2	3
1E	2E	3E	4E	5E
1	3	1	3	1

- PRIMERA FASE
- SEGUNDA FASE
- TERCERA FASE

OBSERVACIONES

TOPOGRAFIA
Nombre y Firma
CONSTRUCCION
Nombre y Firma
Control de Calidad
Nombre y Firma
Atestiguo
Nombre y Firma

Fig. 7.3.- Lista de verificación para la inspección de las actividades de compactación dinámica.

LISTA DE VERIFICACION / CROQUIS DE SONDEOS		
ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	AREA RESPONSABLE DE LA EJECUCION	PROCEDIMIENTO APLICABLE
CLIENTE:	PROYECTO:	FECHA:

CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS

<hr/> TOPOGRAFIA NOMBRE Y FIRMA	<hr/> CONSTRUCCION NOMBRE Y FIRMA	<hr/> CONTROL DE CALIDAD NOMBRE Y FIRMA	<hr/> ATESTIGUO NOMBRE Y FIRMA
------------------------------------	--------------------------------------	--	-----------------------------------

Fig. 7.4.- Lista de verificación para la localización de sondeos de cono eléctrico y penetración estándar.

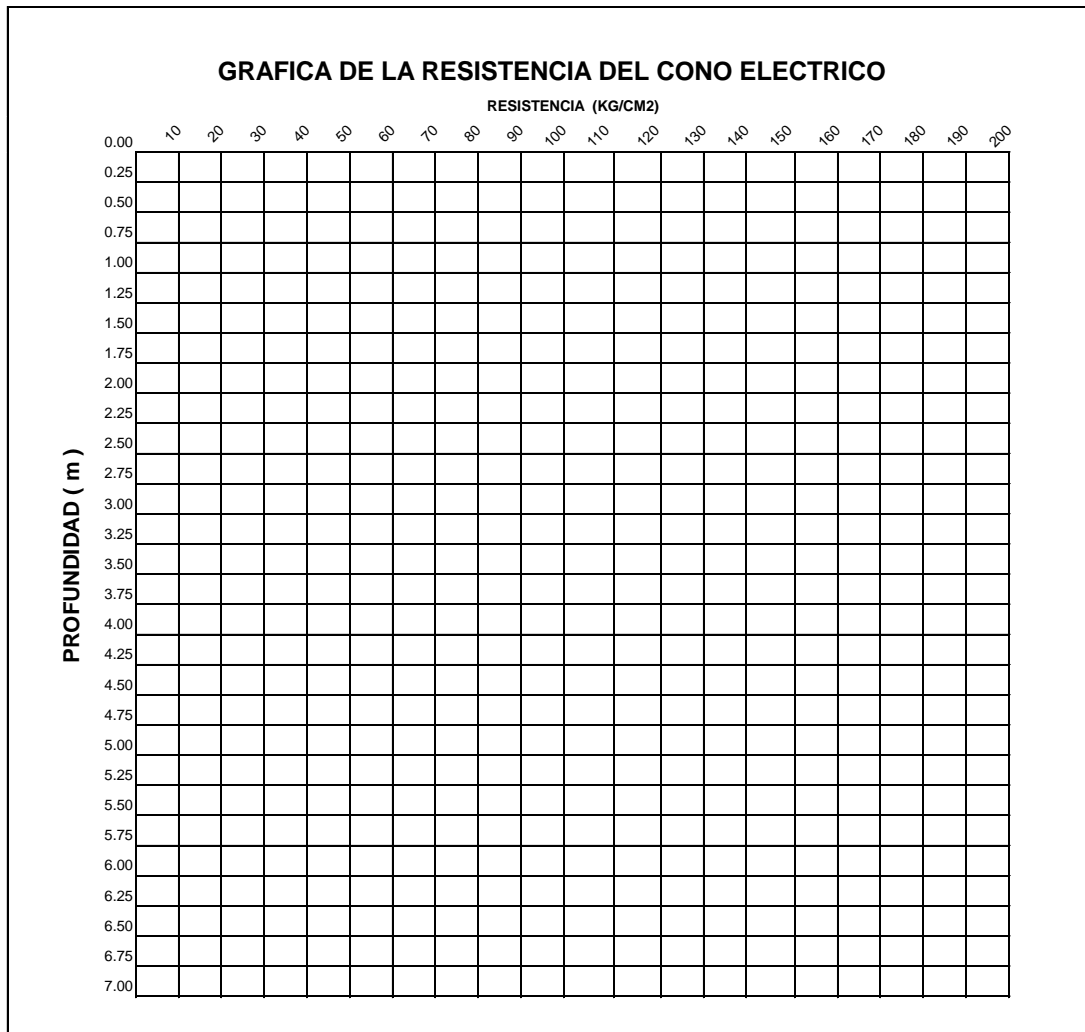
LISTA DE VERIFICACION / PRUEBA DE CONO ELECTRICO							
ACTIVIDAD A INSPECCIONAR		AREA RESPONSABLE DE LA EJECUCION			PROCEDIMIENTO APLICABLE		
CLIENTE:		PROYECTO:			FECHA:		
IDENTIFICACION							
EQUIPO EMPLEADO:				SONDEO No. _____			
VEL. PENETRACION: _____				PROFUNDIDAD: _____			
AREA: _____ ATL. _____				UBICACIÓN DEL SONDEO: _____			
CANAL DE CONSOLA: _____				_____			
FACTOR DE CONVERSION (F): _____				_____			
CARGA APLICADA= F x LEC. DE CONSOLA _____				_____			
RESISTENCIA POR PUNTA (qc)= CARGA APLICADA / AREA _____				HORA INICIO: _____ TERM.: _____			
SUPERVISOR: _____				OPERADOR: _____			
PROF. MTS	LECTURA DE LA CONSOLA (UNIDAD)	CARGA APLICADA (KG)	RESISTENCIA POR PUNTA (KG/CM2)	PROF. MTS	LECTURA DE LA CONSOLA (UNIDAD)	CARGA APLICADA (KG)	RESISTENCIA POR PUNTA (KG/CM2)
0.00				2.20			
0.05				2.25			
0.10				2.30			
0.15				2.35			
0.20				2.40			
0.25				2.45			
0.30				2.50			
0.35				2.55			
0.40				2.60			
0.45				2.65			
0.50				2.70			
0.55				2.75			
0.60				2.80			
0.65				2.85			
0.70				2.90			
0.75				2.95			
0.80				3.00			
0.85				3.05			
0.90				3.10			
0.95				3.15			
1.00				3.20			
1.05				3.25			
1.10				3.30			
1.15				3.35			
1.20				3.40			
1.25				3.45			
1.30				3.50			
1.35				3.55			
1.40				3.60			
1.45				3.65			
1.50				3.70			
1.55				3.75			
1.60				3.80			
1.65				3.85			
1.70				3.90			
1.75				3.95			
1.80				4.00			
1.85				4.05			
1.90				4.10			
1.95				4.15			
2.00				4.20			
2.05				4.25			
2.10				4.30			
2.15				4.35			

_____ TOPOGRAFIA NOMBRE Y FIRMA	_____ CONSTRUCCION NOMBRE Y FIRMA	_____ CONTROL DE CALIDAD NOMBRE Y FIRMA	_____ ATESTIGUO NOMBRE Y FIRMA
---------------------------------------	---	---	--------------------------------------

Fig. 7.5.- Lista de verificación para la prueba de cono eléctrico.

LISTA DE VERIFICACION / PRUEBA DE CONO ELECTRICO		
ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	AREA RESPONSABLE DE LA EJECUCION	PROCEDIMIENTO APLICABLE
CLIENTE:	PROYECTO:	FECHA:

IDENTIFICACION	
EQUIPO EMPLEADO:	
VEL. PENETRACION: _____	SONDEO No. _____
AREA: _____ ATL. _____	PROFUNDIDAD: _____
CANAL DE CONSOLA: _____	UBICACION DEL SONDEO: _____
FACTOR DE CONVERSION (F): _____	_____
CARGA APLICADA= $F \times \text{LEC. DE CONSOLA}$	_____
RESISTENCIA POR PUNTA (qc)= CARGA APLICADA / AREA	HORA INICIO: _____ TERM: _____
SUPERVISOR: _____	OPERADOR: _____



_____ TOPOGRAFIA NOMBRE Y FIRMA	_____ CONSTRUCCION NOMBRE Y FIRMA	_____ CONTROL DE CALIDAD NOMBRE Y FIRMA	_____ ATESTIGUO NOMBRE Y FIRMA
---------------------------------------	---	---	--------------------------------------

Fig. 7.6.- Lista de verificación para la prueba de cono eléctrico.

LISTA DE VERIFICACION / SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR						
ACTIVIDAD A INSPECCIONAR		AREA RESPONSABLE DE LA EJECUCION			PROCEDIMIENTO APLICABLE	
CLIENTE:		PROYECTO:			FECHA:	
IDENTIFICACION						
EQUIPO EMPLEADO: _____		AREA: _____			UBICACION DEL SONDEO: _____	
SONDEO No _____		HORA DE INICIO: _____			COORDENADAS DEL AREA: _____	
PROFUNDIDAD: _____		TERMINACION: _____				

	RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR					PENETRACION EST. No. DE GOLPES	N	CLASIFICACION DE CAMPO
	10	20	30	40	50			
0.00								
0.90								
1.80								
2.70								
3.60								
4.50								
5.40								
6.30								
7.20								


 GRAVA


 ARENA


 ARCILLA


 LIMO


 RELLENO


 ROCA

N = NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 30 CM
 G = GRAVA
 S = ARENA
 F = FINOS
 PH = PESO DE HERRAMIENTA
 NR = NO RECUPERO MUESTRA
 * = AVANCE CON BROCA TRICONICA
 > = MAYOR DE 50 GOLPES
 N.T = NIVEL DE TERRENO
 N.A.F = NIVEL DE AGUAS FREATICAS

TOPOGRAFIA
NOMBRE Y FIRMA

CONSTRUCCION
NOMBRE Y FIRMA

CONTROL DE CALIDAD
NOMBRE Y FIRMA

ATESTIGUO
NOMBRE Y FIRMA

Fig. 7.7.- lista de verificación para el sondeo de penetración estándar.

7.2. FABRICACIÓN DE PILAS.

OBJETIVO.

1. Definir los lineamientos básicos para la fabricación de pilas de concreto, coladas en Sitio.
2. Realizar pruebas de carga en pilas con diferentes condiciones de carga: a compresión axial, a tensión y lateral.

ALCANCE.

1. Este procedimiento comprende todas las actividades necesarias para la fabricación de las pilas de concreto que se colarán en el lugar, en una perforación previa, empleando el sistema convencional de tubería Tremie ó ademes metálicos recuperables.
2. Definir la capacidad de carga de pilas en las condiciones siguientes: Carga axial, tensión y carga lateral.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

1. Norma **ASTM D-1143**: "Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load".
2. Norma **ASTM D-3689**: "Standard Test Method for Piles Under Static Axial Tensile Load"
3. Norma **ASTM D-3966**: "Standard Test Method for Piles Under Lateral Loads".

DEFINICIONES.

- **Ademado**. Acción de contener las paredes de la perforación de la pila mediante un tubo de acero otro material, que puede ser recuperable o no recuperable, o bien por medio de lodo bentonítico o algún otro fluido estabilizador.
- **Ademe Metálico**. Tubos de diámetro acorde a la perforación requerida Para la pila, el espesor de la pared del tubo es en función de los esfuerzos a que estará sometido durante el hincado y extracción y su longitud depende de los problemas de inestabilidad particulares de cada caso.
- Boleos**. Fragmentos de roca mayores a 2.5" de diámetro.

- **Brocal.** Anillo de protección que se deposita previamente en una perforación, cuya función es evitar el derrumbe del material provocado por la herramienta de perforación, logrando con ello que el material trabaje en arco. Este puede ser de concreto o acero.

- **Fluido Estabilizador.** Se denomina a cualquier elemento fluido que se coloca dentro de la perforación para contrarrestar el efecto de la presión hidrostática que genera el nivel freático, o en general, para sostener las paredes de la perforación. El fluido estabilizador puede ser: Agua, lodo bentonítico o polímero.

-**Habilitado del acero.** Acción de realizar cortes y doblado de la varilla que servirá como refuerzo a un elemento de concreto, lo cual se realiza en apego a las especificaciones y planos.

- **Pila.** Elemento estructural de cimentación profunda colado en sitio que transmite el peso y las cargas de la superestructura a los estratos profundos no compresibles del subsuelo.

- **Plomeo.** Acción de verificar la verticalidad de la perforadora a través de plomadas o niveletas para mantener las tolerancias del proyecto.

- **Tubo Tremie.** Tubo de acero entre 8 y 10" Ø en tramos entre 2 y 3 metros con extremos roscados acoplables ya sea por medio de cuerda o conexiones macho-hembra rápidas, que se emplea para depositar el concreto fresco a partir del fondo de la perforación.

- **Bote Perforador** Cilindro de acero con una tapa embisagrada en la base, en la cual se localizan los elementos de corte y seguro de obturación que permiten la entrada del material pero que impiden su salida.

- **Perforadora Rotaria** Máquina para hacer barrenos en el subsuelo, capaz de transmitir el torque del motor a una mesa rotaria que, a través de una barra de acero provista de herramientas de perforación (broca, bote cortador, etc.) penetra en el subsuelo.

ANEXOS.

1. Registro de construcción de pilas de cimentación (coladas en sitio)

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de obra y/o su designado serán los responsables de la implantación del presente procedimiento.
2. El jefe de disciplina y/o su designado serán los responsables de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.
3. El Superintendente de Control de Calidad o su designado certificará las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria durante la ejecución del proceso y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO.**1. Método de Perforación.**

Por las características del subsuelo y las condiciones hidrostáticas, se seleccionará el método de perforación y estabilización de la misma, con fluido estabilizador.

2. Trazo y Nivelación.

Con la mayor exactitud y cuidado para evitar desplazamientos, se trazarán y localizarán en campo los ejes de cada pila, determinando a su vez su elevación.

No se permiten desviaciones de la posición de proyecto de más de 10 cms.

3. Perforación.

1. Previa nivelación y plomeo del equipo, se procede a ejecutar la perforación de acuerdo a las características del suelo, de ser necesarios los dos primeros metros con un diámetro 5 cms., mayor al de las propias pilas para dar lugar a la colocación del brocal.

2. Las perforaciones se realizarán con perforadora rotatoria montada sobre grúa de orugas o con perforadora hidráulica sobre orugas autopropulsadas, la cual proporciona el torque suficiente para perforar el suelo; a medida que la perforación avance, se coloca el ademe seleccionado para evitar con ello una posible inestabilidad de las paredes de la perforación. El diámetro y la profundidad de la perforación, será la indicada en los planos del proyecto aprobados para construcción (ver Fotografía. 7.8)
3. La herramienta principal es un bote de perforación con el diámetro requerido, que al girar en sentido directo, actúa sobre el material empacándolo dentro de él esto se realiza hasta la profundidad indicada en los planos y especificaciones aplicables.
4. Durante todo el proceso de perforación, el barreno se mantiene lleno de lodo bentonítico salvo los últimos 40 cms. Para evitar que se escurra sobre la superficie.
5. La verticalidad de la pila debe garantizarse con una tolerancia del 2%.

4. Pilas con fluido estabilizador.

El tipo de ademe a usarse es el siguiente:

1. Ademes metálicos.

Para evitar la inestabilidad de la parte superior de la perforación se deben utilizar en los primeros metros, ademes metálicos (emboquillado); adicionalmente para ademar las paredes de la perforación a mayor profundidad se deberá considerar el empleo de lodos bentoníticos.

2. Ademes con lodo bentonítico.

Se utiliza en suelos arenosos con gravas asiladas y contenido de finos inferiores al 15%. El proporcionamiento o dosificación del lodo bentonítico se ajustará para obtener la densidad apropiada al problema de inestabilidad particular de cada proyecto. La viscosidad no debe ser menor a 45 segundos medida en cono Marsh y una mezcla lo suficientemente densa para garantizar la estabilidad de las paredes de la perforación.



Fotografía 7.8.- Perforación de Pila

3. No se permite un contenido de arena de más de 5% en el lodo bentonítico cuando se utiliza el método de perforación con fluido estabilizador.

4. Se deberá instalar una planta de lodos bentoníticos con la capacidad de producción suficiente para que durante el proceso de hidratación de la bentonita no se vayan a suspender los trabajos de perforación por la falta de lodo.

5. La preparación de lodo bentonítico se realiza por medio de un remezclador o por medio de chorro a presión en un tanque de agitación, con lo cual se garantiza el mezclado, para posteriormente enviarlo a los tanques de almacenamiento para su hidratación, el lodo ya hidratado se enviará por medio de bombeo a la perforación.

5. Limpieza de la pila.

Una vez que la perforación alcance la profundidad de proyecto, se deberá asegurar el retiro de todo el material de excavación, con el mismo bote de perforación o bien con un bote limpiador diseñado ex profeso.

6. Habilitado y colocación del acero de refuerzo.

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones para varillas de refuerzo NMX-B-457-1988 con $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, en diámetros del # 2.5 y mayores.

El acero de refuerzo deberá estar libre de óxido, aceite, grasa, pintura u otro tipo de sustancias que puedan impedir una buena adherencia con el concreto.

Los recubrimientos libres serán de 7.5 cms. al paño exterior del estribo

1. Los traslapes tendrán como mínimo una longitud equivalente a 40 diámetros incluyendo la varilla del #8, las varillas del #10 deben ir soldadas; el empalme del refuerzo en espiral debe ser de 1.5 vueltas. Todos los empalmes soldados deben desarrollar por lo menos un 125% de la resistencia a la fluencia f_y de la varilla; no se traslapará más del 50% del acero longitudinal en una misma sección.

2. El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición correcta de acuerdo a los requerimientos específicos mostrados en los planos, tales como diámetros de varillas, espaciamientos, traslapes, ganchos, recubrimientos, etc. Y asegurando mediante amarres para evitar desplazamientos durante el colado.



Fotografía. 7.9. - Habilitado y Armado de Acero de Refuerzo de Pilas.

3. El habilitado de acero de refuerzo se realizará de acuerdo a lo establecido en las especificaciones del proyecto. Se colocarán elementos espaciadores, lo cual permitirá garantizar el recubrimiento del concreto, (ver Fotografía. 7.9).

4. Cuando no sea posible suministrar la longitud necesaria para desarrollar el esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero debido a las limitaciones de espacio, se realizarán dobleces en los extremos de las varillas de manera que se formen ganchos y escuadras, los cuales dependerán del diámetro de la barra, la resistencia del concreto y del acero, y de su localización con respecto al espesor

del elemento estructural.

5. El espaciamiento de las varillas paralelas no será menor que el diámetro nominal de la varilla, ni de 1.5 veces el tamaño del agregado máximo. Si se utilizan paquetes de varillas, éstos contendrán 4 varillas como máximo, y se considerarán como una sola unidad para propósitos de espaciamiento.

6. Se deberá garantizar la posición correcta del acero de refuerzo, utilizando separadores circulares (roles) en el perímetro del armado; en la parte inferior, el acero de refuerzo longitudinal no incluirá dobleces para anclaje y en ningún caso deberá dejarse apoyado sobre el fondo de la excavación.

7. Se introducirá el acero de refuerzo en la perforación empleando una grúa con una altura de pluma suficiente para permitir el deslizamiento vertical de todo el armado (ver fig. 7.10). Se debe contar con los estrobos necesarios, así como con ganchos y grilletes en los puntos de levante. Es necesario que en los puntos de izaje se refuerce el amarre con alambre recocado, (ver Fotografía 7.10).

7. Colado con tubería Tremie.

1. El concreto de las pilas debe tener una resistencia a la compresión de 350 kg/cm² de acuerdo a las indicaciones de los planos de diseño y un revenimiento de 18 a 21 cm, con un tamaño máximo de agregado grueso de 19 mm, siempre que también lo permita la mínima separación del acero de refuerzo y el espesor del recubrimiento.

Para la construcción de este tipo de pilas se utilizará: Cemento tipo CPP 30R, de acuerdo con la norma NMX-C-414-ONNCCE-1999, y a ASTM C-150 tamaño máximo de grava no será mayor a 19 mm, de acuerdo con NMX C111.



Fotografía 7.10.- Colocación de Acero de Refuerzo en Pila.

2. Colocado el acero de refuerzo dentro de la perforación, se procederá al colado de la pila, empleando el concreto con la resistencia especificada en el proyecto.

3. En todos los casos el colado se efectuará bajo el sistema Tremie, y de preferencia el mismo día que se termine la perforación. Inicialmente el tubo de colado se introducirá 30 cms. Por arriba del fondo de la perforación; como se usará fluido estabilizador, se utilizará una pelota de hule para evitar que se contamine el concreto con el fluido estabilizador; Durante todo el proceso permanecerá embebida la tubería dentro del concreto 1.5 mts. Como mínimo para evitar segregación y contaminación. Por lo que respecta a la longitud máxima, debe ser aquella que asegure que durante las operaciones de colado el armado de la pila no sufra desplazamientos ascendentes. El diámetro de la tubería tremie no será menor a 15 cm (debe ser el adecuado para el tamaño máximo del agregado).

4. El colado debe ser expedito y continuo, evitando interrupciones mayores a 15 minutos o duraciones que excedan al tiempo de fraguado inicial del concreto. En ningún caso se permite acelerar el colado mediante sacudidas excesivas o brascas de la tubería Tremie(ver Fotografía 7.12)

5. El nivel tope de colado debe ser tal que se considere un descabece de 50 cm. Como mínimo, para que se deseche la parte superior contaminada por el lodo bentonítico.

6. Se debe considerar un sobre consumo por irregularidades de las paredes del terreno, para que basándose en eso se realicen los pedidos y se cumpla con los niveles del proyecto.

7. El lodo bentonítico que se desplaza al colocar el concreto dentro de la perforación, se bombea hacia tanques de almacenamiento para que al lodo más ligero se le restituyan sus propiedades para su reutilización y el lodo más denso se bombea a pipas para su acarreo al área de segregación designada para ello para

que pierda humedad y su posterior disposición, el lodo bentonítico se retirará conforme avance el colado de la pila.

10. Pruebas.

1. Al lodo bentonítico, se le toma una muestra tanto antes de su colocación como después de la excavación para conocer su densidad, viscosidad y contenido de arena.

2. En las pilas de cimentación deben realizarse pruebas de carga (a compresión axial, a tensión, lateral) y de integridad de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño.

Colocado el acero de refuerzo dentro de la perforación, se procederá al colado de la pila, empleando el concreto con la resistencia especificada en el proyecto

11. Tolerancias.

1. La desviación máxima permisible de las cabezas de las pilas de acuerdo con la posición del proyecto en la localización de la pila de cimentación es de 5 cm en cualquier dirección, la máxima desviación permitida de la pila terminada con respecto a la vertical a cualquier nivel es 1 en 150, la tolerancia máxima permisible es del 2% de la longitud total de la pila. La tolerancia con profundidad es ± 25 cm. (Ver Fotografía 7.11)



Fotografía 7.11 Pilas listas para descabece



Fotografía 7 .12. - Vaciado de Concreto en Pila.

12. Registros.

1. Se debe llevar un registro del colado de cada pila, el cual deberá incluir por lo menos la siguiente información: (fig. 7.12)
 - Identificación de la pila.
 - Localización.
 - Fecha de la perforación.
 - Equipo de perforación utilizado.
 - Profundidad.
 - Fecha del colado.

**REGISTRO DE CONSTRUCCION DE PILAS DE CIMENTACIÓN
(COLADAS EN SITIO)**

OBRA: RECONFIGURACIÓN DE LA REFINERÍA GENERAL LÁZARO CÁRDENAS				FECHA: _____		
UBICACIÓN: _____				REPORTE No: _____		
CLIENTE: PEMEX		PROYECTO: 7293		CONTRATO No. _____		
CROQUIS	PERFORACIÓN			ELEMENTO Y LOCALIZACIÓN		
<p>VERTICALIDAD ▼</p> <p>NIVEL DE CORTE</p> <p>NIVEL DE TERRENO NATURAL</p> <p>NIVEL DE DESPLANTE</p>	FECHA INICIO: _____	PERFIL ESTRATIGRAFICO		PILA No. _____		
	FECHA TERMINO: _____	PROF. (M)	ESTRATO (S.U.C.S.)	HORA	EQUIPO DE PERFORACION _____	
					DIAMETRO DE LA PILA (CM) _____	
					LONGITUD DE LA PILA (M) PROYECTO: _____ REAL: _____	
					PROFUNDIDAD (M) PROYECTO: _____ REAL: _____	
					DESVIACION (%) DE LA VERTICALIDAD: _____	
					NIVEL TOPE DE COLADO (M): _____	
					NIVEL DE DESPLANTE (M) _____	
					NIVEL DE CORTE (M) _____	
					NIVEL DE TERRENO NATURAL (M) _____	
					DATOS DEL CONCRETO Y COLADO	
					PROVEEDOR _____	FECHA DE INICIO _____
					MEZCLA _____	HORA DE INICIO _____
					VOLUMEN TEORICO _____	FECHA TERMINO _____
					VOLUMEN REAL _____	HORA DE TERMINO _____
				DE COLADO _____		
				RESULTADOS DE ENSAYES C.C.LODO BENTONITICO _____		
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN						
OBSERVACIONES: _____						
TOPOGRAFIA	CONSTRUCCIÓN	C.CALIDAD	ATESTIGUÓ			
_____ Nombre y firma	_____ Nombre y firma	_____ Nombre y firma	_____ Nombre y firma			

Fig. 7.12.- Lista de verificación para la Inspección de las actividades de construcción de pilas.

7.3. EXCAVACIONES.

OBJETIVO.

Establecer el método de remoción y extracción a cielo abierto de material tipo A y B, para formar en el suelo los espacios para alojar cimentaciones muros, losas, alcantarillas, fosos, drenajes y otras estructuras similares.

ALCANCE.

Aplica en todos los proyectos en los cuales se tenga que realizar excavaciones en estos dos tipos de materiales.

Comprende recomendaciones para la selección del equipo, así como el método de la ejecución de los trabajos: límites de la excavación con medios mecánicos y manuales, sobre-excavación, desalojo del material y afine de la superficie del fondo de la excavación.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N. A.

DEFINICIONES.

- 1. Excavación.** Es la remoción y extracción a cielo abierto de material, necesaria para crear los huecos en el suelo para alojar cimentaciones, estructuras, ductos, canales, drenes y/o instalaciones similares.
- 2. Sobre-excavación.** Se entiende a toda excavación que quede fuera de los límites y niveles indicados en los documentos de diseño aplicables. Es la excavación adicional necesaria para permitir el movimiento del personal que realiza trabajos dentro de las excavaciones.
- 3. Ademes.** Son estructuras que se instalan en las excavaciones con el fin de contrarrestar el empuje horizontal y/o vertical de la tierra que tiende a cerrar los espacios excavados, así como para evitar derrumbes. Pueden ser de madera o combinada, de viguetas de acero y forro de madera, complementadas con puntales de madera o de tubo de acero y ajustadas mediante cuñas o gatos mecánicos.
- 4. Material tipo A.** Es el material blando o suelto, que puede ser excavado o removido eficientemente con retroexcavadora. Se consideran en este tipo de material los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 cm. (3") comúnmente son clasificados como este tipo de material, los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

5. Material tipo B. Es el material que por su dificultad de extracción y carga, solo puede ser excavado o removido eficientemente por un tractor con cuchilla de inclinación variable o con pala mecánica, sin el uso de explosivos; o bien que puedan ser aflojados con ripper. Se considera en este tipo de material, las piedras sueltas mayores de 7.5 cm. (3") y menores de 75 cm. (30"). Comúnmente son clasificables como este tipo de material, las rocas muy alteradas, conglomerados mediante cementados, areniscas blandas y tepetates.

ANEXOS.

N. A. (No Aplica)

RESPONSABILIDADES.

1. Residente de obra.

Es responsable de la implantación del presente procedimiento.

2. Supervisor de Construcción.

Es responsable de realizar las actividades de excavación de acuerdo con el presente procedimiento.

3. Superintendente de Control de Calidad y/o designado.

Es responsable de certificar las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria durante la ejecución del proceso y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO.

1. Trazo y Nivelación

Previo al inicio de las actividades de excavación, la brigada de topografía realizara los trazos delimitando el área e indicando los niveles (cotas) del excavación, de acuerdo a lo especificado en los planos y documentos de diseño aplicables.

2. Selección del Método de Excavación

2.1. Excavación con medios manuales, este método se utilizara únicamente cuando el tipo de material sea fácil de extraer, y el volumen y las dimensiones de la excavación sean tan pequeñas que no se justifique el uso de equipo mecánico.

2.2. Excavación con maquina, este método se utilizara para volúmenes grandes de excavación y cuando las dimensiones de las excavaciones justifiquen el uso de equipo mecánico.

3. Selección del Equipo de Excavación

3.1. El equipo a utilizar dependerá de las propiedades del material a excavar, de las condiciones del área de trabajo, de las dimensiones de la excavación, así como de la cantidad y disponibilidad de equipos, además de algunas características de los equipos de excavación como capacidad, tamaño potencia, etc.

a).Equipo para extracción y carga del material. Dependerá de la magnitud de la excavación, de las características del material, de las condiciones del área de trabajo. El hacerse con retroexcavadora permite extraer y cargar el material al medio de transporte con el mismo equipo,

b).Equipo para acarreo del material. El equipo para el acarreo del material dependerá de la distancia entre la excavación y el banco de tiro, preferentemente se hará con camión tipo volteo, cuya capacidad y cantidad de camiones dependerá del volumen del material a ser acarreado.

4. Método de Ejecución.

4.1.Una vez realizados los trazos topográficos, se procederá a extraer el material, generalmente se utilizaran palas y picos como herramientas.(ver Fotografía 7.13)

4.2.El material producto de la excavación se colocara a una distancia mínima de 60 cm. del borde de la excavación.

4.3.Cuando por el tipo de suelo y la profundidad hagan inestables las paredes de la excavación, estas se protegerán con algún tipo de ademe, para prevenir y evitar derrumbes y cualquier daño que pudiera causarse en las instalaciones adyacentes, (ver Fotografía. 7.14).

4.4.El material producto de la excavación que no pueda ser utilizado como relleno será retirado y transportado al banco de tiro.



Fotografía. 7.13. - Excavación Profunda para la Construcción de Fosa de Almacenamiento de Azufre Líquido.

5. Excavación con Medios Mecánicos

5.1. Cuando se empleen medios mecánicos, se verificara que la profundidad de la excavación, de preferencia este aproximadamente 10 cm., arriba del nivel indicado en los planos y documentos de diseño, para posteriormente realizar la excavación faltante por medios manuales.

5.2. Cuando la profundidad de la excavación se exceda en 15 cm. O más, del nivel especificado, el excedente se rellenara y compactara con material de banco o producto de excavación si es apropiado.

Holgura Lateral en la Excavación (sobre-excavación).

Cuando en los documentos de diseño aplicables se indique que las paredes de la excavación pueden servir de molde, para el colado de una estructura de concreto; las dimensiones de la excavación no deberán exceder más de 10 cm., respecto a las indicadas en los mismos documentos.

Obras de Protección a la Excavación.

1. Cuando por las características de los materiales, las paredes de las excavaciones se hagan inestables y se corra el riesgo de derrumbes o de daños que pudieran causarse en construcciones adyacentes como pavimentos, edificios, estructuras, etc., se utilizara algún tipo de protección, como son los ademes o un sistema de excavación en talud.



Fotografía .7.14- Excavación Ademada para la Construcción de los Sellos de Azufre.

2. Cuando por las condiciones del área de trabajo, las paredes de la excavación deban quedar verticales, se utilizara algún tipo de ademe, el cual puede estar indicado en los documentos de diseño aplicables. El Supervisor de Construcción validara la información y de acuerdo a las condiciones propias del proyecto podrá optar por un tipo de ademe específico.

3. Cuando el área de trabajo y las condiciones del material a excavar lo permita, se podrá utilizar el método de excavación en talud. Los taludes estarán en función al tipo de material y a su ángulo natural de reposo. Si la excavación es profunda se podrá hacer utilizando bermas, es decir con taludes en escalón, (ver Fotografía. 7.15).

Retiro del Material Producto de Excavación

1. El material producto de la excavación, podrá ser utilizado como material de relleno o no, según lo dictamine el laboratorio de mecánica de suelos.

2. Si el material es apropiado para utilizarse como relleno, se depositara a un lado de la excavación para ser utilizado posteriormente.

3. El material producto de excavación que no vaya a ser utilizado en los trabajos de relleno, será retirado a un banco de tiro previamente establecido y autorizado.

Fondo de la Excavación

Al terminar la excavación se verificara que el fondo de esta, esté libre de raíces, troncos, materia orgánica o cualquier otro material suelto. En caso necesario se afinara el fondo de la excavación con medios manuales.

Certificación

El cumplimiento con los requisitos indicados en este procedimiento, se documentara mediante el llenado del formato de certificación

Documentos Contractuales

En caso de existir controversia o discrepancia entre este procedimiento y las especificaciones contractuales, serán mandatarias estas últimas.



Fotografía 7.15. - Excavación profunda para la fosa de aguas acidas.

LISTA DE VERIFICACIÓN / INSPECCIÓN EXCAVACIÓN Y ACARREO DE MATERIAL

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	ÁREA RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	PROCEDIMIENTO APLICABLE
EXCAVACIÓN Y ACARREO DE MATERIAL	CONSTRUCCIÓN CIVIL	
CLIENTE	PROYECTO	FECHA
INFORMACIÓN DE LA EXCAVACIÓN		IDENTIFICACIÓN
DISTANCIA AL TIRO:	ESTRUCTURA:	
VOLUMEN EXCAVADO:	UBICACIÓN:	
EQUIPO EMPLEADO:	ELEVACIÓN SUPERIOR:	INFERIOR:

	Resultado
Trazo	
Localización	
Trazo	
Niveles	
Sobre excavación	
Olgura en la excavación lateral para estructuras de concreto	
Pendiente de los taludes	
Ancho mínimo de la excavación para tuberías de instalaciones	
Superficie Final de la Excavación	
Acabado del desplante y paredes laterales	
Tratamiento de grietas y oquedades	
Retiro de Material	
Designación del tiro	
Acarreo del Material producto de la excavación	

RESULTADOS:
C = CUMPLE
N/C = NO CUMPLE
N.A. = NO APLICA

OBSERVACIONES

 Topografía Superintendente de Obra Residente de Calidad Cliente

Fig. 7.16. -Lista de verificación para la inspección de las actividades de excavación y movimiento de tierras.

7.4. PLANTILLA, ACERO, CIMBRA Y COLOCACION DE CONCRETO.

OBJETIVO.

Establecer el Método que debe seguirse en el proceso de ejecución de las actividades del acero de refuerzo.

ALCANCE.

Las características del equipo para el corte y doblado, el método de ejecución: almacenamiento, dimensiones de ganchos, método de doblado, condiciones físicas de la superficie del acero, empalmes, recubrimientos mínimos de protección de concreto, así como las tolerancias en la colocación que han de regir para ésta actividad.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N/A (No Aplica)

DEFINICIONES

1. Acero de refuerzo: Varillas, alambres, torones u otros elementos estructurales esbeltos que se embeben en el concreto de tal manera que actúan en forma integral con éste para resistir las cargas impuestas.

2.Habilitado: Corte y dobles del acero de refuerzo de acuerdo con los documentos aplicables.

3.Estribo: Refuerzo empleado para resistir esfuerzos de cortante o de torsión en un elemento estructural; por lo general se usan varillas, alambón o malla de alambre soldado (liso o corrugado,) ya sea sin doblez o doblados en forma de “L”, de “U” o de forma rectangular, y que son situados perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal.

ANEXO.

Tabla 7.23 Lista de verificación de colocación de acero de refuerzo

RESPONSABILIDADES

1. El Residente de Obra de sitio es responsable de la implantación de éste procedimiento.
2. El Jefe de disciplina y/o su designado serán responsables de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.

3. El Superintendente de Control de Calidad o su designado certificará las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria en la ejecución del proceso y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO

1. Se seleccionará. El equipo hará las actividades de habilitado e instalación de acero de refuerzo, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

1.1. Corte: Preferentemente deberán ser utilizadas herramientas mecánicas y/o manuales que no afecten las propiedades físico-químicas de la varilla.

1.2. Doblado. La herramienta y/o equipo utilizado para realizar el doblado del acero debe de satisfacer como mínimo los siguientes requerimientos:

a). El doblado del acero debe ser lentamente en frío (a excepción de la indicado en el punto 3 de este procedimiento); para varillas de 2.5 cm., de diámetro y menores, el dobles de la varilla deberá efectuarse alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 6 veces el diámetro de la varilla, ya sea que se trate de varillas dobladas a 180^a o a 90^a.

b). Para las varillas de 2.5 cm. De diámetro y mayores los dobleces deberán ser realizados alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 8 veces el diámetro de la varilla, ya sea que se trate de varillas dobladas a 180^a o a 90^a.

2. Almacenamiento. El acero no deberá estar en contacto directo con el suelo, sino sobre madera, concreto, plataformas u otros soportes similares. El acero debe almacenarse clasificado por grado, tipo y/o diámetro, las varillas corrugadas se deben suministrar en paquetes que contengan varillas de un solo diámetro. Deberá ser almacenado en condiciones que eviten la oxidación y que la protejan contra golpes, alteración química general. Entre cada una de las capas sobrepuestas de acero de refuerzo se colocaran separadores, éstos deberán colocarse a una distancia considerable de tal manera que el acero virgen o habilitado no sufra deformaciones.(Ver Fotografía 7.18)



Fotografía 7.18- Almacenamiento de acero de refuerzo por diámetro de barras.

3. Habilitado e instalación. Todo el acero de refuerzo durante su habilitado, deberá doblarse en frío, cuando por circunstancias especiales se requiera doblar en caliente, el acero parcialmente embebido en concreto, el siguiente proceso debe ser conciliado con el personal responsable de Ingeniería.

- a). El método de calentamiento utilizado no debe dañar ni a la varilla ni al concreto.
- b). Se recalentará una longitud de por lo menos 5 diámetros a cada lado del centro del doblado, la temperatura no deberá ser mayor a 260°C en la transición entre la varilla y el concreto.
- c). La temperatura será de 590 a 650°C .
- d). La temperatura se mantendrá hasta completar el doblado.
- e). La temperatura se deberá medir con crayones de temperatura, pirómetros de contacto u otros métodos similares.
- f). El enfriamiento después del doblado será al medio ambiente, evitar el contacto de agua con el acero durante el enfriamiento.

3.1. Ganchos estándar. El término “gancho estándar” se emplea en el procedimiento con uno de los siguientes significados:

- a). Doble de 180° mas una extensión de $4d_b$, pero no menos de 6.5 cm. En el extremo libre de la varilla.

b). Doblez de 90^{a} mas una extensión de 12db, en el extremo libre de la varilla.

c). Para estribos y ganchos de amarre.

3.2. Varillas del número 5 y menor, doblez de 90^{a} más de 6 db. De extensión en el extremo libre de la varilla. Ò.

3.3. Varillas del numero 6 al número 8, doblez de 90^{a} más de 12 db. De extensión en el extremo libre de la varilla. Ò.

3.4. Varillas del número 6 y menor, doblez de 135^{a} más de 6 db. De extensión en el extremo libre de la varilla.



Fotografía. 7.19.- Colocación de acero de refuerzo en fosas.

4. Espaciamiento del acero de refuerzo. Estas consideraciones aplican únicamente cuando se tenga que sustituir el acero indicado en los documentos aplicables por otro de menor o mayor diámetro, antes del cambio del acero éste debe ser aprobado por Ingeniería.

a). La separación libre mínima entre varillas paralelas de una capa debe ser el diámetro nominal de la varilla pero menor de 2.5 cm.

b). En elementos de compresión reforzados con espirales o anillos; la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor de 1.5 del diámetro nominal de la varilla, ni de 4 cm.

c). La limitación de la distancia libre entre las varillas también se debe aplicar a la distancia libre entre un traslape y los traslapes o varillas adyacentes.

- d). Los grupos de varillas paralelas de refuerzo armadas en el paquetes, que actúan como unidad, debe limitarse a 4 varillas por cada paquete.
- e). Los paquetes de varillas deben estar confinados por estribos o anillos.
- f). En elementos sujetos a flexión, cada una de las varillas de los paquetes que se cortan dentro el claro deben terminar en puntos distintos y separados a distancias mínimas de 40 diámetros nominales de varillas.

5. Colocación del acero de refuerzo. Las varillas de refuerzo deberán estar colocadas en las posiciones señaladas en los documentos aplicables. Deben amarrarse con firmeza y estar bien apoyadas antes de vaciar el concreto para evitar desplazamientos. (ver Fotografías 7.19 , 7.20 y 7.22)

- a). Empalmes. El empalme de las varillas de refuerzo debe hacerse ya sea mediante traslape, soldadura o mediante uniones mecánicas.
 - La longitud de desarrollo de cada varilla individual dentro de un paquete de varillas sujeto a tensión o compresión, debe ser aquella de la varilla individual aumentada un 20% para un paquete de 3 varillas y un 33% para un paquete de 4 varillas.
 - Los empalmes de varillas que se encuentran en contacto entre si deben amarrarse a fin de mantener el alineamiento de las varillas y tener una mínima separación.
 - Las varillas traslapadas sin contacto en elementos sujetos a flexión no deben separarse transversalmente más de 1/5 parte de la longitud de traslape requerida, ni más de 15 cm.
- b). Empalmes soldados. Todo lo referente a soldadura se llevara a cabo de acuerdo con el (AWS D 1.4) y el manual de soldadura CM 9-01.
- c). Conexiones mecánicas. La conexión mecánica será aquella en la cual las varillas están conectadas para desarrollar tensiones o presiones de las mismas, la conexión se instalará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o como indiquen los documentos de Ingeniería.



Fotografía.7.20.- Colocación de acero de refuerzo en losa de cimentación de las fosas de azufre

d). Protección de concreto para el acero de refuerzo. Recubrimiento mínimo de concreto al acero de refuerzo cuando éste es colado en Obra (tabla 7.21)

Condición		Recubrimiento mínimo en cm.
1)	Concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él.	7.5
2)	Concreto expuesto al suelo o a la acción de clima: - Varillas del No. 6 al No. 18- - Varillas del No. 5 y menores	5.0 4.0
3)	Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo: - Losas, muros, nervaduras: Varillas del No. 14 y No. 18 Varillas del No. 11 y menores. - Vigas, columnas: Refuerzo principal, anillos, estribos, espirales. - Cascarones y placas plegadas: Varillas del No. 6 y mayores. Varillas del No. 6 y menores.	4.0 2.0 4.0 2.0 1.5

7.21.-Tabla de Recubrimientos mínimos



Fotografía 7.22.- Colocación y armado de muros de las fosas de azufre.

e). Recubrimiento mínimo en un paquete de varilla. Este debe ser igual al del diámetro equivalente del paquete, pero no necesita ser mayor de 5 cm. a el recubrimiento mínimo debe ser de 7.5 cm.

f). Separación de varilla a base de bloques de concreto (pollos).

- Bloques planos. Los bloques planos se usan generalmente para apoyar varillas sobre una superficie plana (pisos, cubiertas, etc.).
- Bloques con alambre. Los bloques de concreto para ser utilizados en estructuras verticales o en situaciones en que necesariamente el bloque debe estar atado a la varilla, deberán tener dos lazos de alambre de calibre 16 en su centro para poder asegurar el recubrimiento entre la varilla y la cimbra.
- Los bloques de concreto deberán de la misma resistencia a compresión del concreto así como del mismo color del concreto a colocar.

6. Condiciones de la superficie de acero de refuerzo. Al momento de colocar el concreto, el acero de refuerzo debe estar libre de lodo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que puedan afectar adversamente su capacidad de adherencia.

6.1. Tolerancias en la colocación. La tolerancia para el peralte “d” y para el recubrimiento mínimo de concreto en elementos sujetos a flexión, muros y elementos sometidos a compresión debe ser de acuerdo a la tabla No.7.22

Condición	Tolerancia	Tolerancia en recubrimiento mínimo de concreto
d < 20 centímetros	± 1 centímetros	- 1 centímetros
d > 20 centímetros	± 1.3 centímetros	- 1.3 centímetros

d = Peralte efectivo. Tabla No. 7.22

En caso de existir, se aplicaran las especificaciones establecidas para el proyecto por Petróleos Mexicanos

7. Se documentara mediante el llenado del formato de certificación aplicable el cumplimiento con los requisitos indicados en el presente procedimiento.

8. Documentos contractuales.

9. En caso de existir controversia o discrepancia entre este procedimiento y algún documento contractual, serán mandatarios estos últimos.

	LISTA DE VERIFICACIÓN / INSPECCIÓN DE ACERO
--	--

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	ÁREA RESP. DE LA EJECUCION	PROCEDIMIENTO APLICABLE
Propiedades de los Materiales y Métodos de Ejecución	Construcción (Obra Civil)	
SISTEMA / ESTRUCTURA	IDENTIFICACIÓN	FECHA
Almacenamiento, Habilitado y Colocación de Acero de Refuerzo		

No.	Descripción	Criterio de Aceptación	Resultado
Condiciones de Almacenamiento	Contaminación	Libre del contacto directo con el suelo	
	Clasificación	Por grado, tipo y diámetro	
	Protección	Evita la oxidación y protege contra golpes.	
	Separación de las capas	Separadores que evitan deformaciones	
Habilitado de Acero de Refuerzo	Pruebas	Reporte escrito de las pruebas efectuadas por Laboratorio certificado	
	Corte	Uso de herramientas mecánicas y/o manuales que no afectan las prioridades físicoquímicas del acero de refuerzo.	
	Doblado	Doblado en frío alrededor de piezas cilíndricas de acuerdo al diámetro de la varilla por habilitar	
	Habilitado	Secciones y dimensiones de acuerdo a los documentos de ingeniería	
Colocación de Acero de Refuerzo	Posición de Varillas	De acuerdo a lo señalado en los planos.	
	Fijación de Varillas	Amarrado con firmeza	
	Empalmes	Soldadura aprobada por laboratorio especializado.	
		Mecánico colocado de acuerdo al fabricante.	
		Traslapes perfectamente amarrados y con la longitud especificada en planos.	
Sustitución	Conciliado y aprobado por supervisión		
Protección del concreto para el acero de refuerzo	Recubrimiento mínimo de concreto al acerto de refuerzo	De acuerdo a lo indicado en los planos.	
Condiciones de la superficie del acero	Limpieza	Libre de lodo, aceite u otro recubrimiento no metálico	

NOMENCLATURA :

C CUMPLE

N/C NO CUMPLE

N/A NO APLICA

Residente de Obra

Residente de Calidad

Cliente

Fig. 7.23.-Lista de verificación para la inspección de las actividades de habilitado y colocación de acero de refuerzo.

7.4.1. PROCEDIMIENTO PARA EL HABILITADO Y COLOCACION DE CIMBRA Y OBRA FALSA.

OBJETIVO.

Establecer el método a seguirse para la ejecución de las actividades de instalación de cimbra y obra falsa.

ALCANCE.

Comprende los criterios básicos para la selección del material a ser utilizado, las características del equipo para corte y habilitado, el método de ejecución: diseño, colocación, limpieza, remoción así como tolerancias en la colocación que han de regir para esta actividad contemplando dos sistemas: el tradicional y el cimbrado con elementos modulares mixtos. Ángulos de acero y tableros de hojas de triplay de 12 mm de espesor.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N / A. (No Aplica)

DEFINICIONES.

1. Cimbra. Conjunto de piezas cuyos materiales (madera, plástico, bloques de poli estireno o metal) delimitan la forma y dimensión de una estructura de concreto armado.
2. Obra falsa: sistema estructural de soporte de la cimbra, formada por elementos de madera, metal u otros materiales capaces de soportar las cargas muertas y vivas a las que están expuestas las estructuras de concreto hasta que alcancen su resistencia de diseño.

ANEXOS.

Fig.7.30 Lista de verificación para el habilitado y colocación de cimbra

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de obra de sitio es responsable de la implantación de este procedimiento.
2. El Jefe de disciplina y/o su designado serán responsables de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.

3. El Superintendente de control de calidad o su designado certificara las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria en la ejecución del proceso y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO.

1. Propiedades de los materiales (cimbra tipo tradicional). Se deberá asegurar que la cimbra cumpla con las siguientes características:

1.1. La siguiente lista de materiales se da a manera de información para tener una base en el criterio de selección del material, esta información no debe interpretarse como excluyente del uso de cualquier otro material que pueda satisfacer requerimientos de calidad y seguridad establecidos para el trabajo definido:

1.1.1 Materiales para cimbra:

Artículo.	Uso principal.
Madera de construcción	• Armazones de cimbra, revestimientos y anclaje.
Triplay	• Revestimiento de cimbra y paneles.
Acero	• Armado de paneles y refuerzos. • Cimbras pesadas y obra falsa. • Columnas y cimbras para vigas.
Aluminio •	• Cimbras fijas. • Paneles ligeros y armazones, refuerzo y estriado horizontal.
Paneles de conglomerado.	• Forros para cimbra y revestimientos.
Tableros aislantes de madera o de fibra de vidrio	• Cimbras para columnas y vigas, cimbras huecas para losas, vigas, trabes, y pilas tres precolados.
Cartón corrugado.	• Vacíos internos y bajo losas; huecos en vigas y Trabes. (Normalmente se usa con endurecedores internos).
Concreto.	• Apoyos, cimbras fijas, moldes para unidades prefabricadas.
Plásticos celulares.	• Forrado y aislamiento de cimbras, cimbras permanentes.
Otros plásticos. Poliestireno, polietileno y/o cloruro de polivinilo.	• Forrado de cimbras para concreto arquitectónico. • Para cimentaciones, cuando existan espacios Reducidos entre elementos estructurales.
Amarres, anclajes y jaladores.	• Para asegurar las cimbras contra cargas y presiones de colocación.
Yeso.	• Cimbras desechable para concreto arquitectónico.
Revestimientos.	• Facilitan la remoción de la cimbra.
Aislantes de cimbra.	• Protección al concreto contra el clima frío.

Tabla 7.24 Materiales para uso de cimbra.

1.1.2. Material para revestimiento es la capa que soporta a la cimbra lo más cerca del concreto, puede estar en contacto directo con concreto o separada del mismo por medio de un forro de cimbra.

Ejemplos: madera, triplay, metal u otros materiales capaces de transferir el peso del concreto a los elementos de soporte como las vigas, (Tabla 7.24).

Para seleccionar estos materiales, los aspectos más importantes son:

- Resistencia
- Rigidez.
- Desprendimiento
- Reutilización y costo por uso.
- Características de la superficie que pasan al concreto como Textura de madera, granulado, capacidad de pintarse, etc.
- Resistencia al daño mecánico, como por ejemplo con Vibradores y abrasión producida por el deslizamiento de la Cimbra.
- Facilidad de trabajarse en corte, taladro y unión de Sostenedores.
- Adaptabilidad al clima y condiciones extremas, temperatura y humedad.
- Peso y facilidad de manejo.

1.1.3. Los sistemas de soporte estructural que sostienen el revestimiento, sus características más importantes que influyen para su selección son:

- Resistencia.
- Estabilidad y seguridad dimensional.
- Facilidad de trabajarse en el corte, perforación (taladro) y unión de Sostenedores.
- Peso.
- Costo y durabilidad.



Fotografía 7.25.- Colocación de cimbra en elementos esbeltos.

1.1.4. Materiales para accesorios. Amarre es una unidad tensil adaptada para sostener cimbra de concreto contra la presión activa del concreto plástico recién colocado, consistiendo de un elemento tensil interno y un artefacto de sostenimiento externo.

1.1.5. Los revestimientos de cimbra o selladores se aplican en forma de líquidos a la superficie de contacto, ya sea durante fabricación u obra, con el fin de servir a uno o más de los siguientes propósitos:

- Alterar la textura de la superficie de contacto.
- Mejorar la durabilidad de la superficie de contacto.
- Facilitar la separación del concreto durante el descimbrado.
- Sellar la superficie de contacto y evitar que entre la humedad.

1.1.6. Los agentes separadores (desencofrantes) para cimbra se aplican a las superficies de contacto de la misma a fin de evitar se unan y de este modo facilitar su desmantelamiento, queda prohibido el uso de cualquier material que sea reactivo con el concreto como el diesel.

1.2. La selección del material se basara principalmente en que pueda cumplir con el tipo de acabado así como con los requerimientos especificados que sean indicados en los documentos de ingeniería para cada tipo de estructura en particular.

2. Propiedades de los materiales de paneles modulares prefabricados.

2.1. El sistema de cimbra “Universal”, se compone de 3 elementos base: panel, tirante y cuña de fijación, haciendo un sistema simple que permite realizar con rapidez y facilidad los cimbrados de estructuras, cualquiera que sea su forma.

a). Panel, constituido a base de acero en el cual está insertado una hoja de madera (triplay) de 12 mm. De espesor, este se fija al marco de acero por medio de remaches bifurcados, este elemento, reemplaza al cimbrado de madera, (ver Fotografía 7.25).

- El marco del panel, posee ranuras para el paso de los tirantes con lo cual aseguran una colocación perfecta de los mismos.
- Este panel se encuentra en varias medidas estándar propiciando la modulación en la cimbra de estructuras permitiendo agilizar las actividades de cimbrado.

b). Tirante o separador:

- Existen 2 tipos: tirante de oreja y tirante plano.
- El tirante o separador es elemento prefabricado el cual es la base del sistema de cimbra.
- La finalidad de este elemento es absorber la carga transmitida por el concreto y dar la medida exacta del ancho del muro y/o columna, teniendo la ventaja de suprimir pérdidas de tiempo al eliminar la verificación de las medidas de los mismos.

c). Cuña de fijación es una pieza de acero que permite fijar el tirante al panel.

d). Cerrojo de unión es el accesorio que permite unir las esquinas y fijar panel con panel.



Fotografía 7.26.- Colocación de Cimbra Modular en Muros de la Fosa de Azufre.

2.2. La selección del material para este tipo de sistema de cimbra, se basa únicamente en la modulación del panel que se ajuste a los requerimientos de la estructura en particular, los demás materiales así como accesorios son propios del sistema que lo componen.

3. Características del Equipo. Se seleccionara el equipo y/o herramienta para las actividades de habilitado y colocación de cimbra y obra falsa, considerando las siguientes recomendaciones.

3.1. Método tradicional: en el habilitado de la cimbra deben de utilizarse equipos de corte (sierras) de banco cuya capacidad y número depende principalmente del proyecto.

3.1.1. Para la colocación de cimbra en el frente de trabajo se deberán de utilizar herramientas manuales (serrote, martillo, nivel, plomada, escuadras metálicas, cinta métrica, etc.), en buen estado de operación.

3.2. Método a base del sistema de paneles modulares prefabricados.

3.2.1. Habilitado no requiere en este sistema de cimbra, siendo responsabilidad del proveedor que suministra el material en base a características del proyecto.

3.2.2. Para la colocación de la cimbra son utilizadas herramientas de tipo manual que permiten efectuar la actividad de ensamble de las piezas (base del sistema), la herramienta de uso principal es el martillo.

4. Método de ejecución; se asegurara que el método de ejecución de las actividades de habilitado y colocación de cimbra y obra falsa se realicen de acuerdo a lo siguientes parámetros:

4.1. Diseño de la cimbra. Independientemente del tamaño, debe planearse antes de fabricarse, la estabilidad y el Pandeo son aspectos importantes que deben asegurarse en todos los casos, se determinara por la importancia, qué estructuras deben contar con calculo y diseño considerado.

4.2. Colocación de la cimbra (método tradicional): previo al inicio de las actividades de colocación de cimbra, topografía realizara los trazos e indicara niveles correspondientes de la cimbra mostrados en documentos de ingeniería.

4.2.1. Los tableros utilizados para el revestimiento deberán dar el mismo tipo de acabado en toda el área de contacto de la cimbra de elementos estructurales, teniendo en cuenta que se requiere para los mismos un acabado uniforme, liso, exento de marcas realizadas en secciones y que se deberán utilizar tableros según proyecto de los elementos estructurales por cimbrar de inicio a nivel determinado colocando chaflanes en las juntas horizontales y verticales de la unión de los colados, se prohíbe el uso de “parches” en la cimbra a excepción de lo indicado en el punto 4.2.5.

4.2.2. Soportes estructurales.

a). Los soportes estructurales deberán ser colocados invariablemente conforme lo indiquen el diseño de la cimbra.

b). La colocación de estos soportes deberá ser tal que permita asegurar una rigidez completa al momento de la colocación del concreto, con lo cual permita que este mismo quede en la posición indicada por los documentos de ingeniería con las tolerancias permisibles, (ver fotografía No. 7.26).

4.2.3. Separadores de la cimbra.

a). Se prescindirá del uso de separadores o tensores metálicos en el interior de los moldes de la cimbra que pudieran desplazar al concreto o manchar la superficie del mismo.

b). Si los separadores cuentan con camisas de plástico o algún otro recubrimiento similar, podrán ser utilizados siempre y cuando se coloquen a una separación uniforme y armónica con la arquitectura de la estructura.



Fotografía 7.27.- Colocación de cimbra modular en muros y trabes..

4.2.4. Agentes separadores.

El material desencofrante deberá ser colocado a la cimbra, instantes antes de su colocación y cuando se efectuó el descimbrado de las estructuras únicamente como material de protección.

4.2.5. Ventanas en la cimbra.

Se debe considerar el empleo de “ventanas” cuando por cualquiera de las siguientes consideraciones se dificulte la colocación del concreto:

- Congestionamiento del acero.
- Elementos ahogados en el concreto.
- Inspección al área de colocación del concreto.
- Limpieza final de la cimbra.
- Vibrado al concreto.

4.3. Colocación de cimbra a base del sistema a base de tableros prefabricados.

4.3.1. Trazo y nivelación. Previo al inicio de las actividades de colocación de cimbra, el jefe de brigada de topografía realizara los trazos se indicara los niveles correspondientes de la cimbra mostrada en los documentos de ingeniería.

4.3.2. Plantación de la actividad de cimbrado. Debido a características propias del sistema, este exige una plantación al detalle de la cimbra a ser utilizada, que comprenderá desde la nomenclatura de las piezas a utilizar hasta la determinación precisa de la longitud de los tirantes.

4.3.3. Alineación y plomeo de la cimbra. Debido a características propias del sistema de cimbra, este se reduce prácticamente a de paneles, la alineación y apuntalamiento en este sistema son requeridos en una cara del cimbrado, puesto que las características del método nos permiten asegurar la alineación y plomeo en todo elemento, (ver fotografía 7.27). La alineación se da prácticamente por colocación de los tableros base de arrastre, los cuales serán puestos de acuerdo a los trazos y niveles indicados por topografía.

4.3.4. Ensamble de paneles. El ensamble de la cimbra se empieza por las esquinas, de tal manera que la longitud por ajustar será menor a 5 cm., por los paneles que proporcionan los proveedores que van desde 60, 45, 30 y 20 cm. Y a los canales de relleno existentes de 5 y 10 cm.

El ensamble de los paneles se da a través del uso de los tirantes y sea de oreja o el tipo tirante plano, que hacen que la estructura trabaje en forma monolítica.

4.4. Las cimbras deben protegerse del deterioro, la intemperie y contracciones antes de colocarle concreto, aceitándolas o humedeciéndolas convenientemente

4.4.1. Las superficies de la cimbras deben estar limpias de basura, mortero, materiales extraños o revestimientos y textura uniforme y cuando se vuelven a emplear deben limpiarse y aceitarse con cuidado.

4.4.2. Las cimbras de acero deben limpiarse adecuadamente, cuando existan “descascamientos” en la superficie del acero su condición se mejora limpiándola de desechos, dejándola por un día aceitada al sol, frotando vigorosamente con parafina líquida las áreas afectadas o aplicando una delgada capa de laca.

4.4.3. Debe preverse acceso al interior de las cimbras para su limpieza respectiva, colocación, vibración e inspección del concreto, en aquellos casos en que el fondo de la cimbra sea inaccesible, deben incluirse paneles de acceso a través de los cuales se pueda llevar a cabo la limpieza. (ver fotografía 7.29)

4.5. Remoción de las cimbras. Cuando la cimbra se desensambla, no debe haber dobleces o distorsiones excesivas así como tampoco debe haber ninguna evidencia de daño al concreto, ocasionados ya sea por remoción de soportes o por operaciones del desensamble

4.6. Tolerancias geométricas para la cimbra. Los alineamientos, niveles y dimensiones de los espacios confinados dentro de las cimbras, deberán corresponder a lo indicado por documentos de ingeniería, admitiéndose las siguientes tolerancias: tabla 7.28, (ver fotografía 7.27).



Fotografía 7.27 tolerancias geométricas

Condición	Tolerancia
<p>Variaciones en el plomeo:</p> <p>a). En las líneas y superficies de columnas, pilastras, paneles y aristas.</p> <p>1). Hasta alturas de 3 metros.</p> <p>2). Máximo del largo total de la estructura.</p>	<p>6 mm.</p> <p>25.4 mm.</p>
<p>b). Para esquinas de columnas expuestas, ranuras de control de vigas y otras líneas conspicuas.</p> <p>1). Hasta alturas de 6 metros.</p> <p>2). Máximo del largo total de la estructura.</p>	<p>6 mm.</p> <p>12 mm.</p>
<p>Variaciones de nivel entre los documentos de ingeniería y construcción:</p> <p>a). En losas, soffitos, techos, soffocos de vigas, y en aristas medidos antes de quitarlos estribos de soporte.</p> <p>1). Hasta alturas de 3 metros de largo:</p> <p>2). En cualquier bahía con 6 metros de longitud.</p> <p>3). Máximo del largo total de la estructura.</p> <p>b). En dinteles expuestos, travesaños, parapetos, vigas horizontales y otras líneas conspicuas.</p> <p>1). En cualquier bahía con 6 metros de longitud.</p> <p>2). Máximo del largo total de la estructura.</p>	<p>6 mm.</p> <p>3 mm.</p> <p>9 mm.</p> <p>6 mm.</p> <p>12 mm.</p>
<p>Variaciones en el alineamiento de construcción a partir de una posición establecida en el plano y la posición relativa de columnas, paredes y particiones.</p> <p>1). En cualquier bahía</p> <p>2). Hasta 6 metros de longitud.</p> <p>3). Máximo del largo total de la estructura.</p>	<p>12 mm.</p> <p>12 mm.</p> <p>25.4 mm.</p>
<p>Variaciones en los tamaños y posición de los manguitos, aberturas del piso, y aberturas de las paredes.</p>	<p>6 mm.</p>
<p>Variaciones en las dimensiones transversales de las columnas y vigas y en el espesor de las losas y paredes.</p> <p>1). Mínimo.</p> <p>2). Máximo.</p>	<p>6 mm.</p> <p>12 mm.</p>
<p>Zapatas.</p> <p>a). Variaciones en las dimensiones del plano.</p> <p>1). Mínimo.</p> <p>2). Máximo.</p> <p>b). Mala colocación o excentricidades.</p> <p>1). 2% del ancho de la zapata en la dirección de la mala colocación, pero no más de :</p> <p>c). Espesor.</p> <p>1). Disminución del espesor señalado.</p> <p>2). Aumento del espesor señalado.</p>	<p>12 mm.</p> <p>51 mm.</p> <p>25.4 mm</p> <p>5%</p> <p>sin limite</p>

7.28 Tabla de tolerancias geométricas para cimbra en diferentes elementos.

5. Se documentara mediante el llenado del formato de certificación aplicable el cumplimiento con los requisitos hincados en el presente procedimiento.

6. Documentos contractuales.

1. En caso de existir controversia o discrepancia entre este procedimiento y algún documento contractual, serán mandatarios estos últimos.



Fotografía 7.29.- Colocación de cimbra circular

LISTA DE VERIFICACIÓN / INSPECCIÓN HABILITADO Y COLOCACIÓN DE CIMBRA Y OBRA FALSA

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	ÁREA RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	PROCEDIMIENTO APLICABLE
HAB.Y COLOCACIÓN DE CIMBRA Y OBRA FALSA	CONSTRUCCIÓN CIVIL	
CLIENTE	PROYECTO	FECHA
IDENTIFICACIÓN		
ESTRUCTURA:		
UBICACIÓN:		

Resultado

Diseño de Obra falsa	
Evidencia del cálculo y diseño	
Colocación	
Trazo y nivelación	
Revestimiento acabado liso, uniforme, exento de marcas	
Chaflanes y juntas de colado horizontales y verticales	
Agentes desencofrantes	
Colocación de material desencofrante	
Limpieza	
Superficies limpias de materiales extraños	
Tolerancias geométricas	
Plomeo, nivelación y alineamiento	
Dimensiones de espacios confinados	
Remoción o Descimbrado	
De laterales de los elementos (³ 30% f'c ó 12 Hrs.)	
De los fondos de trabes y losas (³ 70% f'c)	
De los puntales (³ 100% f'c)	

RESULTADO:
C = CUMPLE
N/C = NO CUMPLE
N/A = NO APLICA

OBSERVACIONES

 Topografía Superintendente de Obra Residente de Calidad Cliente

Fig. 7.30.-Lista de verificación para la inspección de las actividades de habilitado y colocación de cimbra y obra falsa.

7.4.2. PROCEDIMIENTO PARA LA COLOCACIÓN Y POST-COLOCACIÒN DEL CONCRETO.

OBJETO.

Establecer el método para la ejecución de las actividades de colocación, curado y reparaciones en defectos en el concreto.

ALCANCE.

Comprende las características recomendables de los materiales a utilizar, para la selección del equipo, el método de ejecución: preparativos previos a la colocación, método de compactación, protección del colado, determinación de las juntas, curado, identificación de defectos y el tratamiento a dar en los diferentes frentes de trabajo.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N / A. (No Aplica)

DEFINICIONES.

1. Compactación del concreto: El proceso que se sigue para eliminar mediante vibración el aire atrapado en el concreto fresco recién colocado.
2. Junta Fría: Superficie expuesta de concreto recién colocado, en la etapa de fraguado inicial, de tal manera que un vibrador no puede ser fácilmente insertado en una profundidad de 5 a 15 centímetros medidos desde la superficie y además del orificio permanece cuando el vibrador es extraído después de hacer vibrado.
3. Corte en verde: método de preparación de juntas de construcción usando cepillo de alambre y/o chorro de agua y aire a presión hasta dejar el agregado expuesto; este proceso se ejecutará al inicio del fraguado inicial.
4. Junta de contracción. Lugar en que se prevé una detención del proceso de construcción (generalmente indicados en los planos de diseño) donde posteriormente habrá una liga entre concreto fresco y concreto ya endurecido.
5. Curado de concreto: mantenimiento del concreto de humedad y de temperatura satisfactoria en el concreto durante un periodo definido con el propósito de que se desarrollen las propiedades deseadas.

6. Caja, preparación a escuadra con secciones geométricas regulares y con un mínimo de profundidad de 1" efectuada a los elementos estructurales.

ANEXOS.

Lista de verificación de colocación y postcolocación de concreto
(fig.7.35)

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de Obra es responsable de la implantación de éste procedimiento.
2. El Jefe de Disciplina y/o su designado serán responsables de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.
3. El Superintendente de Control de Calidad o su designado certificará las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria en la ejecución del proceso y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO

1. Propiedades de los materiales. Se asegura que los materiales y actividades empleados posean las siguientes características:

1.1. Calentones. Aumentos de temperatura alrededor del área de colado cuando la temperatura ambiente es inferior a los 5^a C.

1.2. Agua El agua a utilizarse para el curado debe ser limpia y estar libre de contaminantes perjudiciales al concreto, cuando el aspecto es un factor importante en la estructura. No debe ser más de 11^a C más fría que el concreto.

1.3. Mezcla de líquidos formadores para el curado del concreto-
Requerimientos físicos:

- Las mezclas de líquidos formadores de membrana del tipo claro o translúcido sin colorante y claro o translúcido con colorante fugitivo deben ser claras o translúcidas.
- Las mezclas formadoras de membranas de colorante fugitivo debe ser fácilmente distinguible sobre la superficie del concreto por al menos 4 horas después de la

aplicación, pero deberá ser invisible después de 7 días de aplicado si es que está expuesto a la luz del día.

- Las mezclas de líquidos formadores de membranas de pigmentos blancos deberán consistir en pigmentos y vehículo de color blanco bien dividido ya mezclado. Para su inmediato uso, debe presentar una apariencia blanca y uniforme.
- Deben de tener una consistencia que puedan estar listos para ser aplicados por medio de spray (aerosol) o por medio de cepillo o rodillo.
- Las mezclas de líquido formadores de membranas deberán ser almacenables por al menos 6 meses sin deteriorarse, excepto para aquellas mezclas de tipo de emulsión de agua que se espera no sean resistentes al congelamiento.
- Las mezclas de líquidos formadores de membrana de pigmentos blancos no deberán asentarse rápidamente o conglutinarse en el contenedor o recipiente y deberán ser capaces de ser mezcladas en una consistencia uniforme por medio de agitación moderada.

2. Maquinaria y/o equipo de colocación y post-colocación del concreto. Equipo de compactación (cubre únicamente la vibración interna por considerarse que es la más utilizada en una planta de tipo industrial). (Fotografía 7.31).

2.1. Vibradores internos. Llamados con frecuencia vibradores de corto alcance (atizador), tienen una caja o cabeza vibradora, la cabeza se sumerge en el concreto y actúa en forma directa sobre él.

2.1.1. El requisito principal para un vibrador interno es su efectividad para compactar el concreto, debe tener un radio de acción adecuado y ser capaz de "licuar" y desairar con rapidez el concreto. La siguiente tabla proporciona el intervalo común de las características, el comportamiento y las aplicaciones del los vibradores internos, se proporcionan frecuencias recomendables, así como valores sugeridos de momento excéntrico, amplitud promedio y fuerza centrífuga. También se proporcionan alcances aproximados de radio de acción y la velocidad de colado del concreto, son valores empíricos basados sobre todo en experiencias previas.



Fotografía 7.31.- Revisión del equipo de vibración antes de la colocación de concreto

3. Método de ejecución. Preparativos previos a la colocación del concreto.

3.1. Cuando el colado sea de una magnitud y /o importancia considerable donde haya interfaces con las demás disciplinas se efectuara una “junta de pre colocación del concreto” para asegurar que no habrá interferencias en la colocación del concreto por ninguna de las disciplinas en el proyecto.

3.1.1. La instalación del alumbrado para obtener visibilidad en el área de colocación del concreto en turno nocturno, será colocado por personal eléctrico como mínimo 2 horas antes que termine la luz del día.

3.1.2. El equipo de compactación será colocado en el área donde se efectuar el colado, como mínimo ½ hora antes que empiece la actividad y se verificará su buen funcionamiento.

3.1.3. Los siguientes requisitos deben ser verificados antes de proceder a vaciar el concreto.

- a). El trazo y nivelación será efectuado por el topógrafo documentándose esta actividad en la libreta del mismo.
- b). La localización de las juntas de construcción estarán marcadas en el área de contacto del concreto, el topógrafo será el responsable de ubicarlas de acuerdo a lo indicado en los documento.
- c). La posición, diámetro, separación así como la forma de las varillas de refuerzo estarán en cumplimiento con documentos aplicables.

d). El plomeo, alineamiento, troquelado y la separación entre la cimbra y el armado (recubrimiento) estarán determinadas en los documentos aplicables.

e). La localización, niveles, número y diámetro de los embebidos estarán en cumplimiento con los documentos aplicables.

f). El picado del concreto en la unión de las juntas de construcción 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 objeto de lograr una superficie rugosa de tal manera que el agregado sano este expuesto.

g). La limpieza será tal que no quede dentro de área de contacto del concreto ningún tipo de material extraño.

h). Previo a la colocación del concreto las estructuras deberán ser humedecidas pero sin causar encharcamientos.

i). La cantidad y el diámetro de los vibradores serán determinados en base al volumen de concreto y el tipo de estructura por cola.

j). El número de personal que intervendrá en el colado deberá ser suficiente para garantizar continuidad en la colocación del concreto.

k). Se verificara que el acceso al colado esté libre de interferencias para el paso del equipo de transporte del concreto.

3.2. Colocación del concreto. La colocación del concreto se efectuará en forma continua sin interrupciones, hasta terminar totalmente el volumen requerido del elemento estructural dejando únicamente aquellas juntas de colado que estén indicadas.

3.2.1. Previo a la colocación del concreto se tomarán muestras para verificar que el revenimiento y la temperatura del concreto estén de acuerdo a lo especificado en los documentos, y se enviaran muestras al laboratorio para obtener la resistencia a compresión del concreto y/o modulo de ruptura la cual será de acuerdo al $f'c$ indicada en el diseño de mezcla previamente aprobado por ingeniería o control de calidad y el cliente (cuando aplique).

3.2.2. La rapidez se efectuar tal que el concreto fluya fácilmente y penetren en los espacios entre las varillas de refuerzo y la cimbra.

3.2.3. Será 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.

3.2.4. La altura máxima permitida de la parte inferior del pantalón o trompa de elefante al área de colocación final del concreto no deberá exceder de 1.20 m. de altura en áreas confinadas (muros, trabes, columnas, etc.) y de 0.90 m. para colocaciones en áreas expuestas a corrientes de aire como losas, cimentaciones, entre otras). (Fotografía 7.33)

3.2.5. La colocación del concreto deberá ser tal que evite recorridos de filtración, fisuras, y planos de debilidad (juntas frías).

3.2.6. Frecuencia de las pruebas: las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto colado cada día, se deben tomar por lo menos una vez al día y no menos de una vez cada 115 m³ (ACI 368-2 Sección 56.2) de concreto o no menos de una vez cada 465 m² de superficie de losas y muros. Una prueba de resistencia debe de ser el promedio de los valores obtenidos de dos cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados a 28 días o a la edad de prueba designada para la determinación de f'_c .

3.3. Método de compactación. Cuando sean utilizados vibradores de inmersión se asegurará que la compactación del concreto se efectúe de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- a). La inserción del vibrador será vertical y espaciada 1.5 veces el radio de acción del vibrador en uso.
- b). El vibrador se introducirá en la masa del concreto penetrando 5 cm. aproximadamente en la capa inferior retirándose lentamente.
- c). Cada inserción del vibrador durara lo suficiente para consolidar el concreto pero sin causar segregación en el mismo, por lo general el vibrador deberá ser sumergido en el concreto a intervalos de 5 a 15 seg. Retirándolo lentamente. (El tiempo de inserción del vibrador depende de la consistencia del concreto). (Fotografía 7.32 y 7.34).

3.4. Verificación del equipo de compactación. Se verificara el equipo de compactación utilizado para los diferentes colados. Esta verificación se llevará a cabo por medio de un tacómetro calibrado, el cual nos indicará si el vibrador se encuentra dentro de la frecuencia indicada siguiente (tabla del ACI-309).

Diámetro del vibrador (pulgadas)	$\frac{3}{4}$ a 1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$ a 2.	2 $\frac{1}{2}$ a 3	3 $\frac{1}{2}$ a 5	6 a 7
Rango de frecuencia recomendada (r.p.m).	10000 a 1500	9000 a 13500	8000 a 12000	7000 a 10500	5500 a 8500

- 3.5. Protección del colado, Material de protección para cubrir el área o elemento por colar. Lonas o material plástico. Material que servirá de protección contra posibles cambios del medio ambiente y colocado en lugares estratégicos dentro del área donde se encuentre el elemento a colar. Costales, carpetas de algodón y alfombras, podrán ser utilizados siempre y cuando estén libres de sustancias dañinas, durante las primeras 10 horas que sigue al vaciado, el agua de lluvia o algún otro agente deterioren al concreto para lo cual podrán ser utilizados los materiales arriba mencionados. Que una vez iniciado el fraguado en cualquier superficie ya terminada se transite sobre ella o se altere de alguna manera su estado de reposo durante un término mínimo de 24 horas, para ello señalizarán el área o depondrán de barreras para la protección adecuada.



Fotografía 7.32.- Colocación de concreto en losa de cimentación de las fosas de azufre.

- 3.6. Juntas frías. Se determinará que ha ocurrido una junta fría cuando el concreto se encuentre en la condición establecida en el párrafo 4.2 de este procedimiento.
- a). Iniciar el curado inmediatamente.
 - b). Si el concreto está fresco y en proceso de fraguado se procederá a efectuar un corte en verde; aplicando chiflón de agua y aire a

presión o cepillando la superficie de la junta y cumplir con los requerimientos de una junta normal de construcción.

c). Si concreto está fresco se deberá hacer llaves en las juntas frías y cumplir con los requerimientos de una junta de construcción original.

d). Si el concreto se encuentra en proceso de fraguado se picará la junta en toda su extensión verificando que los bordes sean perpendiculares a la superficie.

3.7. Sistemas de curado. Existen principalmente dos sistemas para mantener un contenido satisfactorio de humedad en el concreto: La continúa o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersion, o materiales de recubrimiento saturados como carpetas de yute o algodón, alfombras, tierra, aserrín, paja o heno.

Y la aplicación de compuestos de curado formadores de membrana sobre el concreto recién colado.

3.8. Sistemas de curado con agua: la continúa o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersion o materiales de cubrimiento saturados como carpetas de yute o algodón, alfombras, tierra, arena, aserrín.



Fotografía 7.33.- Colocación de concreto en elementos esbeltos.

- Anegamiento o inmersión. El método más completo y recomendado de curado, el cual consiste en la inmersión total de la unidad de concreto ya terminada en agua; este método puede emplearse en cualquier lugar donde sea posible crear

un charco de agua mediante un bordo o dique de tierra u otro material en el borde de una losa u otra estructura similar; debe verificarse que los daños provocados por la pérdida de agua encharcada debido a fugas que pudiesen presentar y provoquen que la losa no reciba el curado apropiado, en cambio ablandé el terreno sobre el que se asienta dicha losa.

- Costales, carpetas de algodón y alfombras. Estos materiales retendrán el agua sobre la superficie de concreto sea este vertical u horizontal; mientras más pesado sea el costal más agua retendrá y será necesario mojarlo con menos frecuencia, es ventajoso colocarlo doble, traslapando las tiras hasta la mitad de su ancho, lo cual proporcionará una mejor retención de humedad y ayudará a que no se levante cuando sople el viento fuerte o cuando llueva, las carpetas de algodón y las alfombras retienen el agua durante más tiempo que el costal, con menos riesgo a secarse, la colocación de estos materiales no podrán efectuarse hasta que el concreto no sufra daños sobre su superficie al colocar estos.
- Arena y aserrín, La arena y el aserrín mojados se emplean para el curado de la misma manera que la tierra, estos materiales son especialmente útiles cuando los carpinteros y montadores de cimbras deben trabajar en la superficie, ya que dichos recubrimientos ayudan a proporcionar protección contra raspaduras y manchas.

3.9. Sistema de curado mediante la aplicación de compuestos de curado: los materiales selladores son membranas que se colocan sobre el concreto para reducir el agua por evaporación, las ventajas son mayores puesto que permiten la pérdida de humedad mediante el sellado, existiendo menos posibilidad de que el concreto se seque antes de tiempo debido, así mismo los materiales selladores son más fáciles de manejar y pueden aplicarse más temprano, a veces sin la necesidad de un curado inicial. (Fotografía 7.34)

3.10. Tipo de curado; para temperaturas ambientales promedio superiores a los 5^a C, el periodo mínimo recomendado de conservación de humedad y temperatura es de 7 días, o el tiempo necesario para alcanzar el 70% de la resistencia a la compresión o a la flexión especificada, cualquiera de los periodos que sea menor.

3.11. Curado en estructuras y/o edificios. En condiciones normales de colado, el curado debe efectuarse por alguno de los métodos, o combinación de métodos, descritos en el punto 3.8 y 3.9.

3.11.1. Cuando se requiere un curado adicional de las superficies inferiores después de la remoción de las cimbras deben aplicarse compuesto líquidos para formar membrana de curado, o rociar las superficies lo suficiente para que se conserven continuamente humedades.

3.11.2. En las superficies verticales y en otras superficies cimbradas, después de que el concreto se haya endurecido y antes de retirar las cimbras, pueden aflojarse los amarres y verter agua entre las cimbras y la superficie de concreto, cuando esto sea necesario para conservarlo mojado, inmediatamente después del retiro de las cimbras

3.12. Reparaciones del concreto. Clasificación de defectos.

Defecto tipo I. Es el área en la cual el defecto queda comprendido en una profundidad límite al recubrimiento del acero de refuerzo; estos defectos serán reparados por razones cosméticas y de acabado exclusivamente.

Defecto tipo II. Defecto que va más allá del recubrimiento del acero de refuerzo pero que no excede de un tercio de espesor mínimo de la estructura del concreto, para el caso de vigas y losas se considera la dimensión menor que describa el peralte o espesor.

Defecto tipo III. Defectos con profundidades que van más allá del tercio del espesor mínimo.

3.12.1. Los defectos tipo I no requerirán documentación que avale la preparación y reparación del defecto mismo, los defectos tipo II y III si requerirán documentación. La identificación de los defectos en partidas ahogadas (defectos que se proyecten más allá del espesor de la placa y se internen por la cara ahogada) solo se clasificaran como defectos tipo III.

3.12.2. Reparación de los defectos en estructuras coladas.

Después del descimbrado se corregirán todas las rebanadas, desalineaciones y pequeñas salientes por medio de cincelado o labrado, los pernos, clavos, amarres u otros materiales insertos no deseados deberán ser retirados ; cualquier cavidad como la de los separadores deberán rellenarse a menos que los documentos aplicables indiquen dejarlos así por motivos decorativos, si después del descimbrado se detecta concreto segregado, se picará el área hasta que quede después el concreto sano, posterior a esto se evaluará el área para determinar el tipo de defecto que corresponda de acuerdo a la clasificación indicada.



Fotografía 7.33.- Colocación de concreto en bases de equipos.

3.13.Recolado (defecto tipo III): El concreto a utilizar deberá tener una relación agua-cemento de 0.50 o menor, el tamaño del agregado deberá ser de preferencia no mayor de 1/3 parte del espesor del “parche”. Este método deberá ser usado cuando el defecto se extienda a través de una sección del concreto o en los defectos con una profundidad mínima de 15 cm. Y un área de 450 cm².

- a). Se verificará que la junta de construcción esté libre de concreto defectuoso hasta que el agregado sano este expuesto preparando ésta con equipo de percusión o herramienta manual debiéndose preparar una caja de secciones geométricas regulares (cuadrada, rectangular, etc.) no se aceptara la preparación del elemento estructural si la figura presenta lados desiguales.
- b). La preparación de la superficie será actividad previa a la colocación del concreto nuevo (recolado) y deberá encontrarse limpia, libre de aceite, grasa, tierra y partículas sueltas y/o ásperas, recomendándose que se efectúe por medio de sopleteado con aire comprimido, el perímetro del área dañada deberá perfilarse evitando dañar el acero de refuerzo.
- c). Previo a la colocación del concreto nuevo (recolado) la superficie que va a recibir este se saturará con agua por un mínimo de 2 horas y se verificará que se remueva el agua estancada.

d). La cimbra deberá ser de madera o de otro material que pueda cumplir las funciones de esta, esta deberá tener una entrada que permita u asegure un llenado completo esta entrada debe quedar como mínimo 5 cm. Arriba del nivel máximo de llenado de la zona a reparar.

Colocación del concreto.

a). Durante el vaciado del concreto deberá ser vibrado éste por medio de equipo de compactación tipo lápiz, cadenas o varillas corrugadas de diámetro tal que aseguren un vibrado efectivo para la eliminación del aire atrapado en la mezcla.

b). Se realizará el curado de concreto nuevo (recolado) para asegurar una correcta adherencia de éste con el concreto colocado anteriormente.

d). Durante la preparación del material de reposición se deberá prever que el acabado (color o tono final del material) sea similar al del elemento, siempre y cuando se indique en el proyecto como aparente.

4. Acabado.- el acabado para superficie de concreto será la indicada en los planos de diseño o especificaciones.

5. Se documentará mediante el llenado del formato de certificación aplicable el cumplimiento con los requisitos indicados en el presente procedimiento.

6. Cuando los resultados de ensayos de los cilindros de concreto no cumplan con la resistencia especificada para el proyecto, se podrán obtener la extracción de corazones del elemento afectado, para realizar pruebas de resistencia a compresión, para verificar si cumple o no con el valor de resistencia indicado en la especificación aplicable al proyecto.

Evaluación y aceptación del concreto: El concreto se considerara aceptable cumpliendo con lo indicado en el procedimiento NC1-29 (Análisis Estadístico de concreto hidráulico).

7. El calor de hidratación será controlado en base a lo indicado en la especificación del proyecto (cuando se requiere).

8. Documentos Contractuales.

8.1. En caso de existir controversia o discrepancia entre este procedimiento y algún documento contractual, serán mandatarios estos últimos.



Fotografía 7.34. Curado de concreto en zapatas y contra trabes.

Fig. 7.35.- Lista de verificación para las actividades de colocación y post-colocación de concreto.

7.5. RELLENOS EN CIMENTACIÓN.

OBJETIVO.

Establecer el método para la ejecución de las actividades de relleno y compactación con material de banco o producto de excavación.

ALCANCE.

Las propiedades de los materiales que serán utilizados, las características recomendables para la selección del equipo que ha de ser empleado, así como el método de ejecución que ha de seguirse para el desarrollo de las actividades de relleno en áreas donde previamente hubo una excavación para alojar cimentaciones, muros, alcantarillas, cunetas, drenes u otras estructuras similares.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

N / A. (No Aplica)

DEFINICIONES.

1. Relleno compactado. La colocación y consolidación 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 de material colocado.

2. Compactación, el incremento del peso volumétrico seco de un suelo, cuando se expulsa parte del aire y del agua de su masa por medios artificiales.

ANEXOS.

Lista de verificación para rellenos compactados.(figura 7.39)

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de obra es responsable de la implantación de este procedimiento.
2. El Jefe de disciplina es responsables de asegurar que el personal a su cargo realice las actividades de rellenos compactados, de acuerdo con el presente procedimiento.
3. El Superintendente de control de calidad o su designado certificara las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria en la ejecución del trabajo de rellenos y compactados y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO.

1. Propiedades de los materiales Se asegurara que los materiales empleados para los rellenos compactados poseen las siguientes características:

1.1. Material producto de excavación. Se asegurara que materiales empleados para los rellenos compactados poseen las siguientes características.

- a). El volumen de material que excede el tamaño de 2" no debe sobrepasar el 15% del volumen total de material.
- b). No se permitirá el uso de cascajo o pedacearía de materiales de construcción como material de relleno en excavaciones para cimentaciones o zanjas para alojar tuberías.

1.2. Material de banco. La selección del banco de material dependerá en gran medida de la distancia que exista entre este y proyecto, y de que el material cumpla con lo especificado en los documentos aplicables.

1.3. Agua. El agua a ser utilizada para la homogeneización del material de relleno deberá ser clara, libre de impurezas orgánicas que pudieran afectar la consistencia del material.

2. Características del equipo. Se verificara antes de la ejecución de los rellenos se cuente con el equipo minino siguiente (la característica del equipo por seleccionar depende de las condiciones propias de la zanja que ha de ser rellena):



Fotografía 7.36.- Relleno y Compactación en el Rack Secundario de Tuberías.

2.1. Rodillo vibratorio manual (Autopropulsado). Este equipo será utilizado cuando las características de la zanja (ancho y largo) lo permitan, el espesor de la capa de material suelto que ha de ser compactado no debe sobrepasar los 15 cm. De acuerdo a las características del tipo de suelo o material a utilizar. (Fotografía 7.36).

2.2. Compactador tipo bailarina mecánica o neumática, este equipo será utilizado cuando el ancho de la cepa sea tal que no permita la utilización del rodillo vibratorio manual, el espesor de la capa de material suelto que ha de ser compactado con este equipo no debe sobrepasar los 10 cm. De espesor, De acuerdo a las características del tipo de suelo o material a utilizar.

3. Método de ejecución. Se asegurara que el método de ejecución de las actividades de relleno y compactación con materiales de banco producto de excavación se realicen de acuerdo a los siguientes parámetros:

3.1. Actividades preliminares: se verificara que antes de proceder con las actividades de relleno, las estructuras de concreto se encuentren libre de defectos de vibrado, así como de separadores metálicos alambres, u otros elementos similares que pudieran propiciar la corrosión del acero, así mismo la superficie de desplante deberá encontrarse limpia y libre de materiales indeseables (desperdicios, basura, y/o material orgánico).

3.2. Homogenización del material: previo a la homogenización del material, la humedad optima del material deberá ser determinada mediante un análisis de prueba proctor efectuada al material de relleno para conocer la cantidad de agua necesaria que requiere este para su compactación, a esta humedad optima se le agregara un mínimo del 2% para garantizar la permanencia de humedad cuando se esté llevando a cabo el proceso de compactación.

3.2.1. Cuando el tamaño de la zanja es de pequeñas dimensiones la homogenización del material se efectuara de la siguiente manera.

a). El material que será utilizado para el relleno deberá encontrarse en los límites adyacentes de la zanja.

b). Se incorporara agua a este material en las condiciones en que se encuentre este, se dejara reposar un mínimo de 2 hrs. Y posteriormente será depositado dentro de la zanja para su compactación.

c). Cuando se vaya depositando en la zanja se tratara de mezclarlo lo más uniforme posible por medio de pala y/o azadón.

3.2.2. Cuando el tamaño de la zanja es de considerables dimensiones, donde sea requerido un volumen de material alto, la homogenización se efectuara de acuerdo a los siguientes parámetros.

a). Se depositara el material en una plataforma con dimensiones tales que permitan efectuar la homogenización del material (el tamaño así como ubicación de la plataforma dependerá del volumen por homogenizar, el área de la plataforma deberá encontrarse limpia, así como libre de contaminación).

b). Utilizando una moto conformadora se hará el extendido del material sobre la plataforma con un espesor máximo de capa de 40 cm.

c). Se incorporara un riego de agua utilizando un camión pipa, el cual llevara un aditamento que garantice la uniformidad en la salida del agua y el riego deberá ser lo suficiente para alcanzar el porcentaje de humedad optimo mas el 2 % como mínimo determinado mediante las pruebas de laboratorio.

d). Con la moto conformadora se procede a mezclar el material de manera uniforme (acamellonado) hasta obtener una homogenización tanto en espesor, como en composición y contenido de agua.

3.3. Tendido de materia; antes de proceder al tendido de la primera capa, la superficie e desplante deberá recibir un riego intenso de agua (riego de liga) en cantidad tal que la humedad permanezca visible por lo menos durante el tiempo en que dura el tendido de material (pero sin causar encharcamiento del agua). (Fotografía 7.37)



Fotografía 7.37.- Relleno y compactación en el rack principal de tuberías.

El material que se encuentra previamente homogenizado se colocara por capas en el área donde va a efectuarse el relleno, el espesor de la capa será determinado por el equipo a utilizar para la compactación. (Fotografía 7.38)

3.4. Compactación del material: la compactación del material da inicio una vez que se ha realizado el tendido del material en el área por rellenar, el equipo de compactación utilizado determinara el número de pasadas requeridas sobre el material, hasta que este alcance como mínimo 90% prueba proctor de compactación, o la que determinen los documentos de ingeniería, deberá existir un reporte de compactación certificando el cumplimiento de este apartado, en este deberá indicarse la localización así como la elevación precisa del relleno efectuado en la capa tratada.

3.4.1. Posterior a la colocación de la primera y de las capas subsecuentes se le dará un riego intenso con agua (riego de liga) antes de procederá la colocación del material para uniformizar las condiciones de humedad entre los materiales.

3.4.2. En caso de que alguna capa ya compactada a las características especificadas sufra deterioro debido a malas condiciones climáticas y/o a algún defecto externo, el área afectada de la capa compactada deberá ser retirada para volver a ser tratada de acuerdo a lo descrito en el presente procedimiento, previo a una revisión de su compactación para asegurar que el grado de compactación se haya perdido.



Fotografía 7.38.- Relleno y compactación con medios mecánicos en el área de los sellos de azufre.

LISTA DE VERIFICACIÓN / INSPECCIÓN RELLENO COMPACTADO

ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	ÁREA RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	PROCEDIMIENTO APLICABLE
RELLENO COMPACTADO	CONSTRUCCIÓN CIVIL	
CLIENTE	PROYECTO	FECHA
IDENTIFICACIÓN		
ESTRUCTURA:		
UBICACIÓN:		NIVEL INFERIOR: SUPERIOR:
TIPO DE PRUEBA	Nº DE CAPA(S)	
EQUIPO EMPLEADO:		

	Resultado
Preliminares	
Localización	
Trazo	
Limpieza de materiales a utilizar	
Limpieza del área	
Relleno	
Incorporación de humedad	
Grado de compactación	
Espesor de la capa	
Instalaciones Cubiertas	
Instalaciones	
Preparaciones	

RESULTADO:
C = CUMPLE
N/C = NO CUMPLE
N/A = NO APLICA

OBSERVACIONES

Topografía
Superintendente de Obra
Residente de Calidad
Cliente

Fig. 7.39.- Lista de verificación para la inspección de las actividades de relleno compactado.

7.6. CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE PLUVIAL, ACEITOSO Y QUÍMICO.

OBJETIVO.

Definir el método para la ejecución de las actividades de instalación de tubería y accesorios de Polietileno Alta Densidad en el Proyecto.

ALCANCE.

Este procedimiento comprende el método de ejecución de los trabajos de instalación de tubería, por sistema espiga – campana, prueba de Hermeticidad, relleno inicial, y prueba de fluidez.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO.

ASTM F-1417.

DEFINICIONES.

1. Acostillamiento: es el relleno lateral de la tubería hasta un 50% del diámetro de la misma con arenas o gravas controladas.

2. Agua Freática: es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región.

3. Hermeticidad: Característica de una red de conductos de no permitir el paso de agua a través de sus juntas.

ANEXOS.

1. Certificado de prueba de hermeticidad en tubería PAD. (fig. 7.45)
2. Certificado de prueba de continuidad y fluidez. (fig. 7.44)

RESPONSABILIDADES.

1. El Gerente de Sitio y/o su designado serán los responsables de la implantación del presente procedimiento.

2. El jefe de disciplina y/o su designado serán los responsables de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.

3. El Superintendente de Control de Calidad o su designado certificará las actividades del presente procedimiento mediante la revisión aleatoria durante la ejecución *del proceso* y la revisión documental de acuerdo a lo indicado en el formato de certificación aplicable.

PROCESO.

1. Propiedades de los materiales.

Tubería de Polietileno y Accesorios. Se utilizará para la tubería y sus accesorios, tubería de Polietileno Alta densidad especificada por el Proyecto, cuyas propiedades físico-químicas serán certificadas de acuerdo a:

Para tubería de 3" a 10" (AASHTO – M252).

Para tubería de 12" a 47" (AASHTO – M294).

Para tubería de 53" a 60" (AASHTO – MP7-97).

2. Método de Ejecución.

1. Levantamiento topográfico. Previo al inicio de la excavación para la instalación de la tubería se marcarán trayectorias de la línea de la tubería de acuerdo a Proyecto, se recomienda sean colocadas estacas con el nivel de corte del terreno a cada 20 metros de espacio entre una y otra como mínimo.

1.1. El marcado de preferencia se realizará con calhidra delimitando los paños de la excavación.

2. Excavación. Se recomienda que la excavación se efectúe con una máquina excavadora o retroexcavadora donde existan sitios accesibles para ello y en forma manual donde no se tenga acceso, se deberá excavar hasta el nivel que indiquen los planos del proyecto.

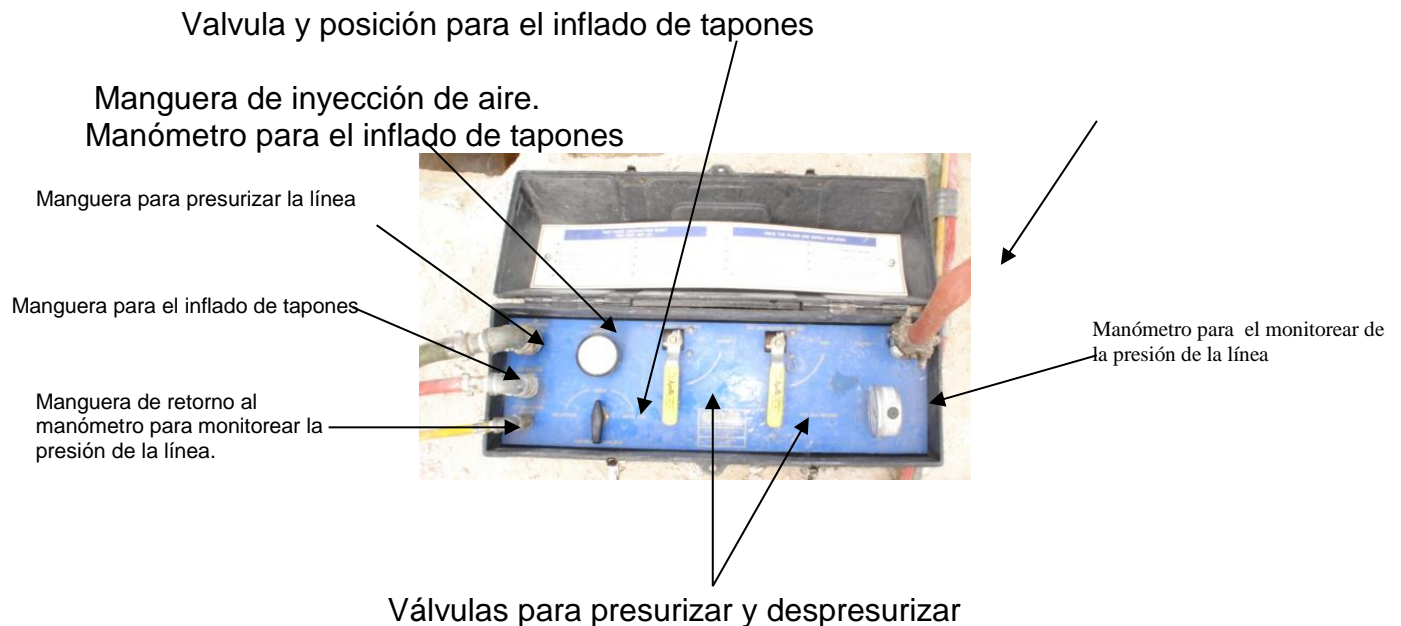
3. Retiro de aguas freáticas. Si debido a la profundidad de excavación, hay presencia de aguas freáticas ésta se retirará por medio de bombas de achique, ya sean eléctricas o de combustión.

No se deberá permitir la ejecución de cualquier trabajo (cimentación, plantilla, instalación de la tubería y colocación de los materiales de relleno), en presencia de agua.

4. Saneamiento. Una vez controlado el agua de nivel freático, se procede a retirar del fondo de la excavación, el material saturado o contaminado, siendo ésta una capa de entre 30 a 45 cm según lo requiera, posterior a ésta actividad se recuperará un 100% de la capa saneada con material especificado por el proyecto y que cumpla con las recomendaciones de la norma ASTM D 2321.

5. Material y equipo: Se debe contar como mínimo con el equipo y material siguiente:

- Tapones herméticos para los extremos del tramo a probar, del diámetro adecuado, estos deben de contar con sus manómetros individuales con amplitud de escala de 0 a 30 lb/in², para estar monitoreando la presión de los mismos, ya que si estos pierden presión, pueden salir disparados.
- Una válvula de cierre, una válvula de regulación de presión y una válvula de alivio.
- Manómetro con amplitud de escala de 0 a 1 kg/cm².
- Compresor de 1000 litros de capacidad.
- Cronómetro.
- Mangueras para alta presión.
- Lubricante ADS (Para pruebas en tubos tipo HC).
- Trapos o estopa limpios y secos.
- Equipo de presurización.



6. Manejo y Montaje de Tubería. La tubería se trasladará auxiliándose mediante vehículos y/o equipos apropiados.

6.1. Una vez hecha la excavación, saneo, y verificación de los niveles de arrastre, se procederá a depositar la tubería al interior de la zanja.

6.2. La tubería se depositará por tramos utilizando equipo apropiado para cargar y maniobrar la tubería, cuidando que no se dañe durante la maniobra.

7. Unión de la tubería. Para la unión de la tubería se deberá considerar lo siguiente:

7.1. Limpiar completamente los extremos de campana y espiga, asegurándose que estén libres de polvo y/o lodo, posteriormente quitar la envoltura protectora del empaque. Si se ha removido el empaque asegúrese de que el asiento del empaque esté limpio y reinstale el empaque estirándolo sobre el tubo y colocándolo en el asiento. Los empaques deben instalarse con la marca frente al acople.

7.2. Quite los collares de embarque (cuando los haya), antes de bajar el tubo a la zanja. No instale el tubo con los collares puestos en el tubo y no los tire dentro de la zanja.

7.3. Coloque el lubricante ADS (lubricante vegetal), en el área interior de la campana y en el empaque.



Fotografía 7.40. - Instalación y colocación de registro de visita pluvial.

7.4. Una vez colocado el lubricante habrá que alinear el tubo, colocándolo con su pendiente indicada en el proyecto. Generalmente los tubos, deben tenderse comenzando en el extremo aguas abajo y avanzando hacia aguas arriba. Los tubos de diámetros pequeños (menos de 18 pulgadas) pueden instalarse usualmente empujando la espiga hacia la campana de la junta en forma manual. Los diámetros superiores a 24 pulgadas. Pudieran necesitar la utilización de una barra y/o equipo, debe usarse un bloque de madera para evitar dañar la campana. Cuando se empuje la espiga hacia la campana, asegúrese de que el material de la plantilla no entre en la campana por la espiga ya que esto puede ocasionar fugas. (Fotografía 7.40 y 7.41).

7.5. Por último se acostillará la tubería con material de calidad especificado en el proyecto.

3. La prueba de hermeticidad será por el método de PRUEBA DE AIRE A BAJA PRESIÓN.

1. Después de que la tubería se ha instalado entre dos registros o pozos con un relleno para su empotramiento, los tapones serán colocados y asegurados en cada pozo y/o registro, se deben dejar expuestas las juntas de la tubería, para efectos de la prueba.



Fotografía 7.41. - Instalación y colocación de tubería de polietileno

2. El aire se introduce lentamente hasta alcanzar lo referido en la norma ASTM F1417 especifica que se debe mantener una prueba de presión de aire de 3.5 psi, (0.251 kgf/cm²) a lo largo de un tramo de tubería durante un tiempo determinado, de acuerdo al diámetro del tubo; Con una caída máxima de presión de 1 psi (0.07 kgf/cm²). A pesar de que los diámetros listados en la norma ASTM F1417 solo incluyen hasta 36 pulg. La norma es flexible y acepta que para diámetros mayores a 36 pulg., el fabricante tiene facultad para modificar la presión de prueba y recomienda que para el caso específico en el Proyecto, la presión para la tubería de diámetro de 60 pulg., será de 2.78 psi (0.2 kgf/cm²) a lo largo de un tramo de tubería, y durante un periodo de tiempo, con una caída máxima de presión de 0.697 psi (0.05 kgf/cm²).

Para consultar los tiempos de prueba, ver tablas A1 y A2.

Una vez alcanzada la presión establecida, se regula el suministro de aire para mantener la presión interna por lo menos 2 a 5 minutos; Este tiempo permite que la temperatura del aire que entra se iguale con la de las paredes de la tubería.

Para el caso de la tubería de 60" el tiempo será de 5 a 10 min.

Cuando la temperatura se ha igualado y la presión se ha estabilizado, la manguera de suministro de aire se desconectará, o la válvula de control se cerrará y se iniciará el conteo del tiempo con un cronómetro.

4. Relleno. Para efectos de realizar la prueba de hermeticidad se procederá a efectuar el relleno inicial, el cual será el que cubra la tubería hasta una altura de 30 cm por arriba del lomo del tubo, compactando al 90%, una vez pasada la prueba se procederá a realizar el relleno final que será con material de calidad controlada.

5. Seguridad: Los tapones deben ser instalados de manera que se prevengan que salgan disparados, ya que la expulsión repentina es peligrosa; por ello, se recomienda que se instalen y atraquen adecuadamente contra la pared del pozo y que no se utilicen presiones mayores de 0.6 kg/cm².

Por ningún motivo debe de haber personas cerca del pozo de visita.

6. Aceptabilidad: Para determinar la aceptabilidad de la prueba se usa un tiempo predeterminado para una caída de presión especificada, generalmente 0.07 kg/cm²; no obstante, se pueden especificar otros valores, siempre que los tiempos requeridos se ajusten adecuadamente.

Se puede aceptar una caída de presión de 0.035 kg/cm², en lugar de 0.07 kg/cm²; entonces los tiempos de prueba requeridos para ésta deben ser divididos entre dos, y así sucesivamente se pueden aceptar caídas de presión menores siempre y cuando se respete una relación lineal al tiempo de la tabla A1, que acepta la caída de presión de 0.07 kg/cm².

Si el tiempo transcurrido para la caída de presión de 0.07 kg/cm² o 0.035 kg/cm², es mayor al mostrado en las tablas A.1 o A.2, para el diámetro y longitud de tubería que se trate, el tramo de prueba habrá pasado y se consideraba libre de defectos. La prueba puede ser suspendida una vez que el tiempo mostrado en las tablas A.1 o A.2 ha transcurrido, aun cuando la caída de presión de 0.07 kg/cm² o de 0.035 kg/cm² no haya ocurrido.

Si la caída de presión de 0.07 kg/cm² o 0.035 kg/cm² ocurre antes del tiempo especificado en las tablas A.1 o A.2, la pérdida de aire será excesiva y se considera que el tramo no ha pasado la prueba; los responsables del sistema de alcantarillado determinarán con sus propios medios, el origen de la(s) fuga(s), y reparará o sustituirá los materiales apegados a normas y especificaciones del proyecto. El tramo se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos de esta prueba.

TABLA A.1.

Tiempo requerido para una caída de presión de 0.07 kg/cm.², para las longitudes y diámetros de tubería indicados y Q = 0.000457 m.³/min./m.²

TM = Tiempo Mínimo

Diam (pulgadas)	Log max para tiempo minimo (m)	Tiempo minimo (min)	Tiempo para otras longitudes en minutos													
			18 mt	24 mt	30 mt	36 mt	42 mt	48 mt	54 mt	60 mt	66 mt	72 mt	78 mt	84 mt	90 mt	96 mt
6	121.24	5.67	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
8	90.93	7.56	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	8
10	72.74	9.45	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	10	11	12	12
12	60.62	11.34	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	12	13	15	16	17	18
15	48.50	14.17	TM	TM	TM	TM	TM	TM	16	18	19	21	23	25	26	28
18	40.41	17.01	TM	TM	TM	TM	18	20	23	25	28	30	33	35	38	40
24	30.31	22.68	TM	TM	TM	27	31	36	40	45	49	54	58	63	67	72
30	24.25	28.35	TM	TM	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112
36	20.21	34.01	TM	40	50	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	162
42	17.32	39.68	41	55	69	82	96	110	124	137	151	165	179	192	206	220
48	15.15	45.35	54	72	90	108	126	144	162	179	197	215	233	251	269	287
60	12.12	56.69	84	112	140	168	196	224	252	280	308	337	365	393	421	449



Fotografía 7.42- Tubería de acero al carbón para el drenaje químico y aceitoso.

TABLA A.2.

Tiempo requerido para una caída de presión de 0.035 kg/cm.², para las longitudes y diámetros de tubería indicados y $Q = 0.000457 \text{ m}^3/\text{min.}/\text{m}^2$

TM = Tiempo Mínimo

Diam (pulgadas)	Log max para tiempo minimo (m)	Tiempo minimo (min)	Tiempo para otras longitudes en minutos														
			18 mt	24 mt	30 mt	36 mt	42 mt	48 mt	54 mt	60 mt	66 mt	72 mt	78 mt	84 mt	90 mt	96 mt	
6	121.24	2.83	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
8	90.93	3.78	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	4
10	72.74	4.72	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	5.1	5.5	5.8	6.2	
12	60.62	5.67	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	6.2	6.7	7.3	7.9	8.4	9	
15	48.50	7.09	TM	TM	TM	TM	TM	TM	7.9	8.8	9.6	11	11	12	13	14	
18	40.41	8.50	TM	TM	TM	TM	8.8	10	11	13	14	15	16	18	19	20	
24	30.31	11.34	TM	TM	TM	13	16	18	20	22	25	27	29	31	34	36	
30	24.25	14.17	TM	TM	18	21	25	28	32	35	39	42	46	49	53	56	
36	20.21	17.01	TM	20	25	30	35	40	45	50	56	61	66	71	76	81	
42	17.32	19.84	21	27	34	41	48	55	62	69	76	82	89	96	103	110	
48	15.15	22.68	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	
60	12.12	28.35	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	

4. Prueba de Continuidad y Fluidez.

La prueba de continuidad y fluidez se hará siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos:

1. Se verificará que todos los registros estén completamente terminados, como es la colocación de rejillas, escalones o peldaños, tapas, donde aplique cada uno de éstos casos, así como también se deben encontrar limpios de madera, escombros y azolve (arena, tierra, lodo, etc.)
2. La línea de tubería se debe encontrar limpia.
3. La prueba de continuidad y fluidez, se realizará por áreas.
4. Se vaciará una pipa de agua en el registro ubicado en el nivel más alto de esa área.
5. Se verificará en todos los registros la fluidez del agua, hasta el registro ubicado en el nivel más bajo.

6. La prueba será satisfactoria si visualmente se comprueba que en todos los registros probados hubo continuidad, sin obstrucciones.
7. Se documentará mediante el llenado del Certificado de prueba de hermeticidad en tubería PAD, y en el certificado de prueba de continuidad y fluidez, aplicando el cumplimiento con los requisitos indicados en el presente procedimiento.(fig. 7.44 y fig. 7.45)
8. Documentos contractuales. En caso de existir controversia o discrepancia entre éste procedimiento y algún documento contractual, serán mandatorios éstos últimos.



Fotografía 7.43.- Tubería de polietileno de alta densidad para el drenaje pluvial.

CERTIFICADO DE PRUEBA DE CONTINUIDAD Y FLUIDEZ	ANEXO 1
---	----------------

Cliente:		Proyecto:		No de Proyecto:	
-----------------	--	------------------	--	------------------------	--

AREA: _____ No. DE REPORTE: _____

Fecha:		Longitud (m)		Plano	
---------------	--	---------------------	--	--------------	--

ELEMENTO Y LOCALIZACION:	UBICACIÓN DE LA PRUEBA
Topografía: a) No. de Registros del Area. <input style="width: 100%;" type="text"/> b) Niveles de Arrastre en la Tubería. <input style="width: 100%;" type="text"/> NDA. c) Pendiente. <input style="width: 100%;" type="text"/> S:	<p style="text-align: center;"> R \xrightarrow{S} R MAYOR MENOR </p>
Prueba de Fluidez: a) Verificación de Limpieza en Registros. (si/no). <input style="width: 100%;" type="text"/> b) Verificación de Limpieza en Tubería. <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Conclusiones: a) Servicio. <input style="width: 100%;" type="text"/> b) Se observa continuidad (si/no). <input style="width: 100%;" type="text"/> c) Resultado. <input style="width: 100%;" type="text"/>	

N/A= No Aplica.

Observaciones:

Topografía	Construcción	Control de Calidad	Atestiguo
Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma.

Fig. 7.44.- Lista de verificación para la inspección de la prueba de continuidad y fluidez.

CERTIFICADO DE PRUEBA DE HERMETICIDAD DE TUBERIA PEAD	ANEXO 2
--	----------------

Cliente:	Proyecto:	No de Proyecto:
-----------------	------------------	------------------------

AREA: _____ No. DE REPORTE: _____

Fecha:	Diametro del tubo (in)	Longitud (m)	Plano
--------	------------------------	--------------	-------

ELEMENTO Y LOCALIZACION:	UBICACIÓN DE LA PRUEBA						
<p>Topografía:</p> <p>a) Localizacion de registros (coordenadas)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">No. de REGISTROS</td> <td style="width: 50%;">No. de REGISTROS</td> </tr> <tr> <td>E:</td> <td>E:</td> </tr> <tr> <td>N:</td> <td>N:</td> </tr> </table> <p>b) Niveles de Arrastre en la Tubería. NDA.</p> <p>c) Pendiente. (0.002)</p> <p>NDA. ENT. NDA. SAL S:</p>	No. de REGISTROS	No. de REGISTROS	E:	E:	N:	N:	
No. de REGISTROS	No. de REGISTROS						
E:	E:						
N:	N:						
<p>Prueba Neumatica:</p> <p>a) Limpieza en espiga-campana (si/no)</p> <p>b) Tiempo de prueba (min). (tablas A1,A2)</p> <p>c) Presion de prueba. 3.5 psi (0.251 kg/cm2, Ø=60" 2.78 psi (0.200 kg/cm2, Ø=60"</p> <p>d) Caída de presion (kgf/cm2)</p>							
<p>Tubería:</p> <p>a) Verificacion del tipo de material de la tubería polietileno alta densidad (si/no)</p> <p>b) Lubricacion. (si/no).</p> <p>c) Alineacion y emsamble de la tubería. (si/no)</p> <p>d) P. diseño A= aplica, N/A= no aplica</p> <p>e) Temp. Diseño. (-62 °C a 60 °C) A=aplica, N/A=no aplica.</p>	<p>Conclusiones:</p> <p>a) Servicio</p> <p>b) Se detectaron fugas (si/no)</p> <p>c) Resultado.</p>						

N/A= No aplica

Observaciones:

Topografía	Construccion	Control de Calidad	Atestiguo
Nombre y Firma	Nombra y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma.

Fig. 7.45.-Lista de verificación para la ejecución de la prueba de hermeticidad en tubería de polietileno de alta densidad (PAD.)

7.7. TERRACERIAS Y PAVIMENTOS.

OBJETIVO.

Establecer el método que debe seguirse en el proceso de ejecución de las actividades de construcción de pavimentos de concreto.

ALCANCE.

Comprende los requisitos de construcción de los pavimentos de concreto en calles de circulación de vehículos y patios de maniobras en refinerías y plantas de proceso.

DEFINICIONES.

1. Pavimento de concreto: Es aquella zona destinada a la circulación de vehículos, constituida por una sub-base de materiales pétreos y una carpeta de concreto hidráulico, con o sin acero de refuerzo.

2. Terraplén: Es una o varias capas de suelo que se colocan sobre el terreno natural para obtener un nivel determinado y/o para mejorar las condiciones de cimentación del pavimento.

3. Subrasante: Es el nivel superior del terraplén, o del terreno natural si no hay terraplén, sobre el cual se coloca la sub-base.

4. Sub-base: Es una o varias capas compactadas de material graduado, de espesor determinado, encima de la cual se coloca la losa de concreto.

5. Drenaje: Es el control necesario del agua en las cercanías o sobre el pavimento o la terracería y dentro de la terracería o la sub-base.

6. Contracción y expansión: Son parte de los cambios de volumen de los suelos, provocados por variaciones en el contenido de agua de los mismo.

7. Acción de bombeo: Es la debida al agua que se acumula bajo la losa, expulsada por las cargas, arrastrando partículas de material de la subbase forzándola a salir a la superficie a través de las juntas, los bordes o las grietas del pavimento.

RESPONSABILIDADES.

El gerente de construcción es el responsable de la implantación de este procedimiento.

El supervisor de obra civil será responsable de asegurarse que el personal a su cargo realice las actividades de acuerdo con el presente procedimiento.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

1.Método de Ejecución.

1.1. Acabado de la sub-base.

Se verificara el nivel y la sección de la sub-base, que deben estar dentro de las tolerancias siguientes:

- | | |
|--|-----------|
| a). Ancho de la superficie de rodamiento | ± 5 cm. |
| b). Espesor en los puntos sondeados | - 2 cm. |
| c). Niveles | ± 1.5 cm. |
| d). Pendiente transversal | 0.5%. |
| e). Profundidad máxima de depresiones observadas colocando una regla de 3m de longitud paralela y normalmente al eje del camino. | 1.5. cm. |

Se ajustaran losa niveles y se reconstruirá las zonas defectuosas, haciendo cortes o adicionando material, se re compactaran y se verificara la compactación de las zonas afectadas.

En el caso de permitir transito sobre la sub-base terminada, se Observara que esta no sufra daño y en caso contrario se procederá a reparar y recompactar donde sea necesario. (Fotografía 7.46)



Fotografía 7.46.- Tendido, compactación y verificación de niveles de Sub-base.

Si no se ha especificado la colocación de algún material impermeable sobre la superficie de la sub-base, se deberá humedecer esta con agua antes de vaciar el concreto, sin que se formen charcos de lodo.

1.1.1. Disposiciones generales.

Se deberá tener una inspección cuidadosa de las instalaciones hidráulicas, y en general cualquier tubería que transporte líquidos, que vayan a quedar enterradas en el terraplén o la sub-base; lo anterior es con el fin de evitar fugas de agua con el consiguiente cambio de humedad y de volumen del material.

En los lugares donde existan tuberías localizadas dentro de la zona por pavimentar, el espesor sobre ellas formado por las terracerías, la sub-base y la losa de concreto, no será menor a lo indicado en el diseño.

Cuando el agua freática impida la compactación adecuada del terraplén o la sub-base, se colocará un subdrenaje o un filtro que impida el ascenso de humedad por capilaridad. En casos extremos se diseñará un armado para las losas que permita soportar esfuerzos que se produzcan por la deficiencia de apoyo de las mismas.

Para preservar a la estructura del pavimento de la humedad proveniente del exterior, se colocará un subdrenaje superficial sellando las juntas entre las losas y entre estas y la guarnición; la pendiente transversal de la superficie de rodadura (bombeo) será del 2%, del eje longitudinal del pavimento hacia las orillas. En calles de 12 m de ancho; en patios de maniobras, el valor de la pendiente dependerá del proyecto de drenaje.



Fotografía 7.47- Colocación de polietileno

1.2. Cimbras.

Las cimbras deberán tener la forma adecuada para dar a la superficie lateral de la losa la forma requerida y las perforaciones necesarias que permitan el paso del refuerzo. Al colocarlas deberán quedar apoyadas en toda la longitud y al nivel especificado. Las depresiones debajo de la cimbra deberán rellenarse y compactarse con pisón manual o mecánico, y las zonas sobre elevadas se nivelaran haciendo cortes. (Fotografía 7.48)

Las secciones de la cimbra deberán unirse de tal manera que no se desplacen en ninguna dirección; la tolerancia en el alineamiento será de ± 6 mm. Se recomienda un mínimo de tres pijas para fijar cada forma. La alineación y nivelación de la cimbra se deberá verificar, y asimismo se deberá limpiar y aplicar desmoldantes, antes de vaciar el concreto.

Los desperfectos que se causen a la sub-base al colocar la cimbra deberán corregirse antes de vaciar el concreto.

No deberá removerse la cimbra antes de 8 a 12 horas después de colocar el concreto. Al retirar la cimbra, se extremaran las precauciones para no maltratar el concreto.

1.3. Colocación del refuerzo.

La malla de acero se colocara de manera que el alambre longitudinal quede a no menos de 7.5 cm. ni a mas de 15 cm del borde de la losa y el alambre transversal extremo quede a no menos de 5 cm ni a mas de 10 cm de una junta transversal. El recubrimiento mínimo, inferior o superior, será de 4 cm tanto para malla como para acero de refuerzo.



Fotografía 7.48.- Colocación de cimbra y acero de refuerzo en pavimentos.

Las varillas de refuerzo se sujetaran entre si con alambre recocido en todas las intersecciones; y al colocarlas, las distancias mínimas a los bordes de la losa o las juntas, serán las misma que las indicadas para la malla.

En todo caso el recubrimiento de cualquier tipo de refuerzo será el que se indique en los planos, especificaciones y normas aplicables al proyecto.

Los traslapes de las varillas no serán inferiores a 30 diámetros, excepto cuando el traslape sea soldado.

La malla de acero deberá traslaparse cuando menos una longitud igual al espaciamiento entre los alambres.

Los separadores para dar recubrimiento al refuerzo deberán ser cubos de concreto o silletas de acero o asbesto; no deberán usarse para este fin gravas ni trozos de maderas o de metal diferente del acero.

1.4. Transporte, colocación y compactación, acabado y curado del concreto.

1.4.1. Transporte.

Es el traslado del concreto desde el lugar de mezclado hasta el lugar de colocación. Se hará en tal forma de evitar la segregación o la pérdida de ingredientes.

1.4.2. Colocación y compactación.

La descarga de la mezcla en su lugar final deberá completarse dentro de la hora y media después que se incorpore el agua a la revolvedora; en tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyen al endurecimiento rápido de la mezcla, este tiempo límite podrá reducirse.

Inmediatamente antes de vaciar la mezcla sobre la sub-base, se deberá limpiar esta de basura, tierra suelta, trozos de madera, clavos o de cualquier objeto extraño de concreto, y se humedecerá con agua sin formar charcos; se verificará el nivel y el alineamiento de las cajas de registro o de cualquier estructura o instalación localizada dentro de la losa. La supervisión deberá aprobar la preparación del tramo de sub-base que vaya a recibir la mezcla del concreto.

El concreto se colocará sobre la sub-base extendiéndolo de manera que una vez compactado y acabado, tenga losa de espesor de proyecto. Se repartirá sobre la superficie con repartidor mecánico o con pala manual, consolidándolo con vibrador de inmersión, el cual tendrá una frecuencia mínima de 5000 ciclos por minuto. Los obreros que caminen sobre la masa de concreto usarán botas de hule limpias de tierra, aceite o cualquier sustancia perjudicial al concreto. No se permitirá agregar agua para re mezclar el concreto.

1.4.3. Enrasado.

El enrasado de la losa podrá hacerse con máquina o con herramienta manual. Una vez colocado el concreto deberá ser enrasado y emparejado a un nivel ligeramente superior al del proyecto, para que después de hacer la compactación descienda al nivel especificado. Las hojas o reglas para emparejar y alisar deberán pasar sobre la superficie de concreto cuantas veces sea necesario hasta dejar la forma de la sección transversal indicada en el proyecto.

Los bordes superiores de la cimbra deberán mantenerse limpios para dar apoyo uniforme a la máquina o a las reglas para acabado. Cuando se requiere acabado por vibración, la máquina de acabados estará equipada para dar vibración de superficie; en caso contrario se usará regla vibratoria; en cualquier caso, la vibración tendrá una frecuencia no menor de 3000 ciclos por minutos.



Fotografía 7.49.- Colocación, tendido y enrasado de concreto hidráulico.

1.4.4. Aplanado.

Después de ser consolidado y enrasado, el concreto deberá aplanarse con una llana colocada paralela al eje longitudinal del pavimento, el cual se moverá con un movimiento alternante de avance y retroceso al mismo tiempo que se traslada del eje hacia las orillas del pavimento. (Ver fotografía 7.49)

Los movimientos alternados cubrirán un tramo no mayor que la mitad de la longitud de la regla.

Cuando el concreto este aun en estado plástico se comprobara el perfil del pavimento con una regla de tres metros, llenando las depresiones con concreto fresco y rebajando y aplanado nuevamente las áreas que sobresalgan.

1.4.5. Acabado y bandeado.

Después de comprobar el perfil, cuando haya desaparecido el agua superficial e inmediatamente antes de que el concreto deje de ser plástico, se bandeara la superficie con una banda de lona de 20 cm de ancho, golpeando la superficies con golpes cortos y uniformes, con la banda colocada transversal al eje del camino.

Al terminar el bandeado y una vez que el agua sobrante haya subido a la superficie, se dará a esta un escobillado con un escoba de fibra o de metal de cuando menos 45 cm de ancho. La escoba se deslizará suavemente sobre la superficie en franjas perpendiculares al eje de la calzada, superponiendo cada franja con la adyacente en un ancho de uno o dos centímetros. Después del escobillado se terminarán los bordes de la losa con la herramienta adecuada para dar el radio de curvatura especificado. (Ver fotografía 7.50)



Fotografía 7.50.-Acabado en superficie de concreto.

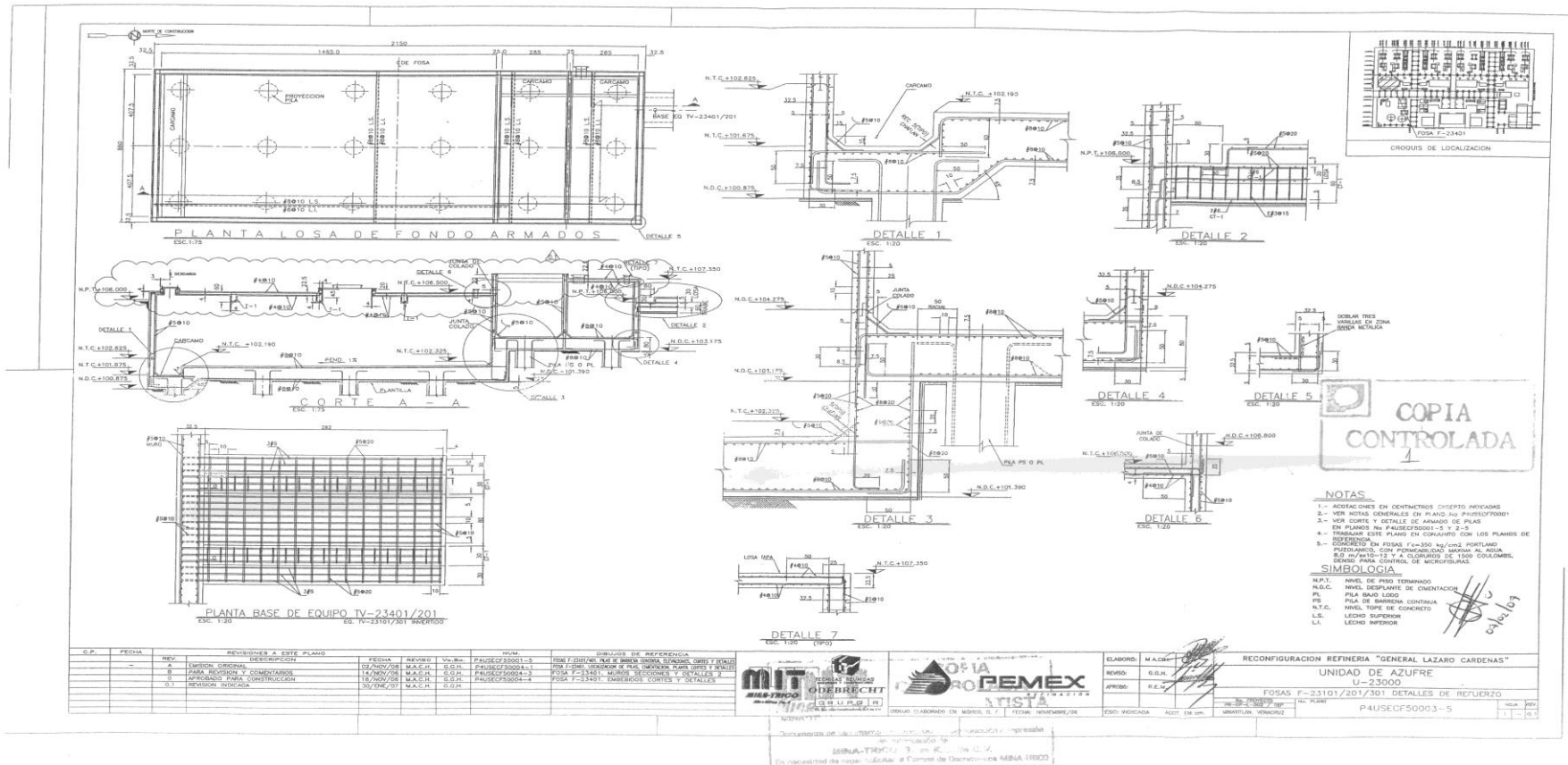
1.4.6. Curado

Inmediatamente después de terminar el acabado, el concreto deberá protegerse contra pérdidas de humedad y cambios bruscos de temperatura cuando menos durante las 72 horas siguientes a su colocación. (Fotografía 7.51)



Fotografía 7.51- Curado de concreto en pavimentos.

7.8 PLANOS GENERALES DE LA PLANTA.



7.52.- Plano de armado de las fosas de azufre

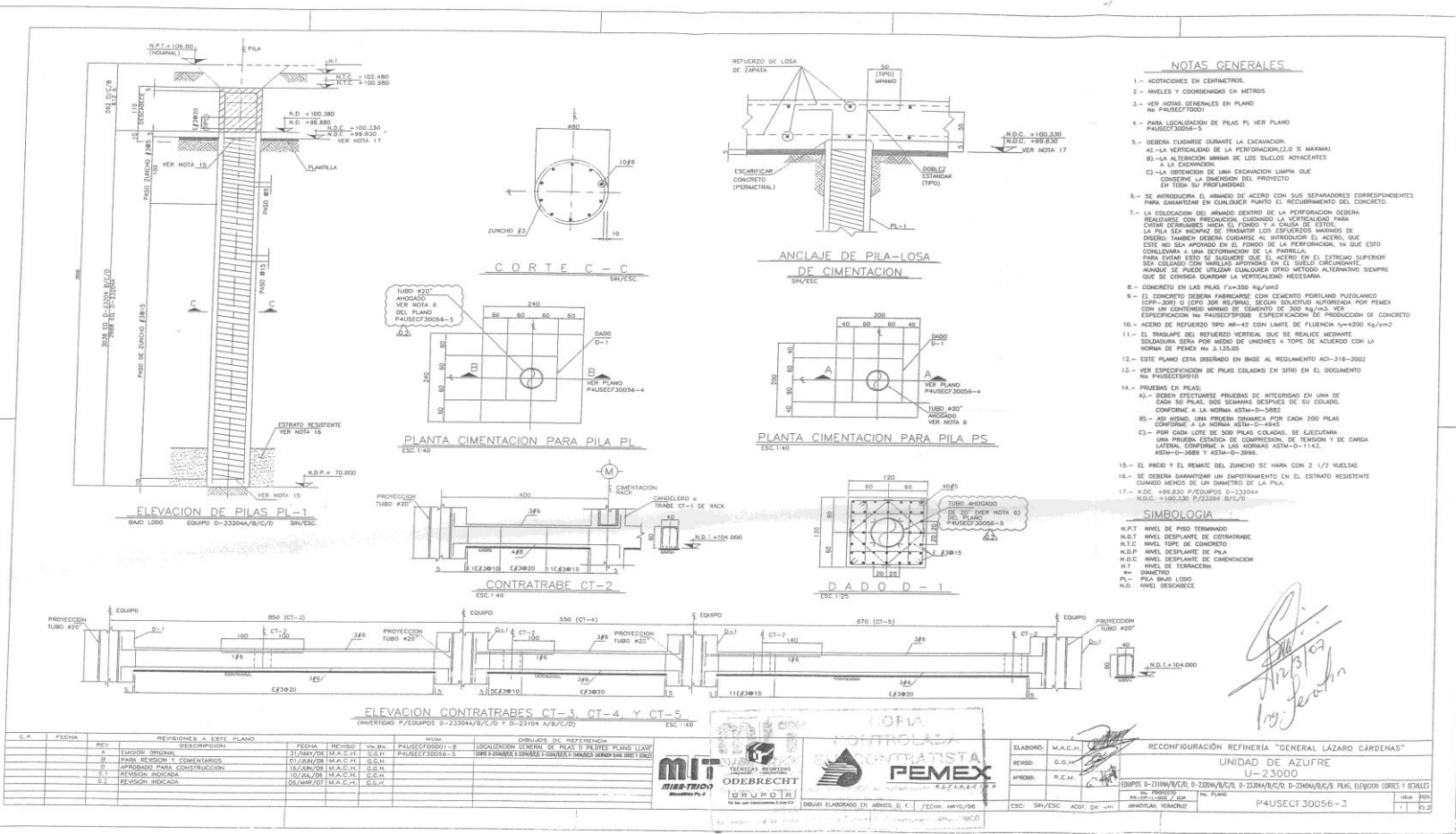


Fig. 7.52.- Plano de armado de pila de cimentación del rack secundario.

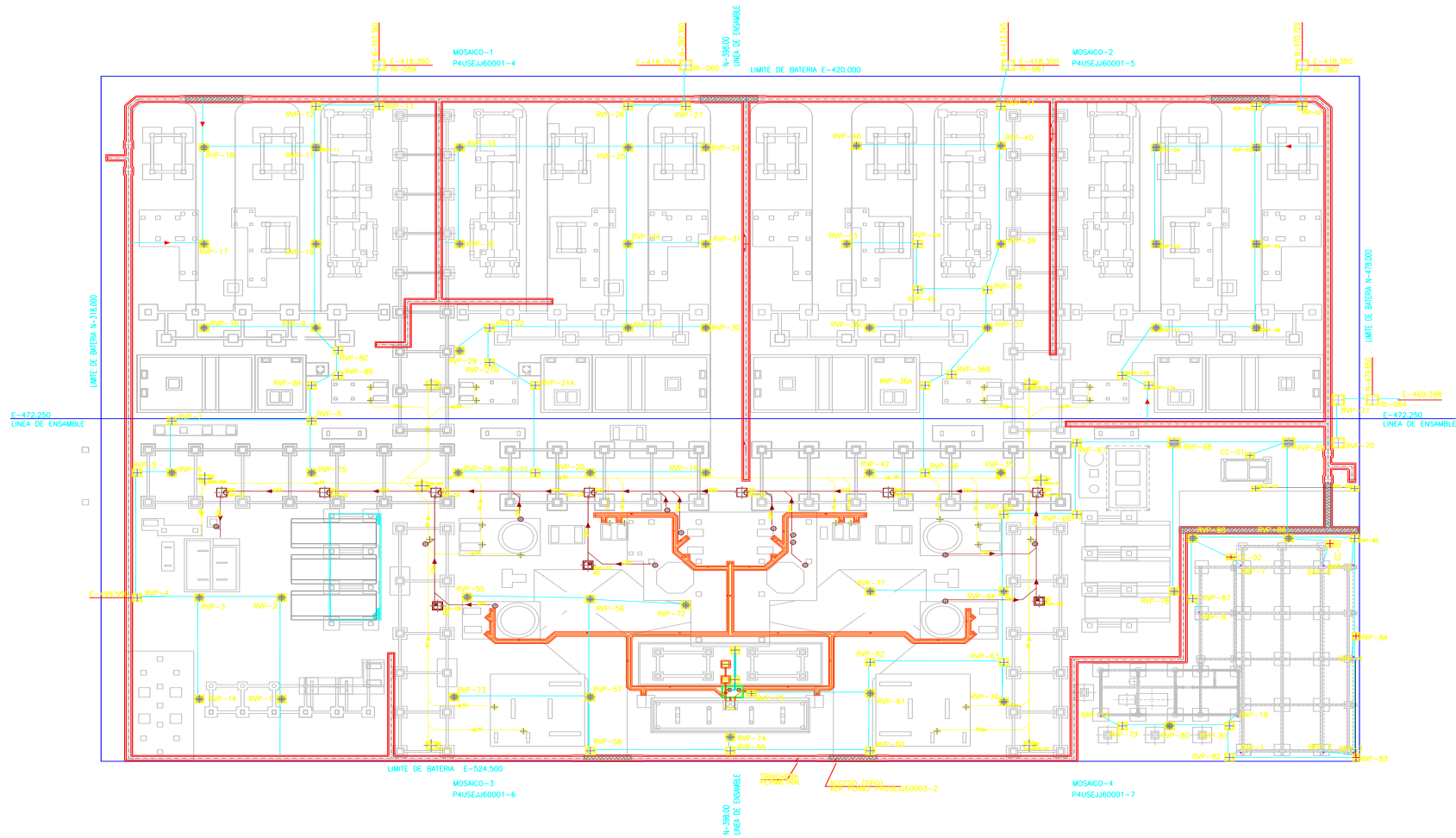


Fig. 7.53.- Plano general del sistema de drenajes de la unidad.

VIII. NORMAS DE SEGURIDAD.



8.1. ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS

8.1.1 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

OBJETIVO.

Establecer los criterios para el uso y cuidado adecuado del equipo de protección Personal por parte del personal de obra y administrativo

ALCANCE.

Aplica en las actividades de Construcción y puesta en servicio que por sus características, el trabajador requiera el uso del equipo de protección personal para minimizar la probabilidad de incidente y atenuar los riesgos para proteger su integridad física.

ESTANDAR DE DESEMPEÑO

N/A (No Aplica)

DEFINICIONES.

Equipo de protección personal. (EPP): Es un conjunto de elementos y dispositivos de uso personal, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades. Es la última barrera física entre el riesgo y la persona, consiste en una serie de dispositivos o elementos que evitan o reducen la exposición de la persona hacia cualquier agente que pudiera provocar daños a la salud.

ANEXOS

N/A.

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de Obra es responsable de apoyar la implementación del presente Procedimiento.
2. El Especialista de Seguridad, Salud y Protección al Ambiente (SSPA), es responsable de:
 - a). Elaborar al inicio del Proyecto, lista de equipo de equipo de protección personal básico y específico de acorde a las actividades a realizar y el análisis de riesgo para todas las etapas del proyecto.
 - b). Asesorar en la selección, requisición, asignación, capacitación y adiestramiento en el uso y mantenimiento del equipo de protección personal necesario para minimizar los riesgos o daños a la salud en las distintas etapas del proyecto.

- c). Verificar que el trabajador cuente con el EPP requerido en cada puesto de trabajo, de acuerdo al análisis de riesgos a los que están expuestos.
 - d). Comunicar a los trabajadores de los riesgos a los que están expuestos y el EPP que deben utilizar.
 - e). Adoctrinar a la supervisión de sitio en este procedimiento de uso y cuidado de EPP en proyecto, para su uso, limitaciones, reposición y disposición final, revisión, limpieza, mantenimiento y resguardo.
 - f). Verificar que durante la jornada de trabajo, todos los trabajadores utilicen el EPP asignado.
 - g). Identificar y señalar las áreas de trabajo en donde se requiera el obligatorio de EPP específico.
3. El Trabajador es responsable de:
- a). Participar en la capacitación y adiestramiento, para el uso adecuado del EPP, básico y específico de acuerdo a la tarea a realizar.
 - b). Saber identificar e interpretar los señalamientos informativos sobre el uso del equipo de protección personal dentro de la zona donde se realizara el trabajo.
 - c). Utilizar el EPP proporcionado por la empresa, darle buen uso, mantenimiento y cuidados de la integridad del EPP, que le fue asignado.
 - d). Realizar limpieza al EPP que requiera al terminar la jornada de trabajo para estar en buenas condiciones para la jornada siguiente, evitando así daños o enfermedades por contacto.

PROCESO.

1. Al inicio del proyecto, el especialista de SSPA a través de la información generada en el análisis de riesgos del proyecto, tanto para las actividades de construcción como las de puesta en servicio establecerá el EPP requerido.
2. Al ingresar a cualquier área del proyecto, sin excepción, todo el personal deberá de contar con el EPP básico conformado por: Casco, lentes, ropa de algodón (pantalón y camisa de manga larga) y zapato de seguridad.(Fotografía 8.1 y 8.2)
3. Durante cada una de las etapas del proyecto se instalara señalización sobre el uso de equipo de protección personal, la cual será reubicada conforme a las necesidades. Dicha señalización se ubicara principalmente en los accesos a las áreas de trabajo y en áreas que permitan su visibilidad hacia todo el personal
4. Cuidados al (EPP) Consideraciones Generales.

4.1. Uso del EPP.- Para que el EPP pueda cumplir con la función de resguardar la integridad del personal, debe encontrarse en buenas

condiciones. Un equipo sucio o dañado representa en si un riesgo, ya que tiene el potencial de fallar o de provocar la exposición hacia algún agente fisicoquímico o biológico. Para mantener el EPP en óptimas condiciones deben dársele los siguientes cuidados:

- a). Revisarlo diariamente antes de usarlo para asegurar que las partes que están en contacto con la piel se encuentran perfectamente limpias y libres de materiales peligrosos.
- b). Al terminar la jornada deberá de limpiarse y almacenarse adecuadamente.
- c). Si durante su uso se contaminan las partes que están en contacto con la piel con algún agente físico, químico o biológico, deberá suspenderse la operación, trasladarse a una zona segura, limpiar el EPP o cambiarlo si es necesario.

5. Cascos de Seguridad.

5.1. Uso. Es un dispositivo rígido utilizado para brindar protección a la cabeza o cualquier parte de ella, contra el impacto, las partículas voladoras, descargas eléctricas o cualquier combinación de estos y que sea sujetado mediante una suspensión adecuada, también protegen la parte de la cabeza y la columna vertebral contra golpes ligeros.



Fotografía 8.1.- Uso del equipo de protección personal

5.2. Cuidado.- para mantener una adecuada protección, se deben realizar las siguientes acciones:

- a). Proteja el casco de flamas abiertas
- b). Inspeccione su casco buscando signos de daños, golpes o grietas.

6. Protección Ocular y Facial.

6.1. Uso. Es muy importante para el uso de lentes de seguridad para la protección ocular, por la exposición a riesgos diversos por las actividades que se realizan.

6.2. Cuidado. Para contar con una protección eficaz contra los riesgos, los protectores oculares y faciales deben mantenerse útiles, duraderos y resistentes frente a numerosas acciones e influencias de modo que su función protectora quede garantizada durante toda su vida útil.

7. Protección Respiratoria.

7.1. Respirador libre de mantenimiento (Cubre bocas).

Uso y Cuidado. Este tipo de respiradores contra partículas es libre de mantenimiento, por lo que se recomienda utilizarlos una sola vez. Para su uso adecuado se deben de realizar las siguientes acciones:

- a). Coloque el respirador sobre nariz y boca, asegúrese que la grapa metálica ajuste en la nariz, estire las bandas elásticas antes de colocarse el respirador para asegurarse que están en buen estado.
- b). Estire la banda elástica superior hasta que repose la corona en su cabeza y por arriba de sus orejas.

8. Protección Auditiva.

8.1. Uso adecuado.

- a). Tapones de espuma.

Un requisito indispensable para una buena atenuación es que el tapón debe ajustar correctamente.

Los tapones desechables de espuma son blandos y después de ser comprimidos con los dedos e insertados en los oídos, un alto grado de atenuación confort y son reusables.

b). Orejeras.

Este tipo de protector cubre la oreja completamente y reduce el ruido en el canal auditivo; consiste en un par de copas auditivas plásticas sostenidas por una banda ajustable sobre la cabeza, están recubiertas por dentro con una banda de material sintético como sello y plástico tipo esponja.

8.2. Cuidados necesarios.

a). Es necesario que las personas que vayan a utilizar equipo auditivo sean monitoreados por el médico del proyecto para determinar si su canal auditivo es normal y puede usar tapones y de qué tipo.

b). Los tapones deben usarse limpios y aplicarse con las manos limpias para evitar el riesgo de una infección.

9. Protección en las Manos.

9.1. Uso y cuidados.

a). Si se introduce polvo, solvente o cualquier otro tipo de producto químico dentro del Guante este deberá de quitarse y limpiarse inmediatamente. Si no se puede lograr una limpieza total deberá ser cambiado.

b). En guantes que no son impermeables evitar el contacto con productos químicos líquidos como pinturas y solventes.

c). Antes de usar los guantes, el operario debe de inspeccionarlos para asegurarse que no existe: roturas o desgaste.

d). Después de cada turno de trabajo es importante limpiar sus guantes retirando los restos de materiales a los que haya estado expuesto si es necesario después de manejo de productos.



Fotografía 8.2.- Personal portando su equipo de protección personal.

10. Equipo de Protección en Alturas.

Uso y Cuidado.- para mantener el arnés en buen estado es importante que el usuario antes de colocarse un arnés, revisar que no esté roto, dañado, quemado, revisar la fecha de caducidad si ya esta vencida desecharlo inmediatamente (Fotografía 8.3 y 8.4)

10.1. Cambio y Reemplazo.

10.1.1. Todo el EPP que se proporciona en el proyecto podrá ser reemplazado entregándolo a cambio en el almacén.

10.1.2. El cambio del EPP contaminado y clasificado como residuo peligroso será dispuesto en los contenedores identificados en las diferentes áreas del proyecto.

10.1.3. Una vez desechado el EPP se considera como un residuo, que de acuerdo a las regulaciones ambientales establecidas en el proyecto para el manejo integral de residuos peligrosos para darle una disposición adecuada.

10.1.4. Residuos Peligrosos (EPP contaminado) tambo color: si el EPP se encuentra contaminado o impregnado con la siguiente:

- Solventes
- Pinturas, Resinas
- Grasas o Aceites

10.1.5. Disposición final del EPP una vez que el tambo de color rojo de “Residuos Peligrosos (EPP Contaminado) “ se encuentre lleno, deberá cerrarse con la tapa y será enviado al almacén temporal de residuos peligrosos para su disposición final.



Fotografía 8.3- Equipo de protección personal para trabajos en altura.



Fotografía. 8.4.- Personal laborando en alturas con su equipo contra caídas.

8.1.2. SUMINISTRO DE AGUA PURIFICADA, HIELO, INSTALACION DE SANITARIOS PORTATILES Y MANEJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.

OBJETIVO.

1. Establecer las condiciones (para evitar daños a la salud de los trabajadores de higiene, distribución, limpieza, y revisión bacteriológica para el agua purificada y el hielo consumidos por el personal.

2. Establecer las condiciones de limpieza, distribución y cantidad de las casetas sanitarias.

ALCANCE.

Aplicable en todas las áreas donde se desarrollen trabajos y al personal que intervenga en ellos en el Proyecto Reconfiguración de la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas", Minatitlán, Ver.

REFERENCIAS.

Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002."Productos y Servicios. Agua y Hielo para consumo humano envasado y a granel. Especificaciones Sanitarias.

DEFINICIONES.

1. **Agua para consumo humano pre envasada**, a la de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados, incluyéndose entre otras: al agua de manantial, agua mineral, agua mineralizada

2. **Envase**, al recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto con el mismo.

3. **Hielo envasado**, al producto obtenido por la congelación del agua apta para consumo humano y que se presenta envasado para su comercialización.

ANEXOS.

N/A (NO APLICA)

RESPONSABILIDADES.

1. El Residente de Obra es responsable de apoyar la implantación de este Procedimiento.
2. Al Especialista Responsable de SISOPA le corresponde.
 - a). La implementación de este Procedimiento.
 - b). La difusión del mismo.
3. El Jefe de Servicios Médicos es responsable de verificar se cumplan las condiciones de este procedimiento.
4. Coordinadores y Supervisores de SISOPA son responsables de aplicar el presente Procedimiento.

PROCESO.

Se detallan a continuación los servicios prestados y el tratamiento para los residuos no peligrosos, para evitar daños a la salud de los trabajadores.

AGUA PURIFICADA.

- Se deberá disponer de la cantidad suficiente de agua purificada para las necesidades normales del personal del proyecto, en todos los días y todos los turnos de trabajo necesarios.
- Se deberán practicar exámenes bacteriológicos periódicos, tomando muestras directamente de los contenedores de agua, para verificar la calidad del agua.



Fotografía 8.5- Personal de SISOPA-PEMEX Supervisando los tinacos de agua potable.

- Los contenedores deberán tener tapa que no permita el paso del polvo, insectos o residuos de la construcción, además de ser liso en su interior para facilitar su limpieza. (Fotografía 8.5)
- La limpieza de los contenedores deberá ser semanal o con la periodicidad que las condiciones propias del proyecto demanden.
- El personal que reciba el agua purificada debe verificar:
 - a). Que no se observen objetos extraños en el interior del garrafón.
 - b). Que el tapón sea nuevo, de material no tóxico, y que tenga su sello o banda de garantía.
- Cuando las condiciones del ambiente de trabajo sean tales que la temperatura corporal pueda rebasar los 38 °C, se adicionará hielo y electrolitos en un Rotoplas rotulado, disponible para el personal que lo requiera.

HIELO.

- El proveedor de hielo debe cumplir con todos los requisitos sanitarios vigentes.
- Se deberá disponer de la cantidad suficiente de hielo para las necesidades normales del personal del proyecto, en todos los días y todos los turnos de trabajo necesarios.

- Se deberán practicar exámenes bacteriológicos periódicos, tomando muestras directamente de las bolsas para verificar la calidad del hielo.
- No se debe permitir el consumo de hielo en barra, a menos que el proveedor garantice que lo puede fabricar con agua purificada y lo suministre con las condiciones de higiene necesarias para la conservación de su pureza.
- El personal que reciba el hielo debe verificar:
 - a). Que no se observen objetos extraños en el interior de la bolsa.
 - b). Que la bolsa esté sellada y en buenas condiciones (sin roturas o agujeros).
- La cantidad de hielo surtida en los contenedores deberá de ser suficiente para que el agua este fresca, que permita prehidratar al trabajador, no para bajar drásticamente la temperatura de la misma, para evitar un choque térmico.

SANITARIOS PORTATILES.

- El Responsable de Subcontratos y el Especialista Responsable de SISOPA deberán verificar que el proveedor del servicio cuente con las autorizaciones que cubran sus responsabilidades en materia de Protección Ambiental, pidiendo una copia de dichas autorizaciones.
- Se deberá contar con un sanitario por cada 20 personas, estratégicamente distribuidos de acuerdo a la cantidad de personas que trabajen en cada área.(Fotografía 8.6).
- Se deberá asignar el personal necesario, de tiempo completo para las labores de limpieza de los sanitarios, mismos que deberán reportar las condiciones deficientes de las casetas (tubería rota o mal acoplada, filtraciones al piso, tazas rotas o agrietadas, puertas en mal estado, falta de seguros en las puertas. etc. para su reparación inmediata.



Fotografía 8.6.- Instalación de sanitarios portátiles en las inmediaciones de la obra.

LIMPIEZA DEL PROYECTO.

Se tomarán las siguientes medidas para la correcta clasificación, manejo y disposición de los residuos no peligrosos:

- El Responsable de Subcontratos y el Especialista Responsable de SISOPA deberán verificar que el proveedor del servicio cuente con las autorizaciones que cubran sus responsabilidades en materia de Protección Ambiental, pidiendo una copia de dichas autorizaciones.
- Se deberán colocar tambos metálicos de 200 litros, en las áreas de trabajo, rotulados y pintados para contener los residuos de acuerdo a su tipo. (Fotografía 8.7).
- Diariamente se deberán desocupar los tambos, vertiéndolos en contenedores también rotulados, de acuerdo al tipo de residuo.
- El prestador del servicio de limpieza deberá llevar los contenedores al relleno sanitario o lugar asignado por la autoridad municipal
- El proveedor del servicio deberá facilitar una copia de cada disposición final en el área autorizada, al Especialista Responsable de SISOPA.



Fotografía 8.7.- Instalación de botes para recolección de basura

8.2 USO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Los diferentes tipos de protección personal son:

1. A la cabeza.
2. Auditiva.
3. Ojos y cara.
4. Corporal.
5. A las manos.
6. A los pies.
7. Contra caída.

1. Protección a la Cabeza.

Los cascos son el equipo utilizado para proteger la cabeza y deben ser utilizados en aquellos lugares donde exista el riesgo de caída de objetos pesados y/o punzo cortantes, por descargas eléctricas, objetos fijos que sobresalgan o por quemaduras al caer objetos o líquidos calientes o corrosivos.

Los cascos se clasifican por su uso y por su forma.

Por su uso en:

- Clase G (General): para protección de tensión eléctrica hasta 2200 voltios y contra impactos.
- Clase E (Eléctrica): para protección eléctrica hasta 20000 voltios y contra impactos.
- Clase C (Conductor): para protección únicamente contra impactos.

Por su forma en:

- Cascos con ala completa.
- Cascos sin ala y con visera.
- Cascos de otras forma.

En todos los casos, los cascos deben poseer, además medios que permitan la ventilación y los materiales que se utilicen en su construcción no deben ser irritantes ni tóxicos. Por otra parte, en su fabricación debe tenerse especial cuidado en evitar protuberancias, aristas, vértices agudos o cualquier otra parte que pueda causar lesiones o incomodidad al usarlos.

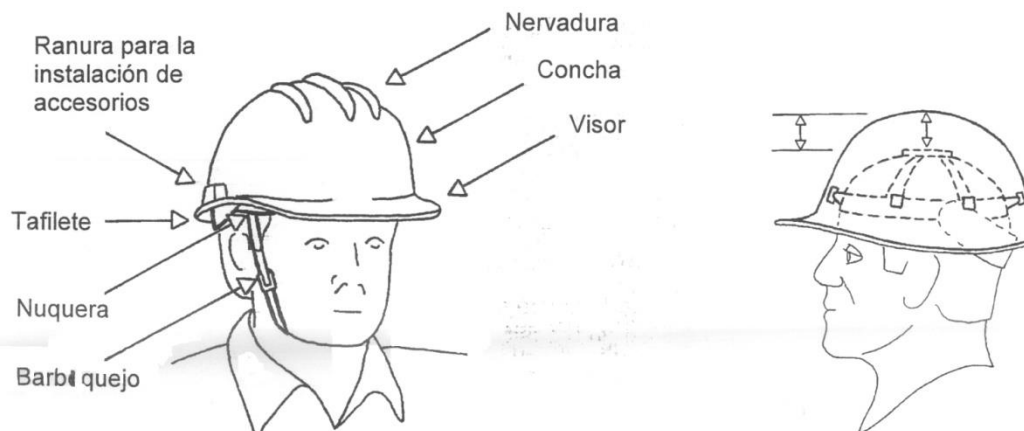
Todo casco deberá consistir de una concha de protección y medio de absorción de energía dentro de esta. Cuando los tirantes de la suspensión sean ensamblados, deberán formar un arnés para soportar el casco en la cabeza del usuario, de tal forma que la distancia entre la parte superior de la cabeza de este, y el lado interno de la concha no pueda ser ajustado a menos de lo que indiquen los requerimientos del fabricante para ese casco en particular.

Deberá proveerse los medios para permitir la ventilación necesaria al usuario durante su uso del casco. El espacio libre entre su cabeza y el interior del casco es necesario para que ofrezca la protección adecuada.

Componentes de los Cascos. (Figura8.8)

- **Concha.** Es la pieza que cubre el cráneo.
La concha no deberá tener protuberancias interiores que puedan lesionar al usuario y el exterior puede tener superficie irregular, como por ejemplo, costillas o nervaduras sobresalientes de bordes romos y configuración simple o múltiple. La superficie debe ser tersa y libre de asperezas.
- **Ala.** Se encuentra alrededor de la concha.
- **Tafilete.** El tafilete deberá ser ajustable en incrementos de por lo menos 3.2 mm (1/8 de pulgada) de medida de sombrero. Cuando el tafilete se ajuste a l tamaño máximo designado, deberá haber suficiente para proveer ventilación.
- **Barbiquejo.** Es la parte que se ajusta a la barbilla para asegurar el casco.
Los tirantes del barbiquejo y la nuquera deberán tener un ancho mínimo de 12.7 mm. Los medios de ajustes del barbiquejo y la nuquera deben asegurar la retención del casco sobre la cabeza del usuario.
- **Visera.** Es una especie de ala que se encuentra solo en la parte de enfrente del casco.
- **Suspensión.** Son las piezas que sirven para sostener la concha en la cabeza del usuario y reducen el efecto de los impactos. Esta a su vez está formada por:

- **Hamaca.** Es la parte que asienta sobre la cabeza y puede ser ajustable.
- **Tafilete.** Es la parte que ajusta alrededor de la cabeza.
- **Nuquera.** Esta pieza se ajusta en la nuca y puede estar integrada al tafilete o ser independiente.



Componentes

Figura. 8.8 Componentes de los cascos

Todos los cascos deben cumplir con la norma oficial Mexicana NOM-115-STPS-1994, la cual indica que los cascos deben ser sometidos a los siguientes tipos de pruebas:

1. Impacto.
2. Penetración.
3. Combustión.
4. Absorción de agua.

Al encontrar cualquier defecto del casco, deberá reemplazarlo o repararlo inmediatamente. Si se intenta reparar los cascos, no se deben agujerear ni usar tornillos o pernos de metal para fijar los elementos de protección auxiliar.

2. Protección para los oídos.

En la norma NOM-STPS-011-1993 se establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. Entre ella se recomienda la práctica de exámenes a los trabajadores expuestos al ruido para establecer riesgos y dar seguimiento a su salud.

Otro punto importante es el que se refiere a los valores de tiempo máximos permisibles de exposición al ruido por jornada de 8 horas. Un trabajador no debe estar expuesto a 105db como máximo de acuerdo al NSCE (Nivel sonoro continuo equivalente.)

El equipo de protección personal reducirá el nivel del ruido que percibe el trabajador, por lo que cada tipo de equipo tiene cierto nivel de atenuación que debe ser considerado al calcular el valor de NSCE. El equipo de protección auditiva debe ser fabricado con materiales que no produzcan daños a la salud del usuario, puede ser de varios tipos:

- Tapón auditivo. Este se inserta en el conducto externo y puede ser desechable o puede volver a utilizarse sin olvidar limpiarlo después de cada uso.
- Concha auditiva. También se conoce como orejera y consta de dos casquetes acojinados que cubren el pabellón externo de los oídos y una diadema que une a estos casquetes. En algunos casos pueden ir acoplados, además, unos auriculares.
- Casco antirruído. Como su nombre lo indica, además de proteger el pabellón externo del oído, también protege parte de la cabeza.

Cada uno de los tipos mencionados arriba es probado a diferentes dB y frecuencias y se determina el nivel mínimo (umbral) de ruido al cual protege el equipo, teniéndose diferentes niveles de atenuación. En base a esto, se tiene diferentes clases de equipo de protección auditiva: clase A, B, C, D y E.

3. Protección de ojos y cara.(Figura 8.9)

Los ojos son la parte del cuerpo más delicada que puede estar constantemente expuesta a riesgos de trabajo, por ello todas las personas que laboren en áreas donde exista peligro deben usar algún tipo de equipo de protección personal, incluyendo, no solo, al personal que labora en el área, sino también a las visitas.

Los ojos y la cara, en general pueden estar expuestos a riesgos como partículas que salgan despedidas, metal fundido, bioaerosoles, luz radiante potencialmente peligrosa, material radiactivo, material criogénico, equipo de vidrio bajo presiones superiores o inferiores a la ambiental, líquidos cáusticos o ácidos y gases, vapores, líquidos o sólidos peligrosos desde un punto de vista químico. Todos ellos pueden general una pérdida momentánea de la visión lo que puede provocar otros accidentes en las áreas de trabajo.

Entre el equipo de protección que puede utilizarse para proteger los ojos y la cara tenemos:

- Anteojos de seguridad. En general, este tipo de anteojos poseen vidrio templado o plásticos especiales, con protecciones laterales que protegerán a los ojos de partículas en movimiento que puedan impactarse en ellos. Estas protecciones laterales, desde luego, no proporcionan protección contra salpicadura de líquidos ni contra gases.

Los lentes pueden estar fabricados de vidrio resistente al impacto y a productos químicos, pero pueden resultar pesados. En comparación, el policarbonato es ligero, resistente al impacto y a una gran variedad de productos químicos.

Dentro de este tipo de lentes existen aquellos que poseen lentes de colores o materiales específicos, cada uno de los cuales proporcionara protección hacia diferentes tipos de fuentes luminosas.

En la normatividad mexicana se encuentra la siguiente clasificación para los anteojos de seguridad contra impactos y radiaciones:

Tipo I. Anteojos contra impactos, dentro de los cuales existen 3 subtipos:

- Subtipo A: Metálicos.
- Subtipo B: No metálico.
- Subtipo C: Combinados.

Tipo II. Anteojos contra impactos y radiaciones, los cuales existen en las mismas subdivisiones que el tipo I.

Por otra parte, las lentes que se utilizan en este tipo de anteojos pueden ser:

- Tipo I. Aquellos lentes contra impactos.
- Tipo II. Lentes contra radiaciones dañinas.
- Tipo III. Contra radiaciones e impactos.
- Tipo IV. Lentes contra deslumbramientos.

Todos ellos pueden tenerse con graduación o sin ella.

- Gafa de copa o goggles. Este equipo de protección personal protege, no solo los ojos, sino también, un área más grande alrededor de ellos. Se fabrican con diferentes materiales que brinden comodidad y sean resistentes a factores como impactos, corrosión y combustión dependiendo del uso que se les dará.

Existen diferentes tipos dependiendo al uso que se les dar:

Tipo I. Contra impacto. Estos deben tener aberturas que permitan una buena circulación de aire dentro de ellos, sin que penetren partículas mayores a 1.3 mm de diámetro.

Tipo II. Contra polvos, salpicaduras y radiaciones, además de proteger contra impactos. En este caso la ventilación es directa para impedir que los agentes de riesgo penetren las gafas.

Tipo III. Cubre anteojos. Son aquellos que se colocan sobre los anteojos correctivos y protegen contra cualquiera de los puntos mencionados arriba.



Figura 8.9 Tipos de protección de ojos y cara

- Caretas. Este equipo de protección consiste en una máscara de diferentes materiales que se coloca frente a la cara y se sujeta a la frente mediante una diadema ajustable, se recomienda usarlas sobre lentes de seguridad o goggles cuando hay un riesgo grande de salpicadura de productos químicos o material biológico. Estas caretas pueden tener armazón rígido y color en la máscara dependiendo del uso que se les vaya a dar. Se presentan en una gran variedad de tamaños, resistencia al calor (aluminizadas) e impactos, poder de filtración a la radiación luminosa (capa muy fina de oro) y materiales utilizados en la elaboración de ellas, como policarbonato, acetato.

4. Protección del Cuerpo.(Fotografía 8.10)

Los diferentes tipos de protección personal para el cuerpo son:

- Ropa para uso rutinario.
- Protección química.
- Protección para bomberos.
- Ropa de proyección para soldar.

La ropa de trabajo tiene como objetivo proteger la mayor parte del cuerpo a los riesgos que puedan presentarse en las áreas de trabajo. En algunos casos la ropa de trabajo protegerá las zonas del cuerpo que la ropa no protege y a la ropa misma, como es el caso de las batas, en otros casos esta se usa como ropa para vestir mientras se permanece en el trabajo.

Overoles. Protegen un área mayor del cuerpo y son muy utilizados en áreas libres de gérmenes y de polvo o en actividades donde este tipo de protección es necesaria. El material de fabricación, como en otros casos, es variada, dependiendo del grado de protección requerida.



Fotografía 8.10.- Campaña permanente para el uso del equipo de protección personal.

5. Protección a las manos.

El propósito de la protección a las manos es la prevención de lesiones de las manos o dermatitis, por medio del establecimiento de prácticas seguras de trabajo y criterios para la selección de guantes para protección contra abrasiones severas, perforación de la piel, absorción cutánea de sustancias nocivas, quemaduras químicas o térmicas, y el frío extremo.

Las categorías de riesgos básicas incluyen:

- La compresión (el aplastamiento).
- Los impactos (golpes)
- El calor o frío.
- Enredado.
- La penetración (astillas u objetos agudos)
- Flamas (Incendios o soldadura).

- Corriente Eléctrica.
- Abrasión.
- Aceite y/o grasa
- Sustancias químicas o polvos cáusticos.
- Cortaduras.

No hay un solo tipo de guante que puede proveer protección contra todos los distintos riesgos que se encuentran en las variadas operaciones de perforación. El factor más crítico en la selección de guantes es adecuar el material a la aplicación.

Los materiales con los que se fabrican los guantes son:

- **Nitrilo.** Ofrece una protección superior contra una gran variedad de solventes, productos químicos corrosivos, sustancias grasas y petroleras. También ofrece una excelente resistencia a las cortaduras, perforaciones y abrasiones.
- **Cloruro de polivinilo (PVC).** Ofrece una excelente resistencia a la abrasión, así como la protección contra los aceites, ácidos y cáusticos. Un recubrimiento vinílico mejora la protección contra ácido sulfhídrico y grasas. No funcionan bien cuando la temperatura sea menor de 4 °C y mayor a los 65.5 °C.
- **Neopreno.** Ofrece una amplia resistencia a muchas sustancias químicas. Resiste las mayorías de los ácidos, grasas y cáusticas. Con forro, se recomienda los guantes de neopreno con acetona, cello solve, y fluido hidráulico (éster). No es tan resistente a abrasión como PVC o Nitrilo.
- **Hule natural.** Ofrece una excelente resistencia ante una variedad de ácidos, solventes y alcoholes y una buena resistencia contra las cortaduras. Pero no se recomienda usar con grasas ni líquidos que no mezclan con agua. Se hinchan y degrada en contacto con fluidos de petróleo. Algunas personas sufren reacciones alérgicas.
- **Viton.** Es el mejor material para los solventes clorados y aromáticos (por ejemplo: benceno, etilmetil cetona (MEK), tolueno y trocloroetileno), pero los guantes son muy caros. Viton es flexible, pero ofrece resistencia mínima a cortaduras o abrasión.
- **Butilo.** Ofrece la mayor resistencia a la penetración de la mayoría de los gases y el vapor del agua. Provee protección superior contra ácidos altamente corrosivos, y protección excelente contra las cetonas y los éteres. Pero no tiene la dureza del hule natural, y no debe usar con compuestos halogenados, ni hidrocarburos alifáticos o aromáticos.

- **Guantes de cuero.** Tiene una amplia variedad de usos, por que ofrecen un alto grado de protección contra cortaduras, astillas, abrasión, y el calor o el frío.

6. Protección a los pies.

El equipo de protección de los pies al que llamaremos calzado, está diseñado para usarse en áreas donde exista un riesgo grande de daño con productos químicos, objetos pesados que pueden caer, electricidad o para dar tracción en pisos mojados. Dentro de este tipo de equipo de protección personal los zapatos y botas son los más conocidos, sin embargo existen otras modalidades.

El calzado puede ser de tres tipos: choclo, borceguí y bota. Este tipo de equipo cubrirá el pie y alguna parte de la pierna dependiendo de la altura y tiene como finalidad la de prevenir lesiones o reducir su severidad.

Existen diferentes tipos de calzado con características específicas de protección para diferentes actividades. Así tenemos:

- **Calzado de protección para uso general.** Se utiliza en áreas donde el trabajador no esté expuesto a riesgos mecánicos ni derrames de productos químicos. No es necesario que tengan puntera metálica, ni suela dieléctrica.
- **Calzado de protección con puntera.** Se utiliza en áreas donde exista el riesgo de daño a los dedos por caída o rodamiento de objetos pesados y punzocortantes. Tienen una protección metálica en la punta del calzado para proteger los dedos.
- **Calzado para protección dieléctrico.** Para protección en áreas donde exista el riesgo de descargas eléctricas
- **Calzado de protección conductor de electricidad.** Sirve para descargar la energía estática del cuerpo que se genera por acciones de trabajo.
- **Calzado de protección metatarsal.** Este tipo de calzado posee un componente integral que protege al empeine.
- **Calzado resistente a la penetración de objetos punzocortantes.** Poseen recubiertas en la parte inferior del calzado.
- **Calzado de protección impermeable.** Evita la filtración de líquidos o polvos finos al pie.

7. Protección contra caídas.

Todo trabajador que efectúe trabajos en alturas (a partir de 1.80 m), debe usar un equipo de protección contra caídas apropiado al trabajo y lugar en que se desarrolle. Los equipos de protección contra caídas más usados son: arnés (tipo paracaidista, de posicionamiento, especial para chango), línea de vida o auto retráctil y anclaje (fijo o bandola de anclaje). Todos los equipos de protección contra caídas resisten 5000 Lbf o 2450 kgf a una caída (excepto el arnés especial para chango que resiste 10000 lbf a una caída), estos equipos no deben ser utilizados por una persona que pese más de 141 kg.(Fotografía 8.11)



Fotografía 8.11.- Personal laborando en alturas con su equipo contra caída

IX. CONCLUSIONES.



CONCLUSIONES

La reconfiguración de la refinería Lázaro Cárdenas en Minatitlán Veracruz se realizó con los más altos estándares de calidad, seguridad, y estudios de impacto ambiental que requiere toda obra de ingeniería civil.

Parte importante durante la construcción de esta planta fue la previsión de cada una de las actividades que se realizaron, desde aspectos una buena planeación de las actividades en las diferentes disciplinas como son: construcción, geotecnia, estructuras, hidráulica, ambiental, instalaciones eléctricas y mecánicas tuberías e instrumentación por mencionar algunas. La buena planeación permitió elaborar programas interdisciplinarios que se fueron adecuando de acuerdo a las necesidades del desarrollo de la obra.

De la gran cantidad de actividades que intervienen en la construcción de plantas industriales de gran importancia para el desarrollo del país el ingeniero civil es parte fundamental de este tipo de proyectos.

Cada una de las actividades de la obra de acuerdo a procedimientos de calidad, seguridad y medio ambiente y son documentadas mediante registros de acuerdo al sistema de calidad ISO 9001 e ISO 14000.

Para el buen desarrollo correcto de esta obra se llevo a cabo un buen control de calidad en los trabajos ejecutados además del efectivo manejo de recursos materiales, humanos y maquinaria para abatir costos de la obra en donde participo un grupo interdisciplinario de profesionales que pusieron en práctica sus conocimientos adquiridos en cuanto a: procura , planeación , ejecución y aplicación de normas de construcción solicitadas por el cliente (PEMEX) que son exigidas tanto por las Normas Mexicanas como también por las Internacionales.

Mi participación en este proyecto fue la coordinación de cada una de las actividades de construcción (obra civil) desde mejoramiento de terreno, cimentación profunda , excavaciones , cimentaciones superficiales , drenajes (pluvial, aceitoso , químico) red contra incendio , trincheras , fabricación y montaje de marcos para rack de tuberías , rellenos y pavimentos con el apoyo de ingenieros encargados de la construcción , seguridad , calidad dándome una visión completa de la construcción de una planta industrial

Referente a la producción general del proyecto incrementara la producción de procesamiento de crudo de 150,000BPD (barriles de petróleo diarios) a 350,000BDP en toda la refinería, en conjunto con las 9 plantas que se construyeron.

En cuanto al tiempo de ejecución se tuvieron retrasos principalmente a las condiciones climatológicas (lluvias intensas) que no permitían realizar actividades en excavaciones e izajes y por otro lado las indefiniciones de ingeniería en cuanto a las cimentaciones de soportes secundarios que dependen principalmente del diseño de los equipos de instrumentación. El comportamiento de la refinería en cuanto a las áreas de integración de las áreas nuevas con las existentes se ha realizado de acuerdo a lo planeado debido a que se realizaron estudios muy minuciosos y una buena planeación y coordinación para esta etapa de la reconfiguración, esto ha dado resultados positivos ya que se ha incrementado el volumen de procesamiento de crudo además generando empleos en esta zona aunque hay que considerar que la contaminación se ha incrementado. Una recomendación personal para futuros proyectos como este sería que se programen las actividades de construcción de sistemas enterrados en época de estiaje así disminuirían los tiempos inactivos de personal y equipo.

Finalmente y a manera de sugerencia y de acuerdo a la experiencia personal en mi participación en este tipo de proyectos, es conveniente impulsar en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil , asignaturas interdisciplinarias en donde el estudiante desarrolle en los semestres terminales proyectos donde intervengan no solo las diferentes áreas de la carrera sino que además abarquen otras disciplinas afines, para la ejecución de este tipo de obras como mecánica , eléctrica e instrumentación , por mencionar algunas.

Además, también sería de enorme beneficio para el recién egresado, el fomentar en él la aplicación correcta de las normas de construcción tanto mexicanas como internacionales, así como las de carácter ambiental. Lo anterior con el fin de le permita incorporarse más rápidamente al sector productivo y elevar su desempeño profesional.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Díaz Infante Armando, Curso de Edificación, 1ra. Ed. Editorial Trillas, S. a. de C.V.
2. Juárez Badillo., Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos Tomo 1. Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Editorial. Limusa. Noriega Editores.
3. Juárez Badillo. Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos Tomo 2. Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos. Editorial. Limusa. Noriega Editores.
4. Peck. Hanson. Thornburn .Ingeniería de cimentaciones. Editorial: Limusa. Noriega Editores.
5. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos Manual de Cimentaciones profundas.
6. Meli / Piralla.Diseño estructural. Editorial: Limusa. Noriega editores. 2^a edición.
7. González Cuevas. Robles, Aspectos fundamentales del concreto reforzado. Editorial: Limusa. Noriega Editores.3^aedición.
8. Procedimientos Constructivos PIMOSA S.A. de C.V.