



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ESTUDIOS RELATIVOS PARA EL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE
ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L

PRESENTA:

REMIGIO MÁRQUEZ DÍAZ



DIRECTOR DE TESIS:

DR. RIGOBERTO RIVERA CONSTANTINO

MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/126/03

Señor
REMIGIO MARQUEZ DIAZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor DR. RIGOBERTO RIVERA CONSTANTINO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ESTUDIOS RELATIVOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO"

- INTRODUCCION
- I ORIGEN Y PROPIEDADES DEL GAS L.P.
- II REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDG-1996, PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
- III DEFINICION Y ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
- IV ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
- V ESTUDIO DE GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS
- VI PROYECTO CIVIL
- VII PROYECTO MECANICO
- VIII PROYECTO ELECTRICO
- IX PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO
- X ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2 "ANALISIS DE RIESGO"
- XI ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS
- XII 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 HABLAR EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 14 Noviembre 2003.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: REMIGIO MARQUEZ DIAZ

FECHA: 2-FEB.-2004

FIRMA:

Agradecimientos:

A Dios

Por iluminar mí camino y no desampararme.

A mi esposa Claudia

Por su apoyo para la culminación de esta meta que considero es un logro para la familia.

A mis hijos Claudia, Estefany y Doane

Por darle a mi vida el estímulo y satisfacción para seguir luchando hacia nuevos horizontes.

A mis padres Adolfo y Aurora

Por su confianza y enseñanzas que ahora cosecho.

A mis Suegros Enrique y Delia

Por su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mi director de Tesis Dr. Rigoberto Rivera Constantino

Gracias por su apoyo y por haberme guiado en la culminación de este trabajo.

**ESTUDIOS RELATIVOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA
PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO**

INDICE

Introducción	1
Capítulo I Origen y Propiedades del Gas L.P.	4
1.1 El Petróleo	5
1.1.1 Origen y Formación	5
1.1.2 Petróleo, su composición	6
1.2 Hidrocarburos: Carbono, Hidrógeno	7
1.3 Gas L.P. y Natural	8
1.3.1 Definición del Gas L.P.	8
1.3.2 Definición del Gas Natural	8
1.4 Características Físicas, Químicas Y térmicas de los Hidrocarburos	8
1.4.1 Odorización	8
1.4.2 Presión de Vapor	9
1.4.3 Condensación y Ebullición del Gas L.P.	10
1.4.4 Vaporización del Gas L.P.	11
1.4.5 Relación de Expansión, Límites	12
1.4.6 Mezcla Inflamable, Explosiva y Carburada	12
1.4.7 Densidad Relativa	13
1.4.8 Combustión	14
1.4.9 Unidades de Medición	14
1.4.10 Poder Calorífico	14
1.4.11 Octanaje	15
1.4.12 Atomo, Peso Atómico	15
1.4.13 Moléculas, Fórmulas Moleculares	16
1.4.14 Pesos Moleculares, Mol-Gramo	16
1.5 Leyes que Rigen a los Gases	18
1.5.1 Ley de Charles	18
1.5.2 Ley General de los Gases (De Boyle y Mariotte)	19
1.5.3 Otras Leyes Generales con datos prácticos	19
1.6 Flujo de Gas en las Tuberías	21
1.6.1 Teoría de Flujo	21
1.6.2 Fórmula General para el Flujo de Fluidos	22
1.6.3 Fórmula de Pole, Fórmula de Coxy de Weymouth	23
1.6.4 Ecuación de Bernoulli	27
Capítulo II Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y Norma oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996, Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción	28
2.1 Reglamento de gas licuado de petróleo	29
2.1.1 Disposiciones Generales	29
2.1.2 Ventas de primera mano	34
2.1.3 Permisos	36

2.1.4	Transporte por medio de auto-Tanques, Semirremolques, carrotanques o buque tanque	47
2.1.5	Transporte por medio de ducto	47
2.1.6	Almacenamiento mediante planta de almacenamiento para depósito.	54
2.1.7	Almacenamiento mediante planta de suministro	54
2.1.8	Distribución mediante plantas de almacenamiento para distribución.	54
2.1.9	Distribución de Gas L.P. para carburación	59
2.1.10	Distribución por medio de ductos	60
2.1.11	Régimen especial para almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para carburación de autoconsumo y transporte por ducto para autoconsumo.	60
2.1.12	Obligaciones aplicables a todos los permisionarios	63
2.1.13	Avisos	66
2.1.14	Verificación	68
2.1.15	Reclamaciones y Controversias	72
2.1.16	Sanciones	74
2.1.17	Procedimiento Administrativo	77
2.2	Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996, Plantas de Almacenamiento para Gas L. P. Diseño y Construcción.	82
2.2.1	Objetivo y campo de aplicación	82
2.2.2	Referencias	82
2.2.3	Definiciones	84
2.2.4	Requisitos del proyecto	87
2.2.5	Especificaciones del proyecto	90
2.2.5.1	Especificaciones del proyecto civil	90
2.2.5.2	Especificaciones del proyecto mecánico	95
2.2.5.3	Especificaciones del proyecto eléctrico	103
2.2.5.4	Especificaciones del proyecto contraincendio	103
2.2.6	Especificaciones particulares para las plantas que reciban Gas L.P. por ducto.	108
2.2.7	Rótulos	109
2.2.8	Dimensiones	110
2.2.9	Modificaciones de obra durante la construcción	110
2.2.10	Apéndice	110
2.2.11	Anexos	111
2.2.12	Concordancia con normas internacionales y transitorios	111
Capítulo III	Definición y elementos que intervienen en una Planta de Almacenamiento de Gas L. P.	112
3.1	Definición de una planta de almacenamiento de Gas L.P.	113
3.2	Area de almacenamiento	113
3.3	Area de máquinas	114
3.4	Area de Trasiego	114
3.5	Areas de circulación y estacionamiento	116
3.6	Area de oficina	116
3.7	Tanques de almacenamiento	117
3.8	Bombas	119
3.9	Compresoras	120

3.10	Válvula de cierre manual	121
3.11	Descarga de auto-transportes	121
3.12	Carga de auto-tanques	123
3.13	Llenado de cilindros portátiles	124
Capítulo IV Estudio de Mecánica de Suelos		127
4.1	Antecedentes	128
4.2	Regionalización Sísmica	128
4.3	Sondeos Exploratorios Estandar (SE) y Mixtos (SM)	129
4.3.1	Sondeo Exploratorio a cielo abierto (PCA)	129
4.3.2	Prueba de laboratorio	130
4.4	Estratigrafía	130
4.4.1	Criterios de clasificación	130
4.4.2	Sondeo Exploratorio Mixto, SM-01	131
4.4.3	Sondeo Exploratorio Mixto, SM-02	132
4.4.4	Sondeo Exploratorio Estandar, SE-03	133
4.4.5	Sondeo Exploratorio Estandar, SE-04	133
4.4.6	Sondeo Exploratorio a cielo abierto PCA-01	134
4.5	Mecánica de suelos	134
4.5.1	Determinación de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante	135
4.5.2	Propuesta de cimentación	135
4.5.3	Determinación de la capacidad de carga admisible	135
4.5.4	Análisis de compensación para la solución por medio del cajón	137
4.6	Conclusiones	138
4.7	Recomendaciones	139
4.7.1	Diseño	140
4.7.2	Excavación y rellenos	140
4.7.3	Proceso constructivo de pilas coladas en el lugar	141
4.7.4	Inspección y verificación de pilas	143
4.7.5	Criterios de aceptación para pilas	144
4.7.6	Informe para pilas	144
4.8	Figuras	145
Capítulo V Estudio de Geotecnia y Diseño de Pavimentos		181
5.1	Antecedentes	182
5.2	Trabajos en campo	182
5.2.1	Pozos a cielo abierto (PCA)	182
5.2.2	Bancos de materiales de préstamo	182
5.3	Pruebas de laboratorio	183
5.3.1	Descripción de la acción de estabilización con cal hidratada	183
5.3.2	Proceso de estabilización en laboratorio	184
5.4	Características de los materiales	185
5.4.1	Terreno natural	185
5.4.1.1	Valor relativo de soporte del terreno natural	185
5.5	Diseño de pavimentos flexibles	186
5.5.1	Diseño de espesores por el método del instituto del asfalto	186
5.5.2	Espesores de pavimentos	187
5.6	Recomendaciones de proceso constructivo para el pavimento	188

flexible	
5.6.1 Recomendaciones de terracerías, capa subrasante o capa de mejoramiento	188
5.6.2 Procedimiento de estabilización con cal hidratada (NOMC-3)	189
5.6.3 Capa de base y sub-base de pavimento flexible	190
5.6.4 Riego de impregnación	191
5.6.5 Riego de liga	191
5.6.6 Carpeta asfáltica	191
5.7 Figuras	192
Capítulo VI Proyecto Civil	205
6.1 Diseño	206
6.2 Superficie del Terreno	206
6.3 Ubicación, linderos, colindancias y actividades	206
6.4 Edificaciones y Urbanización de la Planta	207
6.5 Cimentación de los tanques de almacenamiento	209
6.5.1 Descripción general	209
6.5.2 Análisis estructural	210
6.6 Relación de distancias mínimas	223
Capítulo VII Proyecto Mecánico	227
7.1 Tanques de Almacenamiento	228
7.2 Maquinaria (Bombas y Compresores)	230
7.3 Controles manuales y automáticos	232
7.4 Justificación Técnica del Diseño de la Planta	232
7.5 Tuberías y conexiones	239
7.6 Múltiple de llenado	240
7.7 Basculas de llenado y de reposo	241
7.8 Tomas de recepción suministro y carburación	242
Capítulo VIII Proyecto Eléctrico	254
8.1 Objetivo	255
8.2 Demanda total requerida	255
8.3 Capacidad del transformador alimentador	255
8.4 Fuente de alimentación	256
8.5 Instalación interior	256
8.6 Areas peligrosas	257
8.7 Calculo de caída de tensión en alimentadores remotos	258
8.8 Calculo de corto circuito	258
8.9 Sistema general de conexiones a Tierra	259
Capítulo IX Proyecto Sistema Contra Incedio	264
9.1 Lista de componentes del Sistema Contra Incendio y Seguridad	265
9.2 Descripción de lo componentes del Sistema Contra Incendio y Seguridad	265

9.3	Calculo de capacidades	268
9.4	Rótulos de prevención y pintura	271
Capítulo X	Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2 “Análisis de Riesgo”	279
10.1	Información general del proyecto	280
10.2	Selección del Sitio	282
10.3	Inversión requerida	282
10.4	Dimensiones del proyecto	282
10.5	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto	283
10.6	Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos	283
10.7	Características particulares del proyecto	284
10.8	Descripción de la obra, actividades y sus características	284
10.9	Preparación del sitio	287
10.10	Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto	287
10.11	Otros insumos	288
10.12	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones de la atmósfera	290
10.13	Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso del suelo	291
10.14	Descripción del sistema ambiental y señalamientos de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.	292
10.15	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales	299
10.16	Criterios y Metodologías de evaluación	302
10.17	Descripción de los impactos identificados	307
10.18	Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales	308
10.19	Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas	310
10.20	Conclusiones	311
10.21	Fotografías.	312
Capítulo XI	Análisis y Evaluación de Riesgos	318
11.1	Antecedentes de accidentes e incidentes	319
11.2	Metodologías de Identificación y Jerarquización	319
11.2.1	Identificación y características de los eventos de riesgo	321
11.2.2	Metodología de Jerarquización de riesgos	323
11.3	Radios Potenciales de afectación	330
11.4	Interacciones de riesgo	332
11.5	Recomendaciones Técnico Operativas	334
11.5.1	Sistemas de Seguridad	335
11.5.2	Programa de Seguridad	336
11.5.3	Visitas de inspección	339
11.5.4	Dispositivos de Seguridad	339
11.6	Medidas Preventivas	341

11.7 Residuos, Descargas y Emisiones Generales durante la operación del Proyecto	343
11.7.1 Caracterización	343
11.8 Factibilidad de Reciclaje o Tratamiento	344
11.9 Resumen	345
11.10 Conclusiones del Estudio de Riesgo	349
Conclusiones	351
Bibliografía	353

INTRODUCCION

Desde hace mucho tiempo, cuando el hombre descubrió que podía utilizar el fuego en diversos aspectos de su vida permitiéndole subsistir de las inclemencias de la naturaleza, la humanidad ha empleado diversos combustibles, que varían desde el carbón y el petróleo, hasta los de características nucleares.

Uno de estos combustibles utilizados actualmente es el GAS LICUADO DE PETROLEO (GAS L.P.). Como su nombre lo indica, proviene del petróleo, aunque también se puede del gas natural libre o el asociado con el aceite.

El gas licuado de petróleo es una mezcla de varios hidrocarburos, siendo típica la combinación comercial en la que predomina el butano y propano.

Este combustible tiene diversos usos en el plano doméstico, comercial e industrial. Algunos de ellos son: en estufas de gas domésticas, calentadores automáticos de agua, restaurantes, panaderías y fábricas de alimentos, en donde para evitar contaminación se requiere un grado alto de pureza en los combustibles que se utilizan. En cerámica se utiliza para calentar sus hornos que requieren que el combustible produzca un pequeño volumen de gases de combustión y que la velocidad de la flama sea lenta y uniforme. Además se puede utilizar como combustible para motores de combustión interna, actualmente aprovechado en las unidades de reparto de empresas refresqueras, de alimentos etc., ya que tiene la característica de ser menos contaminante que otros combustibles usados, entre ellos la gasolina.

El gas L.P., permite su fácil manejo en estado líquido, a temperatura ambiente y con presiones moderadas, es distribuido en la actualidad por empresas concesionarias que operan en el territorio nacional, y que cuentan con instalaciones y equipo apropiado para almacenamiento, transporte y distribución del mismo.

La forma de almacenar y distribuir el gas L.P. hasta el momento de aprovecharlo se puede resumir de la siguiente manera: De las instalaciones de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se entrega el gas L.P. en forma líquida al distribuidor o concesionario, quien por medio de autotransportes lleva el gas hasta su Planta de Almacenamiento, Transporte y Suministro. En este lugar por medio de torres de carga y descarga se hace el trasiego del gas L.P. del autotransporte a los grandes recipientes almacenadores del distribuidor. Posteriormente con ayuda de bombas se lleva el gas L.P. hasta el muelle de llenado de Cilindros o recipientes portátiles, con el mecanismo llamado múltiple de llenado se procede a efectuar el llenado de los mismos, para que posteriormente con los camiones de reparto se entreguen al usuario. Estos recipientes son de diferentes capacidades y se vende el gas L.P. por kilogramo.

También en estas instalaciones se abastecen los autotanques (pipas de reparto), con las cuales se surte este combustible a los tanques estacionarios que son propiedad de los distribuidores, y de ahí a los aparatos de consumo. Como en el caso de los recipientes portátiles, existen diferentes capacidades, pero el gas L.P. se vende por litro.

Los distribuidores cuentan con instalaciones apropiadas para el almacenamiento del gas L.P. También conocidas, como PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P., lo cual es el objetivo de análisis en este trabajo.

Las plantas de almacenamiento de gas L.P. se diseñan y construyen bajo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996, con título "PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION", misma que fue publicada en el "Diario Oficial de la Federación" en el mes de septiembre de 1997.

Debido al avance de los conocimientos y descubrimiento de nuevos materiales, las Normas Oficiales Mexicanas, son susceptibles de revisión constante, con la finalidad de ampliar aspectos de seguridad al público y a las instalaciones, siendo esta la razón principal, para usar este proyecto de norma como base para la elaboración del presente trabajo.

Los elementos de la planta de almacenamiento, como recipientes, máquinas (bombas y compresores), accesorios y tuberías, deben cumplir con los requisitos de las normas evaluadas por la Secretaria de Energía para manejo y uso de gas LP.

Considerando la creciente demanda de este combustible, el objetivo del presente trabajo es mostrar las distintas partes de las cuales constan una Planta de Almacenamiento de Gas L.P. y los diferentes elementos que intervienen en su diseño y construcción, así como los aspectos normativos que regulan a este tipo de instalaciones; ya que como se mencionó anteriormente, los elementos como compresores, bombas, accesorios, tuberías, etc., están sujetos a una norma muy rigurosa que tiene como objetivo ofrecer una seguridad máxima para una buena confiabilidad en su operación. Por lo que aparte de tener una localización estratégica para ofrecer una distribución adecuada al usuario, es necesario obtener una operación que cumpla con las más estrictas condiciones de seguridad.

El presente trabajo consta de once capítulos que a continuación se describen: En el capítulo 1 se encuentra una descripción general del gas L.P., explicándose las propiedades físicas y químicas del mismo, así como las ecuaciones matemáticas necesarias para llevar a cabo los cálculos de las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P.

El capítulo II contempla una revisión del aspecto normativo que regula el diseño y construcción de las Plantas de Almacenamiento y una descripción de los elementos que la componen. Además se da un concepto de lo que son las líneas de gas L.P. en fase líquida y fase vapor utilizadas en el trasiego del gas L.P. en estas instalaciones, así como la simbología y las unidades de conversión que se utilizarán en la fase de diseño.

El capítulo III, contempla el diseño y elementos necesarios para una Planta de Almacenamiento de Gas L.P., abarcando aspectos como la localización de instalaciones, tipos de recipientes utilizados, procesos operativos en cada uno de los puntos de trasiego y particularidades de los mismos. Además se encontrarán características que debe reunir el sistema mecánico y eléctrico, entre otros

aspectos. Estos seguirán el orden que nos marca la norma mencionada anteriormente.

El capítulo IV, contempla un panorama general de los estudios de mecánica de suelos necesarios para llevar a cabo el diseño y construcción de la cimentación de los tanques de almacenamiento de una planta de almacenamiento que se presenta como proyecto en la presente tesis.

En el capítulo V se describe la importancia del diseño de pavimentos basados en el estudio de geotécnica, lo cual permite analizar y determinar el mejoramiento necesario en el terreno utilizando bancos de préstamo, diseñando de acuerdo a los vehículos de reparto que circularan en la planta de almacenamiento de Gas L.P.

En los capítulos VI, VII, VIII Y IX se describe el diseño del proyecto civil, mecánico, eléctrico y contra incendio para la construcción de una planta de almacenamiento de Gas L.P. que se ubicará en el Municipio de Nextlalpan, Estado de México. Este diseño se basa en la normatividad y en las consideraciones necesarias para la operación adecuada de la planta. El presente proyecto se analizó para distribuir más de 9,000 toneladas mensuales en ventas, por lo que la recuperación económica deberá ser como máxima en 3 años con una operación de un 75% de su capacidad real instalada.

Los capítulos X y XI, explican los impactos y riesgos ambientales posibles del presente proyecto en la comunidad en donde se ubicará, para lo cual se llevó a cabo un análisis detallado el cual será presentado ante las Autoridades Gubernamentales en esta materia.

Por último se dan las conclusiones con respecto al presente trabajo y se anexa la bibliografía que se utilizó para la elaboración del mismo.

CAPITULO I

ORIGEN Y PROPIEDADES DEL GAS L.P.

CAPITULO I

ORIGEN Y PROPIEDADES DEL GAS L. P.

1.1 EL PETROLEO

En el campo de la investigación científica, una de las materias de importancia primordial, es el origen y las aplicaciones del petróleo, ocupando el primer lugar como base para el desarrollo económico y social de un país, así mismo es el energético de mayor demanda mundial.

Son innumerables los derivados de tan preciado elemento y puede decirse que se encuentra en todos los objetos que actualmente usamos, sin embargo en este estudio, analizaremos al gas licuado de petróleo y al gas natural exclusivamente ya que por sus cualidades específicas se han convertido en los combustibles más ventajosos y de mayor utilización en el ramo doméstico comercial y de operación industrial.

El descubrimiento del petróleo es antiguo en la humanidad, se supone que los fuegos perpetuos en templos paganos fueron manantiales de petróleo encendidos en la superficie de la tierra. En la Biblia aparece con el nombre de Betún, mineral combustible. Los babilonios y los Asirios, lo emplearon en alumbrado. Los Árabes y Hebreos en medicinas. Los Chinos utilizaron el gas natural para alumbrado, sirviéndose de tubos de bambú y también como elemento de guerra. Los indios norteamericanos vendían petróleo con el nombre de "Aceites Séneca" para diversos propósitos, como la cura del reumatismo. En México, los Totonacas de la región de Papantla lo recogían de la superficie de las aguas para utilizarlo como medicina y como incienso en sus ritos, algunas tribus de la costa lo utilizaron para blanquear su dentadura.

1.1.1 ORIGEN Y FORMACION

Las teorías del origen y formación del petróleo se siguen discutiendo hasta la fecha. Las primeras defendieron su origen como mineral, otros investigadores se inclinaron por el origen orgánico, sosteniendo que provienen de la descomposición de residuos animales y vegetales que se transformaron en aceite a través de los años. Los análisis hechos de rocas petrolíferas de campos productores, hecho en laboratorios confirman el origen orgánico, ya que se han encontrado en ellas, ciertas propiedades ópticas, que sólo se localizan en las sustancias orgánicas, así como el propio contenido de nitrógeno.

También nos puede confirmar el origen orgánico, el hecho de que la mayor parte de los yacimientos en el mundo, se localizan en lugares que fueron ocupados por lagos y mares hace millones de años.

En 1858 un norteamericano el Coronel Edwin L. Drake, tratando de perforar un pozo de agua hizo brotar petróleo bruto del subsuelo, un aceite oscuro y viscoso que revolucionaría la economía mundial, sin embargo originalmente se conceptuaba muy modestamente el valor de esta riqueza ya que sólo se extraía la Kerosina llamada "Petróleo de Alumbrado" y el resto se abandonaba o quemaba.

En 1860 nació la industria de la refinación para extraer otros productos de este filón lodoso que progresó y sigue progresando a grandes pasos al grado que no hay productos desperdiciados, ya que todas las riquezas contenidas en el petróleo bruto son utilizadas, elementos extraños que conviene eliminar del petróleo son los sulfuros, por sus propiedades corrosivas o de olor desagradable, sin embargo, el azufre es riqueza envidiable en la economía mundial.

1.1.2 PETROLEO, SU COMPOSICION.

El petróleo se encuentra en el subsuelo, impregnado en formaciones geológicas a las que los profesionales llaman trampas, constituidas por una capa de margas arcilla u otro terreno impermeable de la cual no pueda escapar el petróleo hacia la superficie.

La capa de petróleo de un campo petrolífero no suele medir más de 30 metros de espesor pero puede extenderse en un ovalo de decenas de kilómetros y a profundidades teóricas hasta de 15,000 metros.

El petróleo asume los tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso, según su composición y la temperatura y presión a que se encuentra, su color varía entre el ámbar y el negro, su densidad es menor que la del agua. En estado gaseoso es inodoro, incoloro e insípido.

El aceite que producen los pozos, es enviado hasta un centro de recolección llamado batería de separadores en donde se separa mecánicamente el aceite del gas y del agua, se miden y envían a otros centros recolectores de mayor importancia y de ahí a centros de tratamiento y refinación.

El petróleo crudo es un compuesto de hidrocarburos, es decir una combinación de carbono e hidrogeno exclusivamente y que comprende desde el asfalto hasta el gas natural. Su separación en columnas de destilación se logra aprovechando las diferencias de volatilidad que tiene unos y otros. El procedimiento utilizado, consiste en calentar el petróleo crudo a una temperatura en que los componentes ligeros se evaporen y a continuación se condensan los hidrocarburos evaporados.

La condensación se efectúa a diferentes temperaturas: Los hidrocarburos más volátiles se condensan a menor temperatura que los menos volátiles. De esta manera, se obtienen distintos condensados cuyas propiedades corresponden a los productos comerciales que conocemos como son el gas licuado de petróleo, gasolina, queroseno, diesel, aceite, lubricantes etc.

De los yacimientos constituidos por gases, estos se extraen por los mismos métodos convencionales empleados en la extracción del petróleo crudo y son tratados en plantas de absorción, donde se separan los hidrocarburos que forman el gas natural, el gas licuado de petróleo y algunos otros como gasolina ligera. Este tipo de yacimiento es la fuente principal de producción tanto del gas natural como del gas LP.

Las refinaciones de petróleo vienen produciendo también cada vez, mayores cantidades de gas LP. mediante la instalación de los equipos especiales requeridos.

De las plantas de absorción y de las refinerías, los productos comerciales derivados del petróleo, hidrocarburos que se encuentran en estado gaseoso como el gas natural, se hacen llegar a los centros de consumo por ductos; los que se encuentran en estado líquido, se hacen llegar a plantas almacenadoras, ubicadas en los centros de consumo por ductos, ferrocarril, barcos-tanque y autos-transporte. En la actualidad en lugares que carecen de yacimientos naturales como en Japón, cuenta con almacenamientos de grandes dimensiones para Gas Natural como en la terminal de Osaka Gas Company que lo almacena a temperatura muy baja de menos 160 °C.

1.2 HIDROCARBUROS: CARBONO, HIDROGENO.

Los hidrocarburos son cuerpos compuestos de carbono e hidrógeno exclusivamente. El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido, muy difícilmente licuable. Es la sustancia más ligera que se conoce. Se encuentra muy poco en la naturaleza en estado de libertad. Lo expulsan algunos volcanes y pozos petroleros, si bien mezclados con otros gases. Abunda combinado; forma parte del agua, de los ácidos e hidróxidos, de los organismos vegetales animales y del petróleo.

El carbono es un elemento no metálico, que se encuentra en la naturaleza en combinación con todas las sustancias vegetales y animales (materia orgánica) y con muchos minerales.

Los porcentajes de carbono e hidrógeno que forman cada compuesto tienen importancia decisiva en el comportamiento de cada hidrocarburo, sus propiedades varían a medida que cada compuesto tiene mayor número de carbonos.

El átomo de carbono se representa por un núcleo central, rodeado de cuatro antenas llamadas valencias, susceptibles de retener cuatro átomos de hidrógeno, por lo que se dice carbono tetravalente. Por la combinación entre sí de los átomos, de carbono y por la fijación de los átomos de hidrógeno sobre las antenas o valencias, se forman un gran número de hidrocarburos.

El primero, es el formado por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno CH_4 y recibe el nombre de Metano.

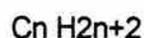
El segundo, esta formado por la combinación de dos de carbono y seis de hidrógeno C_2H_6 se le conoce como Etano.

El tercero, se obtiene por la combinación de tres de carbono y ocho de hidrógeno C_3H_8 se llama Propano.

El cuarto, se obtiene con cuatro átomos de carbono y 10 de hidrógeno C_4H_{10} conocido como Butano.

Después el Pentano con cinco carbonos y 12 hidrógenos, el Hexano con 6 carbonos y 14 hidrógenos, el Heptano con 7 y 16 y el Octano con 8 y 18

De manera general corresponde a la fórmula de los hidrocarburos saturados.



Los cuatro primeros hidrocarburos se encuentran a la temperatura ordinaria y a presión atmosférica, en estado gaseoso. Los dos primeros, metano y etano forman lo que se conoce como gas natural, el propano y el butano los dos segundos, reciben el nombre de gas licuado de petróleo, gas L.P. Cuando el número de átomos de carbono son más de cuatro, se encuentran en estado líquido a las condiciones ordinarias de presión y temperatura, formando los compuestos que conocemos con el nombre de gasolina, petróleo diáfano, diesel, etc.

Vienen después los que son más viscosos que los anteriores, los aceites lubricantes hasta llegar a ser sólido como las parafinas, grasas y finalmente los asfaltos. Así, llegamos especialmente al estudio de los gases metano y etano que corresponde al gas natural y el propano y butano al gas LP., analizaremos sus características comparativas.

1.3 GAS LP Y NATURAL.

1.3.1 DEFINICION DEL GAS L.P.

El concepto Gas L.P. o gas Licuado de Petróleo denomina a los productos que están compuestos principalmente por cualquiera de los siguientes hidrocarburos o mezclas de ellos. Propano, Propileno, Butano (normal e insobutano) y Butilenos.

El gas L.P. es único entre los combustibles comúnmente usados, porque bajo presiones moderadas y a la temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a la presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas. Por estar almacenado en forma líquida, recibe el nombre de Gas Licuado de Petróleo" y comercialmente Gas L.P.

Gracias a que las mezclas propano-butano se puede licuar a bajas presiones, es posible almacenar este producto en recipientes del orden de un millón de litros. En las plantas de almacenamiento y distribución se embotella el gas L.P. en recipientes más pequeños de 4, 6,10,20, 30 y 45 kilogramos, con el objeto de facilitar su transporte y distribución para su aprovechamiento como combustible en usos domésticos, comerciales e industriales.

1.3.2 DEFINICION DEL GAS NATURAL

El Gas Natural es un combustible, compuesto de hidrocarburos, que se encuentran en el subsuelo. El gas natural consiste en su mayor proporción de los dos hidrocarburos más ligeros: Metano y Etano, (gases no licuables a temperatura ordinaria y bajo presiones débiles).

Su conducción se efectúa por tuberías en estado de vapor desde su lugar de origen hasta su consumo a presiones variables.

1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y TERMICAS DE LOS HIDROCARBUROS.

1.4.1 ODORIZACION

Por su naturaleza, el gas L.P., y el Natural carecen de olor y color, en estas condiciones y en caso de presentarse alguna fuga en los recipientes que lo contengan, no se percibirá su presencia.

Se hace más crítico si la fuga se presenta en un recinto cerrado en donde existe gran posibilidad de que se presente alguna explosión.

Para detectar fácilmente una fuga y anunciar su presencia se ha optado por odorizarlo utilizando para ello un aroma penetrante semejante a la materia orgánica en descomposición conocido con el nombre de Mercaptano, sustancia también carente de color.

Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los medidores.

Su olor es tan penetrante que basta poner en cada litro de gas líquido, sólo una gota de mercaptano.

Las características del odorizante son :

- a) Compatible con el equipo usado ordinariamente para los servicios de odorización
- b) Las propiedades físicas y químicas del odorizante o mezcla de éstos debe ser tal que cuando sean inyectados dentro de la corriente del gas, dichos odorizantes sean estables y persistan en estado de vapor.
- c) No deben ser tóxicos ni nocivos a las personas y a los equipos
- d) Deben quemarse fácilmente en una flama; y los productos de esta combustión no deben ser corrosivos, ni nocivos a las personas y a los materiales expuestos a dichos productos de la combustión.
- e) El odorizante o la mezcla usada no deben ser solubles al agua.

1.4.2 PRESION DE VAPOR.

El gas L. P. se almacena y se transporta en estado líquido, sin embargo, se consume en estado de vapor. Veamos como sucede esta transformación.

En todos los cuerpos las moléculas que los forman están en movimiento, es decir, no están fijas. En un cuerpo sólido las moléculas están relativamente próximas una a las otras y se mueven relativamente despacio.

Si calentamos ese sólido, las moléculas se mueven más aprisa y tienden a separarse. Cuando están suficientemente separadas, la sustancia se "funde" o "derrite", tomando el estado líquido.

Si continuamos calentando ese líquido aún mas, las moléculas se moverán más aprisa todavía y se alejarán más entre si hasta que el líquido hierve y forma gas en estado de vapor.

Ese proceso puede ser invertido y al bajar la temperatura lo suficiente, el vapor se condensará en líquido y con nueva reducción de temperatura ese líquido tomará el estado sólido.

Ahora bien, como el gas L. P. se encuentra almacenado en recipientes cerrados, y sobre la superficie se tiene un espacio libre, este se llega a saturar de vapor y ejerce una fuerza sobre la superficie y las paredes del recipiente. A este fenómeno se le denomina presión de vapor.

El valor de presión de vapor depende de la temperatura y del fluido que se maneje

1.4.3. CONDENSACION Y EBULLICION DEL GAS L. P.

J.B. Van Helmant fue el inventor de la palabra gas y comprobó que los gases se podían condensar en líquidos si estos se enfriaban.

T. Andrews descubrió que un gas también puede licuarse si se le aplicaban presiones arriba de las atmosféricas, pero a una determinada temperatura que él llamó **temperatura crítica** y cuyo valor varía para cada tipo de gases.

De acuerdo a los descubrimientos de estos dos científicos y su enriquecimiento con los aportes de otros, se basan los métodos empleados en la licuefacción de los gases.

Si al butano en estado de vapor lo almacenamos en un recipiente cerrado y se desciende la temperatura, se podrá comprobar que a -0.5°C se licúa. En un día de invierno que registre esta temperatura o menor todavía, podemos manejar el butano en estado líquido en recipientes abiertos, así como estamos acostumbrados a manejar el agua.

Si lo mismo hacemos con el propano veremos que se requiere descender la temperatura hasta -42.0°C para lograr su licuación.

A estas temperaturas de -0.5°C y -42°C se les denomina temperaturas de condensación si se está pasando del estado gaseoso al estado líquido ; pero si se pasa del estado líquido al gaseoso, se llama temperatura de ebullición.

Las moléculas de un líquido están en constante movimiento, aunque con una velocidad menor a la de los gases. Como un líquido presenta una superficie libre, algunas moléculas atraviesan esta superficie fugándose del líquido. Si el recipiente es cerrado, las moléculas se irán acumulando gradualmente en el espacio libre y al ir aumentando presentarán una tendencia a regresar al líquido. Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al que regresa, se dice que la fase gaseosa y la fase líquida están en equilibrio.

Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido. La razón de esto es que la velocidad de las moléculas aumenta con el incremento de temperatura, pasando con mayor rapidez las moléculas al estado gaseoso, incluso se formarán burbujas de vapor en el seno del líquido, lo que se llama ebullición.

Las temperaturas en el ambiente durante todo el año, son siempre superiores a los valores antes mencionados, por tal razón el gas L.P. se maneja siempre arriba de su punto de ebullición.

Independientemente que el gas L.P. se encuentre por arriba de su temperatura de ebullición, no podrá hervir, ya que está sometido a una presión mayor que la atmosférica u ordinaria, por encontrarse en un recipiente cerrado, donde se produce un equilibrio entre la fase líquida y gaseosa. Pero si esa presión se baja a la atmosférica abriendo la válvula de servicio del tanque, el gas empezará a ebulir tumultuosamente. Al cerrar la válvula se empezará a generar otra vez el equilibrio entre fases.

Esa propiedad es la que nos permite almacenar el gas L.P., en estado líquido y aprovecharlo en estado gaseoso.

1.4.4 VAPORIZACION DEL GAS L.P.

El cambio de un fluido de estado líquido al estado gaseoso, va acompañado de una absorción de calor, es decir, se registra un descenso de temperatura; por eso si ponemos en la mano unas gotas de alcohol o de éter que se volatilizan rápidamente, se siente la sensación de frialdad porque está absorbiendo calor de la mano. Para enfriar un líquido, lo soplamos porque la corriente de aire que se lanza, evapora una parte de líquido y así se produce un descenso de temperatura. Al salir del agua del mar, se siente frío, por la rápida evaporación del agua que producen las corrientes de aire; el calor requerido por el agua para evaporarse es tomado del cuerpo.

Tratándose del gas L.P. en estado líquido, ya sea propano o una mezcla de este con butano, también absorbe calor en su paso al estado gaseoso. Solo que como estos gases tienen una temperatura de ebullición por debajo de los 0°C, ese calor se obtiene directamente de la atmósfera ambiente.

Veamos con más detalle esto. El líquido tiene almacenada en si cierta cantidad de calor; de esa cantidad de calor se utiliza la necesaria para vaporizar el volumen de líquido, pero claro que al usar esa cantidad, la temperatura del líquido descenderá y solo podrá recuperar calor de la única fuente seguramente disponible; el calor de la atmósfera ambiente que llega hasta el líquido por el único camino disponible, o sea las paredes del tanque, en la zona en que están bañadas por el líquido.

Si la velocidad con que el líquido recupera calor es igual o similar a la velocidad con que lo pierde, no hay problema. Pero si esto no sucede, empezará a descender la temperatura del líquido por abajo de los 0°C y en ese momento se podrá apreciar la congelación de la humedad del aire en el área del recipiente que está en contacto con el gas L.P. en estado líquido. Este problema se resuelve aumentando de capacidad de almacenamiento.

Naturalmente, existen fórmulas para calcular la cantidad de vaporización de un recipiente y si contamos con el cálculo del consumo de los aparatos de que consta una instalación, podemos determinar la capacidad del recipiente a utilizar.

1.4.5 RELACION DE EXPANSION, LIMITES

La gasolina y los otros líquidos inflamables similares, permanecen líquidos cuando están a presión atmosférica, excepto por una pequeña vaporización que se va produciendo con el aire, pero el propano y el butano cuando se sacan del recipiente, rápidamente se expanden, transformándose de líquidos a gases.

La relación de expansión debe ser recordada en todo momento. Cuando los gases L.P son derramados al ambiente, rápidamente se expanden y se mezclan con el aire, llegando a formar mezclas inflamables.

Un litro de propano líquido, en una proporción de 9.5% y 90.5% de aire, se convierten, primero el litro en 273 lts. de vapor mezclados con el aire y en 11870 litros gas-aire de mezcla inflamable

La expansión de los gases que se están quemando puede ser tan rápida que su fuerza será casi tan violenta como la de una explosión, aún cuando los gases no estén confinados dentro de un área cerrada.

De ahí, la importancia que tiene evitar cualquier fuga de gas en estado líquido.

1.4.6 MEZCLA INFLAMABLE, EXPLOSIVA Y CARBURADA

La diferencia entre una mezcla inflamable y una mezcla explosiva depende de la cantidad y localización de la mezcla en el momento de la ignición. Por ejemplo: si una mezcla correcta de gas y de aire pasa por el tubo vénturi a las espreas de salida del quemador, esta mezcla arderá en el momento en que encienda, continuando igual mientras el quemador siga proporcionando gas correctamente.

Si la mezcla se confina dentro de un área sin ventilación, como un cuarto o un sótano, un edificio, el interior de un homo o en algún área baja, se tomará explosiva y si se enciende explotará. Sin embargo, si la mezcla de gas y aire se vuelve demasiado pobre o demasiado rica en contenido de gas no podrá explotar. Estas dos diferentes condiciones son lo que se llama "limites de inflamabilidad" y se dividen en "limite inferior" y "limite superior" que se miden por porcentaje de gas que hay en una mezcla gas L.P. – aire.

Para explicar con mejor detenimiento, veamos; si de propano tenemos 2.4% de gas y un 97.6% de aire, la mezcla será inflamable, es decir que, al tener contacto la mezcla con una flama o chispa, necesariamente se encenderá, pero si la mezcla está por debajo del límite inferior, o sea con un contenido de gas de menos del 2%, entonces la mezcla se tomará no inflamable.

Ahora bien si la mezcla se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, o sea que contenga más del 9.5% de gas y menos del 90.5 % de aire, tampoco será inflamable por ser demasiado rica en gas, hasta no encontrar una corriente de aire que empobrezca la mezcla volviéndose al límite de inflamabilidad.

Entre los limites inferior y superior, existe un porcentaje de mezcla que recibe el nombre de "mezcla carburada".

Los límites de los diferentes gases varían; unos son demasiado estrechos, otros tienen una gran gama o rango. Los de límites muy amplios son más peligrosos que los de límite estrecho.

El Etileno tiene una gama explosiva más amplia que el butano y el propano, el monóxido de carbono, igual que el acetileno, tienen también una gama muy amplia. De hecho es tan amplia que se recomienda tener extremo cuidado en su manejo para prevenir la acumulación de ellos en zonas peligrosas. Es decir, prevenir las fugas al máximo.

1.4.7 DENSIDAD RELATIVA

En la naturaleza existen gases más ligeros y más pesados que el aire, los más ligeros se pueden apreciar en los globos y los humos que ascienden y los más pesados como el anhídrido carbónico tienden a depositarse en la superficie del suelo.

En los hidrocarburos gaseosos mientras el gas L.P. es más pesado que el aire, el gas natural es más ligero.

Si tenemos dos recipientes exactamente iguales y llenamos uno con aire, y otro con cualquier gas diferente y los colocamos en una balanza muy precisa, notaremos que existe una diferencia en la cantidad de materia entre uno y otro. A la comparación de la cantidad de materia de un gas con respecto a la del aire se llama "Densidad Relativa".

Por eso, si comparamos el peso de gas L.P con respecto a el aire, tenemos que la densidad relativa del propano es de 1.522, la densidad relativa del butano es de 2.006. Es decir, que el propano pesa 0.522 veces más que el aire y el butano lo doble del peso del aire.

Todo lo contrario sucede con el gas natural ya que su densidad relativa es de 0.61, valor que indica que pesa menos que el aire.

Esta característica que tiene el gas natural le permite ser manejado con gran seguridad, ya que cualquier fuga del mismo tenderá a elevarse y a disolverse en la atmósfera.

El gas L.P como es más pesado que el aire, una vez que ha escapado, sino existe una corriente de aire que lo disipe se extiende pegado al suelo, acumulándose en mezclas explosivas y con grandes posibilidades de encontrar una fuente de ignición que los encienda.

Al gas L.P. en estado de vapor lo comparamos con el gas que más abunda en la naturaleza y que es el aire, ahora el gas L.P. en su estado líquido lo podemos comparar con el agua que es el líquido de mayor abundancia.

Podemos decir que 1 litro de propano pesa 508.9 gr. y de butano 582.4 gr las densidades mencionadas se han calculado para una temperatura de 15.5°C es decir, 60°F.

Como los volúmenes se dilatan o contraen con los cambios de la temperatura, los valores de las densidades serán diferentes.

1.4.8 COMBUSTION

Cuando en forma controlada se mezcla gas con el oxígeno del aire en presencia de una fuente de ignición, el resultado será una combustión y solamente puede existir cuando se juntan estos 3 elementos si aislamos cualquiera de ellos, jamás podremos efectuar una combustión.

Recibe el nombre de combustión, el proceso por el cual el combustible se combina en forma rápida con el oxígeno (también llamado carburante) con desprendimiento de luz y calor, se dice que se efectúa en forma rápida para diferenciarlo de otros procesos; el lento, comúnmente llamado oxidación y el ultra rápido ó instantáneo llamado explosión.

Generalmente, cuando se realiza una combustión es con el objeto de aprovechar su calor, por eso es importante medir la cantidad de calor que producen los combustibles.

1.4.9 UNIDADES DE MEDICION

La unidad para medir el calor en el sistema internacional de unidades se llama caloría y se define como la unidad de calor necesaria para elevar un grado de temperatura de un gramo de agua.

Generalmente, a esta unidad se le designa con el nombre de caloría pequeña o caloría gramo, para diferenciarla de la caloría grande o kilocaloría, que es mil veces mayor que ella, o sea, la cantidad de calor necesaria para elevar un grado de temperatura de un kilogramo de agua.

En el sistema británico, la unidad correspondiente es la unidad térmica británica (British thermal unit), que se representa por las iniciales B.T.U. de su nombre en iniciales. Se define como la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua.

1.4.10 PODER CALORIFICO

Conociendo las unidades para medir el calor que produce un combustible en una combustión, el calor que desarrolla se mide por la unidad de peso o de volumen.

En otras palabras, se dice que el "poder calorífico" de un combustible, es la cantidad de calorías capaz de producir por cada gramo, kilogramo, litro o metro cúbico.

Para los cuerpos sólidos o líquidos, el poder calorífico se toma teniendo en cuenta las calorías producidas en la combustión de un kilogramo de combustible; para los gases se toma la unidad de volumen o sea el metro cúbico.

Los valores de los poderes caloríficos de los cuerpos sirve para determinar el consumo de combustible, pues dividiendo la cantidad total de calorías necesarias para una operación entre el poder calorífico del combustible obtendremos su consumo.

Poder calorífico de combustibles (en estado gaseoso a la condiciones de 1 atmósfera de presión y una temperatura de 20°C).

Gas Natural ----- 8,800 Kcal/m³

Propano ----- 22.254 "

Butano ----- 29.825 "

Poder calorífico de combustibles (en estado líquido)

Propano ----- 12,000 Kcal/Kg.

Butano ----- 11,800 "

El gas L.P. no es peligroso cuando se maneja con cuidado. El hombre primitivo sentía verdadero pánico al fuego, porque desconocía lo que era, y solamente sabía de él los grandes daños que ocasionaba, y ante este temor llegó a rendirle culto. Hoy en día sabemos todo acerca del fuego; sabemos controlarlo, lo dominamos y hemos hecho que sea un eficaz colaborador del hombre.

Siguiendo los principios de seguridad que se derivan del comportamiento de estos gases, encontraremos el camino hacia la seguridad, pues día a día se construyen mayor cantidad de instalaciones y las existentes requieren del mantenimiento dirigido y realizado por personal capacitado.

1.4.11 OCTANAJE

El número de octanos de un combustible (u octanaje), se derivan de una escala arbitraria, calculada midiendo la máxima relación de compresión que puede ser usada en un motor de combustión interna, sin detonación audible (knock). La estandar usada es derivada del iso-octano puro (Octanaje=100) y las propiedades relativas anti-knock de cualquier otro combustible pueden definirse mediante comparación de su octanaje con el iso-octano.

Debido a sus relativamente altos octanajes, los gases licuados de petróleo están siendo usados en un grado creciente en motores de combustión interna.

Propano:	Octanaje	125
Butano:	Octanaje	91

1.4.12 ATOMO PESO ATOMICO.

Es la mínima porción de cada cuerpo simple que puede entrar en combinación con otros. Es indivisible por medios químicos.

Peso atómico

Es el peso del átomo. Difiere en cada elemento. Su valor absoluto no ha sido hasta el presente bien establecido. En cambio se conoce perfectamente su valor relativo,

es decir, comparado con el peso de un elemento tomando como unidad (Oxígeno 16). Antes se tomaba como unidad el hidrógeno por ser el más ligero.

Atomo gramo.

Es el peso atómico expresado en gramos. Así, el átomo-gramo de carbono, cuyo peso atómico es 12.010 pesará 12.010 gramos; el átomo gramo de hidrógeno pesa 1.0080 gramos.

1.4.13 MOLECULAS, FORMULAS MOLECULARES.

Es la porción mínima de una sustancia que participa de la naturaleza del todo y que puede existir en estado de libertad. Es indivisible por medios físicos.

FORMULA MOLECULAR.

Los constituyentes elementales de una sustancia, o sea la clase de átomos que integran su molécula y sus proporciones relativas son las siguientes:

Metano	CH ₄
Propano	C ₃ H ₈
Butano	C ₄ H ₁₀

1.4.14 PESOS MOLECULARES, MOL-GRAMO.

Propiedad física fundamental de una sustancia; es el peso de la molécula, y equivale a la suma de los pesos atómicos de los diferentes elementos que la integran. Su valor es relativo como el del peso atómico. Si se dice de un cuerpo que su peso molecular es 32, se intenta expresar que su molécula pesa 2 veces lo que el átomo de Oxígeno.

Metano CH ₄	:	Peso molecular 16.042
Propano C ₃ H ₈	:	Peso molecular 44.094
Butano C ₄ H ₁₀	:	Peso molecular 58.120
Aire	:	Peso molecular 28.966

Mol-Gramo

Se entiende por un mol de cualquier sustancia, la cantidad de esa sustancia cuyo peso (en Kilos, gramos, libras o cualquier otra unidad conveniente que se use) sea

numéricamente igual a su peso molecular. Si se expresa en gramos se denomina "mol-gramo", si es en libras "mol-libra", etc.

En lenguaje de química la molécula-gramo se llama también mol. Si el peso de la molécula se expresa en miligramos, entonces se llama "milimol."

Así una molécula de agua, que está formada por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno, tendrá un peso molecular de 16.000 más 1.008, o sea 18.016 (la molécula de agua tiene 3 átomos: 2 de Hidrógeno y 1 de oxígeno: HOH ó H₂O ó 2(H) + 1(O). La molécula de hidrógeno está formada por 2 átomos de hidrógeno, por lo tanto, su peso molecular será igual a 2.016.

La molécula de Oxígeno tiene un peso molecular de 32, ya que consta de 2 átomos de Oxígeno

Una molécula de Propano (C₃H₈) tiene 3 carbonos con un peso cada uno de ellos de 12.01 y 8 átomos de hidrógeno con un peso cada uno de ellos de 1.008 por lo tanto el peso molecular es:

Carbono	12.010 x 3	36.030
Hidrógeno	1.008 x 8	8.064
		44.094 gr

Un mol-gramo de Propano, será la cantidad suficiente de este gas que pese 44.094 gramos. En otras palabras, para tener un mol-gramo de Propano se pesa cuidadosamente 44.094 gramos de este gas.

Siguiendo el mismo procedimiento anterior, el Butano tiene un peso molecular de 58.120 unidades, entonces, si queremos tener un mol-gramo de butano, pesaremos 58.120 gramos de este gas.

Por estudios hechos por Avogadro se encontró que el mol de cualquier gas, estando a 0 °C y a una presión de 760 milímetros de mercurio, ocupa siempre un volumen igual, y éste es de 22.4 litros. En otras palabras, 2.016 gramos de hidrógeno (un mol) estando a 0 °C y una presión de 760 milímetros de mercurio ocupa 22.4 lts.

32.0 gramos de oxígeno (un mol) a 0° C y a una presión de 750 milímetros de mercurio ocupa 22.4 litros.

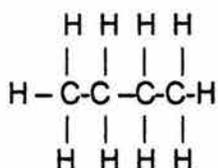
44.094 gramos de propano (un mol) ó 58.120 gramos de butano (un mol) a 0° C y 760 milímetros de mercurio ocupan 22.4 litros.

Entonces, vemos que existen ciertas relaciones fundamentales y encontramos que un volumen de 22.4 litros y estando a 0° C y 760 milímetros de mercurio existe siempre un número constante de moléculas de cada gas.

Ahora bien, los pesos de un volumen igual difieren, ya que un mol-gramo de hidrógeno necesita 2.016 gramos, un mol-gramo de butano 58,120 ramos y eso es debido a que cada molécula de hidrógeno es 26 veces más ligera que una molécula de butano. Es decir, todas las sustancias (excepto los isómeros) tienen pesos moleculares diferentes.

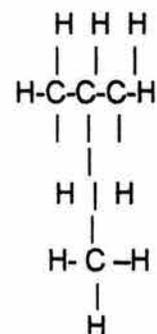
Se entiende por isómero la sustancia química que teniendo una fórmula bruta igual, tiene una estructura diferente al desarrollarla; el caso típico, en el Gas L. P. es el N. Butano (Butano Normal) y el isobutano (isómero del Butano Normal) como se ven en las siguientes fórmulas:

Nombre: N-Butano
Fórmula molecular C₄ H₁₀
Fórmula Desarrollada



Peso molecular 58,120 gr.
Punto de fusión - 138 °C
Punto de ebullición - 0.5 °C
Densidad (líquido) 0.584

Nombre: Iso-Butano.-
Fórmula Molecular C₄H₁₀
Fórmula Desarrollada

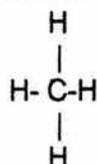


Peso molecular 58,120 gr

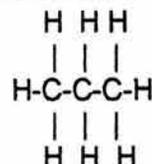
Por esta razón se encuentra que el butano y el iso-butano pesando lo mismo, pero configurados molecularmente en forma distinta, sus características físicas y varían notablemente como se vio anteriormente.

Por medio de RX y análisis de constitución de la materia se ha encontrado que el butano normal tiene de isómero al iso-butano.

Nombre: Metano
Fórmula Desarrollada



Nombre: Propano
Fórmula Desarrollada



1.5 LEYES QUE RIGEN A LOS GASES

1.5.1 LEY DE CHARLES relaciona el volumen con la temperatura.

La relación conocida como "Ley de Charles" (así llamada en honor del científico francés que la descubrió, Jacques Alexander César Charles, 1746-1823), dice que

el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta, si la presión permanece constante:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Si la presión permanece constante, T significa temperatura absoluta, y V volumen.

La Ley de Boyle relaciona la presión y el volumen. (Robert Boyle, 1627-1691), dice que el volumen de un gas varía inversamente proporcional a la presión que lo soporta, cuando la temperatura es constante.

$$P_1 V_2 = P_2 V_1$$

Si la presión es constante; P significa presión absoluta.

Las Leyes de Boyle y de Charles pueden ser combinadas proporcionando así una relación entre la presión, el volumen y la temperatura de una cantidad determinada de un gas.

Esta relación, que se conoce como la "Ley General de los Gases", se expresa como sigue:

1.5.2 LEY GENERAL DE LOS GASES (DE BOYLE Y MARIOTTE).

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Esta Ley de BOYLE Y MARIOTTE es conocida por la relación que guarda sus factores entre sí. (Dème Mariotte, 1620-1684).

Esta fórmula es casi, exactamente correcta para cualquier gas o mezcla de gases. Sin embargo cuando un gas esta cerca de su temperatura de licuación, no se comporta de acuerdo a la Ley General de los Gases. Un pequeño incremento de la presión licuará el gas, reduciendo su volumen enormemente. Esta propiedad hace posible el uso de los gases licuados de petróleo, como el propano, el butano y sus mezclas, no así el gas natural (metano) que sería muy costoso licuarlo.

1.5.3 OTRAS LEYES GENERALES CON DATOS PRACTICOS.

La Ley de Pascal se puede relacionar con los gases licuados de petróleo y se debe a Blaise Pascal (1623-1661), Ley fundamental de la hidrostática, según la cual la presión aplicada en un punto del seno de un líquido se trasmite en todas direcciones con el mismo valor.

Ley de Avogadro, Físico italiano, Amadeo Avogadro (1776-1856). Dice que volúmenes iguales de gases cualesquiera, en iguales condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas.

Ley de Gay-Lussac. Joseph Lovis Gay-Lussac (1778-1850). A presión constante, un gas perfecto (y, en forma aproximada, los gases reales cuyo comportamiento se acerca al de los gases ideales) tienen un coeficiente de dilatación que no depende

de la naturaleza, de la temperatura ni de la presión del gas, dicho coeficiente vale, a presión constante.

$$\alpha = \frac{1}{273} \quad \text{Este coeficiente } \alpha \text{ es igual al coeficiente B de variación 273 de presión del gas a volumen constante.}$$

Es interesante conocer algunas leyes generales de los gases aún cuando para ser aplicables estrictamente, requieren de los datos prácticos que dan factores, que en ciertos casos son llamados parámetros cuando son aplicables a leyes.

Se entiende por presión de vapor la presión interna de un líquido, formada por el choque de sus moléculas.

La presión de vapor aumenta al aumentar la temperatura y el valor numérico de la presión de vapor de cada sustancia, es la presión requerida en el líquido para que el líquido hierva.

Un líquido hierve cuando su presión de vapor alcanza a la que existe encima de su superficie libre, es decir se igualan presiones de vapor y líquido. Ejemplo: el agua al nivel del mar a 45° de latitud y 100° C tienen una presión de vapor de 760 milímetros de mercurio, 10.33 metros de agua, ó 1.033 kilogramos por centímetro cuadrado, puesto que es la presión en la cual se mantiene el equilibrio entre la presión externa y la presión interna.

Para que un líquido se evapore intervienen tres factores fundamentales: primero la temperatura, a mayor temperatura mayor grado de evaporación, segundo la presión, a menor presión externa (vacío) mayor grado de evaporación, tercero la superficie, a mayor superficie de líquido en contacto del vapor mayor velocidad de evaporación, esto nos interesa por lo siguiente: para aumentar la evaporación, se requieren elementos que calienten los cilindros o recipientes.

Cuando se succiona el vapor en un recipiente cerrado, conteniendo vapor y líquido, el líquido hierve a menor temperatura y en menor tiempo, siempre y cuando la succión no ocasione una baja temperatura tal, que el gasto requerido no sea proporcionado por enfriamiento excesivo o congelación del líquido.

La presión de vapor de un líquido en un recipiente abierto, se alcanza más lentamente que en un cerrado y requiere más calor que aquel.

La superficie del líquido también llamada superficie de evaporación, puede aumentarse cuando el consumo de vapor requiere mayor flujo, colocando más cilindros o tanques estacionarios y en el caso particular de los recipientes verticales interesa fundamentalmente su posición para una mayor superficie de evaporación.

Tomando un ejemplo cualquiera:

Un tanque de 45 kilos de Gas L. P. tiene una sección circular de 1077 centímetros cuadrados aproximadamente y en posición vertical, esta sección permanece constante, conforme el nivel del líquido va bajando en el interior del recipiente.

En cambio en un cilindro acostado y con un tubo de profundidad para la válvula, el área llega hasta el máximo proporcional a las dimensiones del cilindro.

1.6 FLUJOS DE GAS EN LAS TUBERIAS.

1.6.1 TEORIA DE FLUJO.

El método más comúnmente usado para trasladar fluidos de un punto a otro es forzándolo a fluir a través de un sistema de tuberías. La tubería de sección circular es la más frecuentemente usada por que su forma no solamente ofrece fuerza estructural sino mayor área seccional por unidad de superficie en sus paredes que cualquier otra forma.

Sólo algunos problemas especiales en la mecánica de fluidos, flujo laminar en tuberías, por ejemplo, pueden resolver matemáticamente; todos los demás problemas requieren métodos de solución con determinados coeficientes experimentales. Muchas fórmulas empíricas han sido propuestas para problemas de flujo en tuberías pero éstas son extremadamente limitadas y pueden ser aplicadas solamente cuando las condiciones del problema se aproximan muy cerca a las condiciones de los experimentos de cuyas fórmulas han sido derivadas.

Dada la gran variedad de fluidos que se manejan en los modernos procesos industriales, una simple ecuación, que puede usarse para el flujo de cualquier fluido en tuberías, ofrece grandes ventajas. Semejante a una ecuación es la fórmula de DARCY. Está fórmula puede derivarse racionalmente del significado de los análisis dimensionales; sin embargo, una variable en la fórmula, el factor de fricción, debe ser determinada experimentalmente. Esta fórmula tiene gran aplicación en el campo de la mecánica de fluidos y su uso es muy extenso.

La solución de cualquier problema de flujo requiere el conocimiento de las propiedades físicas del fluido que se va a usar. Los valores exactos de estas propiedades afectan el flujo de los fluidos, y son la viscosidad y la densidad, que han sido establecidas por muchas autoridades que comúnmente usan esos fluidos.

La viscosidad expresa la dificultad con que un fluido fluye cuando es movido por una fuerza exterior. El coeficiente de viscosidad absoluta o simplemente la viscosidad absoluta de un fluido en una medida de su resistencia a la deformación interna. Las mieles son fluidos de gran viscosidad; el agua comparativamente es menos viscosa y la viscosidad absoluta de los gases es pequeña comparada con la del agua.

Densidad, volumen específico y densidad relativa.

La densidad de una substancia en su masa por unidad de volumen. En el sistema C. G. S. se expresa en gramos masa por centímetro cúbico, y en M. K. S. en kilogramos masa por metro cúbico.

El volumen específico viene siendo la recíproca de la densidad y se expresa como la cantidad de centímetros cúbicos de espacio ocupando por un gramo de una sustancia, aunque en ingeniería se mide en metros cúbicos por un kilogramo masa.

La densidad en gases y vapores se altera por el cambio de presiones.

La densidad relativa es la medida relativa de la densidad tomando como referencia ya sea la densidad del agua, o bien la del aire.

La naturaleza del flujo en las tuberías es laminar o turbulento. Si la velocidad es pequeña el flujo es laminar; si el flujo se incrementa gradualmente se vuelve turbulento.

1.6.2 FORMULA GENERAL PARA EL FLUJO DE FLUIDOS.

El flujo en una tubería va siempre acompañado por la fricción del fluido, al frotarse las moléculas unas con otras y con las paredes interiores de las tuberías, consecuentemente por la pérdida de energía que se efectúa en este trabajo; en otras palabras, debe haber una caída de presión en la dirección del flujo.

La fórmula racional para calcular la caída de presión en una tubería para flujo laminar ó turbulento y en el sistema métrico gravitacional es la siguiente:

$$h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad y$$

h	=	Caída de presión en kp/m^2	=	$\frac{n\%}{100} p$
n	=	Porcentaje de caída de presión		
p	=	Presión de trabajo en $\text{mm H}_2\text{O} = \text{kp/m}^2$		
f	=	Coefficiente de fricción, que depende del autor.		
L	=	Longitud de la tubería en metros.		
D	=	Diámetros del tubo en centímetros.		
v	=	Velocidad del flujo en m/seg .		
g	=	Aceleración de la gravedad = 9.8 m/seg^2		
y	=	Peso específico del gas en kp/m^3		
kp	=	Kilopondio = kilogramo fuerza		
$\frac{v^2}{2g} y$	=	Energía cinética en $\text{kp-m/m}^3 = \text{presión dinámica en } \text{kp/m}^2$		
	=	$\text{mm H}_2\text{O}$ (milímetros de columna de agua)		

Gasto en volumen.

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = 3600 \frac{\text{seg}}{H} \times \frac{v \text{ m}}{\text{seg}} \times \frac{\pi D^2}{4} \text{ m}^2$$

$$= 30^2 \pi D^2 v \quad \text{de donde}$$

$$v = \frac{Q}{30^2 \pi D^2} \quad \text{y entonces}$$

$$h = \frac{f L y}{2g D} \times \frac{Q^2}{(30)^2 \pi^2 D^4} = \frac{f L Q^2 y}{D (30)^4 \times 2g \pi^2 D^5}$$

de donde resulta

$$Q = \sqrt{\frac{(30)^4 \times 2g \pi^2 D^5 h}{f L y}}$$

Si ahora ponemos el diámetro (d) en centímetros, y el peso específico del gas lo ponemos como (s) veces el peso ya del aire tenemos.

$$Q = \sqrt{\frac{(30)^4 \times 2g^2 \times d^5 h}{f L y a s \times (100)^5}} =$$

$$Q = \sqrt{\frac{(30)^4 \times 2g \pi^2 d^5 h}{f L \times 1.225 s \times 1010}} = \sqrt{\frac{0.0128 d^5 h}{f L}}$$

1.6.3 FORMULA DE POLE, FORMULA DE COXY DE WEYMOUTH. El DR. POLE consideró un coeficiente de fricción constante: $f = 0.0256$, fórmula de POLE-MONHIER, que es

$$Q = \sqrt{\frac{d^5 h}{2 s L}}$$

En la Dirección General de Normas la fórmula de Pole se usa con la caída de presión (H) en kp/cm^2 , de manera que $H = 10000 h$, y entonces, llamando C al gasto Q en m^3/h medido a 15°C y al nivel del mar.

$$C = \sqrt{\frac{10000 d^5 H}{2 s L}} = \sqrt{\frac{5000 d^5 H}{s L}} = 70.7 \sqrt{\frac{d^5 H}{s L}}$$

El porcentaje de caída de presión, siempre que no sea mayor de 5%, será entonces, para una presión de trabajo $p = 279.4 \text{ mm H}_2\text{O}$ (o sea 0.028 kp/cm^2) y una presión de gas en las tuberías de distribución para los aparatos de consumo de 26.36 gr/cm^2 ($263.6 \text{ mm H}_2\text{O}$) (Artículo 79 del Reglamento de la Distribución de Gas, Publicado en el "Diario Oficial" de 29 de marzo de 1960).

$$n\% = \frac{100 h}{p} = \frac{100 h}{263.6} = \frac{h}{2.636} = \frac{h}{2.636d} = \frac{2 s L C^2}{5 \times 1.318d} = \frac{s L C^2}{5}$$

Y si queremos simplificar el cálculo tomando un factor F que depende del diámetro interior del tubo y de la densidad relativa del gas, de tal manera que.

$$F = \frac{s}{1.318 d^5} \quad \text{resultará que}$$

$$n\% = C L F^2$$

Para butano, que pesa lo doble que el aire, $s = 2$ y entonces

$$F = \frac{2}{1.318 d^5} = \frac{1.51745}{d^5}$$

En el cálculo de tuberías se tienen factores autorizados por la D. G. N., que corresponden a tres tipos de tubería de diferentes diámetros, tanto para gas butano como para gas natural, de densidad relativa 2.0 y 0.6 respectivamente. Para gas natural a una presión de gas en las tuberías de 16.89 gr/cm², tenemos:

$$F = \frac{0.6}{.8445 d^5} = \frac{0.7105}{d^5}$$

Cuando se trata de tuberías para la conducción de gas a presiones superiores a la estipulada para baja presión, las caídas de presión no están limitadas al 5% de la presión inicial, sino que pueden ser de cualquier magnitud, siempre que la presión final no sea menor de la requerida a la entrada del regulador secundario, en instalaciones de dos etapas. En estos casos la caída de presión es:

$$P_1 - P_2 = \frac{f L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \text{y (kp/m}^2 = \text{mm H}_2\text{O)}$$

Siendo:

P_1	=	Presión absoluta inicial en kp/m ²
P_2	=	Presión absoluta final, en kp/m ²
D	=	Diámetro interior del tubo, en metros
v	=	La velocidad promedio, en m/seg, del gas, dentro del Tubo, a la presión media interior.
g	=	Aceleración de la gravedad = 9.8 m/seg ²
y	=	Peso específico promedio del gas dentro del tubo

medido

En kp/m³, para la presión media interior.

En gasto, en volumen, dentro del tubo, y a la presión media interior es, en m³/h.

$$Q = 3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} \times V \frac{\text{m}}{\text{seg}} \times \pi D^2 \frac{\text{m}^2}{4} = 30^2 \pi D^2 V$$

Pero como se desea saber la cantidad (C) de gas que fluye por el tubo, midiendo dicha cantidad en metros cúbicos por hora, a 15° C y a nivel del mar.

$$C Y_0 = Q y$$

Siendo: Y_0 = Peso del gas en kp/m^3 a 15°C , 760 mm Hg, o sea 10332 kp/m^2
 Pero como el peso específico (y) del gas correspondiente a la presión media interior.

$$Y = \frac{Y_0}{10332} \times \frac{P_1 + P_2}{2}$$

y entonces $Q = C \frac{Y_0}{Y} = C \frac{Y_0}{Y_0} \times \frac{2}{P_1 + P_2} \times 10332$

o sea $Q = \frac{10332 \times 2 C}{P_1 + P_2}$ (m^3/h dentro del tubo)

Por lo que $v = \frac{10332 \times 2 C}{30^2 \pi D^2 (P_1 + P_2)}$ (m/seg)

$$V^2 = \frac{(10332)^2 \times 4 C^2}{30^4 \pi^2 D (P_1 + P_2)^2} \quad (\text{m}^2/\text{seg}^2)$$

de lo que resulta, según la ecuación inicial:

$$P_1 - P_2 = f \frac{L}{D} \times \frac{y}{2g} \times \frac{(10332)^2 \times 4 C^2}{30^4 \pi^2 (P_1 + P_2)^2}$$

Pero como $Y = \frac{Y_0 \times (P_1 + P_2)}{10332 \times 2}$

Al sustituir en la ecuación anterior, queda:

$$P_1 - P_2 = \frac{f L Y_0 \times 10332 \times C^2}{3 \times 10^4 g \pi^2 (P_1 + P_2) D^5}$$

de donde resulta $C^2 = \frac{(3 \times 10^4)^4 g \pi^2 (P_1^2 - P_2^2) D^5}{10332 f L Y_0}$

Pero el gas pesa (s) veces lo que el aire, y como este pesa 1.225 kp/m^3 a 15°C , nivel del mar

$$Y_0 = 1.225 s$$

Y entonces

$$\sqrt{\frac{4 \times 4}{3 \times 10^4 g \pi^2}} \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) D}{SL}}$$

$$C = \frac{78.7}{\sqrt{f}} \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{S L}} \text{ en m}^3/\text{h}$$

COX adoptó un valor constante ($f=0.0226$) para tubo de menos 8 cm de diámetro interior y si ponemos (p) en kp/cm^2 , introduciendo en la ecuación ($104 p = P$) y (d) en cm , ($\frac{d}{100} = D$) nos queda como resultado final

$$C = 52.335 \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) d^5}{S L}}$$

en donde:

C = Consumo total en m^3/h (15°C y 760 mm Hg)

d = Diámetro interior de la tubería en cm .

P_1 = presión inicial absoluta en kp/cm^2

P_2 = presión final absoluta en kp/cm^2

s = densidad relativa del gas (propano 1.5, gas natural 0.6)

L = Longitud en metros.

Para tuberías mayores de 76.2 mm de diámetro, se utilizó la fórmula de WEYMOUTH:

Q = Flujo de Gas en tubería (15.6°C y 760 mm Hg), en m^3/h

T_0 = Temperatura absoluta a la cual el flujo se reduce:

P_0 = Presión a la cual al flujo se reduce: $1.035 \text{ kg}/\text{cm}^2$

P_1 = Presión inicial absoluta, en kg/cm^2

P_2 = Presión final absoluta, en kg/cm^2

D = Diámetro de la tubería, en cm .

S = Peso específico del Gas Natural: 0.6, L. P. 1.52

L = Longitud de la tubería, en metros.

1.6.4 ECUACIÓN DE BERNOULLI

Se utiliza en el cálculo del flujo en Estado Líquido de Gas L. P. para tuberías en trasiego con bombas.

$$h_b + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} = h_c + Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g}$$

En donde:

- h_b = Carga que tiene que vencer la bomba, en m. columna líquido.
- Z_1 = Altura del nivel del líquido en un recipiente de almacenamiento al 10% con respecto al nivel del centro de la bomba.
- P_1 = Presión en el recipiente de almacenamiento: en kg/cm²
- γ = Densidad del gas en estado líquido: en kg/cm³
- V_1 = Velocidad del líquido en la alimentación de la bomba, en m/seg.
- g = Aceleración de la gravedad: 9.80 m/seg².
- h_c = Pérdidas por tubería y accesorios desde el recipiente de almacenamiento hasta el recipiente por llenar en m. columna líquido.
- Z_2 = Altura del nivel de centro de la bomba con respecto al nivel de líquido en recipiente por llenar al 90%.
- P_2 = Presión en el mismo recipiente: en kg/cm².
- V_2 = Velocidad del líquido en la descarga de la bomba, en m/seg.

CAPITULO II

REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDG-1996, PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L. P. DISEÑO Y CONSTRUCCION

CAPITULO II

REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDG-1996, PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y COSNTRUCCION

2.1 REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

2.1.1 DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1, Objeto y Ámbito de Aplicación.

Este ordenamiento tiene por objeto regular las ventas de primera mano y los servicios de transporte, almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Petróleo.

Las ventas de primera mano y el transporte, almacenamiento y distribución de Gas L.P. son actividades de exclusiva jurisdicción federal, de conformidad con el artículo noveno de la Ley. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias, de seguridad y de regulación que las rijan.

Artículo 2. Definiciones

Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

- I. **Adquirente:** La persona que adquiere o solicita adquirir Gas L.P., de primera mano o que recibe o solicita recibir un servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución de Gas L.P.
- II. **Almacenamiento:** La actividad de recibir y conservar Gas L.P., mediante una Planta de Almacenamiento para Depósito o Planta de Suministro;
- III. **Almacenista:** El titular de un permiso de Almacenamiento;
- IV. **Auto-tanque:** Vehículo que en sus chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes con una capacidad máxima total de 25,000 litros, para contener Gas L.P., que suministra ese combustible a recipientes no portátiles en Instalaciones de Aprovechamiento y a Estaciones de Gas L.P., para Carburación a través del sistema de trasiego;
- V. **Bodega de Distribución:** Establecimiento destinado a la Distribución de Gas L.P., exclusivamente en Recipientes portátiles, para su envío a Usuarios Finales o en su caso, para su venta directa a Usuarios Finales.

-
- VI. **Buque-tanque:** Embarcación con uno o varios tanques de almacenamiento fijos, que se utilice para el transporte marítimo de Gas L.P.;
 - VII. **Carro-tanque:** Carro de ferrocarril con uno o varios tanques de almacenamiento fijos, que se utilice para el transporte terrestre por vía férrea de Gas L.P.
 - VIII. **Centro Procesador:** Instalación en la que se elabora Gas L.P.;
 - IX. **Comisión:** La Comisión Reguladora de Energía.
 - X. **Directiva:** Disposiciones administrativas de carácter general expedidas por la Comisión, tales como criterios, lineamientos y metodologías, a que deben sujetarse las ventas de primera mano y las actividades de Transporte por medio de Ductos, Distribución por Ductos y Transporte por Ductos para autoconsumo.
 - XI. **Distribución:** La actividad de recibir, conducir, almacenar y entregar Gas L.P., a Usuarios Finales.
 - XII. **Distribuidor:** El titular de un permiso de Distribución;
 - XIII. **Ductos:** La tubería e instalaciones para la conducción de Gas L.P.;
 - XIV. **Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en vehículos automotores de combustión interna.:** Los sistemas que constan de recipientes para almacenamiento, tuberías y dispositivos de seguridad para uso de Gas L.P., como combustible en motores de combustión interna;
 - XV. **Estación de Gas L.P., para Carburación:** Los sistemas de almacenamiento en recipientes portátiles destinados exclusivamente a suministrar Gas L.P., para su uso en motores de combustión interna;
 - XVI. **Expendio de Minitanques:** Estacionamientos comerciales para vender Gas L.P., en Minitanques a Usuarios Finales;
 - XVII. **Gas L.P., o Gas Licuado de Petróleo:** Combustible en cuya composición predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas;
 - XVIII. **Instalaciones de Aprovechamiento:** El sistema formado por dispositivos para recibir y/o almacenar Gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y/o controlar su flujo, y en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con el objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo. Para efectos de la anterior, por punto de abasto se entiende el punto

-
- de la instalación de Aprovechamiento donde se recibe el Gas L.P., para su almacenamiento o la salida del medidor volumétrico que registra el consumo en las instalaciones abastecidas por Ducto;
- XIX. **Ley:** La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo;
- XX. **Minitanque:** Recipiente Portátil para la Distribución con una capacidad de almacenamiento máxima de 15 kilogramos;
- XXI. **Permisionario:** El titular de un permiso de Almacenamiento, Transporte, Distribución, Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para carburación de autoconsumo o Transporte por Ductos para autoconsumo;
- XXII. **Petróleos Mexicanos:** Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, en los términos de su Ley Orgánica;
- XXIII. **Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P.:** Deposito de un Almacenista que cuente con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de Almacenamiento a terceros, misma que podrá incluir esferas y/o tanques de almacenamiento superficial, tanques de almacenamiento con sistema de protección termomecánica, cavemas subterráneas de almacenamiento y cualquier otro sistema de almacenamiento permitido expresamente por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- XXIV. **Planta de Almacenamiento para Distribución:** Sistema fijo y permanente de un Distribuidor mediante Planta de Almacenamiento para almacenar Gas L.P., que mediante instalaciones apropiadas haga el trasiego de éste, para llenado de Recipientes Portátiles o para carga y descarga de Auto-tanques y Semirremolques o para ambos;
- XXV. **Planta de Suministro:** Sistema fijo y permanente del titular de un permiso de Almacenamiento mediante Planta de Suministro, para recibir, almacenar y vender Gas L.P., al mayoreo;
- XXVI. **Recipiente Portátil:** Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, que se utiliza para contener Gas L.P., y que por su peso y dimensiones, puede manejarse manualmente;
- XXVII **Red de Distribución:** Conjunto de equipos, reguladores y medidores para la Distribución de Gas L.P., por medio de Ductos, desde el sistema de almacenamiento del mismo hasta el medidor de los Usuarios Finales, siendo éste el punto de conexión o abasto del sistema del Distribuidor con las Instalaciones de Aprovechamiento;
- XXVIII **Secretaría:** La Secretaría de Energía;

XXIX. Semirremolque: Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente para Gas L.P., con capacidad mayor a 25,000 litros, utilizado para su transporte y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga de ese combustible;

XXX. Sistema de Ductos: El conjunto de Ductos, compresores, reguladores, medidores y otras instalaciones y equipos para el Transporte por medio de Ductos o Transporte por Ducto para Autoconsumo;

XXXI. Tanque Estacionario: Recipiente fijo para contener Gas L.P., destinado al consumo en Instalaciones de Aprovechamiento y que cuenta con una válvula para nivel de máximo llenado;

XXXII. Transporte: La actividad de recibir, conducir y entregar Gas L.P., por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanque, Buque-tanque o Ductos;

XXXIII. Transportista: El titular de un permiso de Transporte;

XXXIV. Usuario Final: La persona que adquiere Gas L.P., para su propio consumo en Instalaciones de Aprovechamiento, en vehículos de combustión interna o en Estaciones de Gas L.P., para Carburación.

XXXV. Vehículos de Reparto: Vehículo utilizado para la distribución de Gas L.P., exclusivamente en Recipientes Portátiles, y

XXXVI. Zona Geográfica: El área delimitada para efectos de seguridad en la Distribución, misma que estará delimitada en términos de la división municipal del país y en el Distrito Federal.

Artículo 3. Aplicación e Interpretación.

La aplicación e interpretación de este Reglamento para efectos administrativos, corresponde a la Secretaría conforme al artículo 16 de la Ley, salvo tratándose de ventas de primera mano, Transporte por medio de Ductos y Distribución de Gas L.P., que corresponde a la Comisión. Lo anterior sin perjuicio de lo que le corresponde a la Procuraduría Federal del Consumidor en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

Artículo 4. Comercio Exterior.

La importación y exportación de Gas L.P., podrán ser efectuadas libremente en los términos de la Ley de Comercio Exterior.

Los importadores y exportadores deberán presentar a la Secretaría la información relativa a sus actividades de comercio exterior.

Artículo 5. Prácticas Monopólicas.

A quienes presten los servicios de Transporte, Almacenamiento o Distribución, queda estrictamente prohibido, en todo caso incurrir en la realización de cualesquiera de las prácticas monopólicas previstas en la Ley Federal de Competencia Económica.

Cualquier resolución firme de la Comisión Federal de Competencia que indique la violación de este precepto, será comunicada a la Secretaría o a la Comisión según corresponda para los efectos que procedan.

Artículo 6. Términos y Condiciones.

Corresponde a la Secretaría y a la Comisión, en ámbito de sus atribuciones, aprobar los términos y condiciones para la prestación de los servicios de Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

Corresponde a la Comisión aprobar los términos y condiciones generales a que deberán sujetarse las ventas de primera mano del Gas L.P., salvo que existan condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante a juicio de la Comisión Federal de Competencia. Si existiendo condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante la Comisión Federal de Competencia determina que al realizar las ventas de primera mano del Gas L.P., se acude a prácticas anticompetitivas, la Comisión restablecerá en el mercado relevante los términos y condiciones a que dichas ventas deben sujetarse. La Comisión Federal de Competencia de oficio, o bien, a solicitud de la Secretaría, la Comisión, Petróleos Mexicanos o parte interesada, podrá declarar la existencia de condiciones de competencia efectiva en el mercado relevante.

Artículo 7. Precios y Tarifas Aplicables

Corresponde a la Secretaría, establecer la regulación de precios y tarifas aplicables al Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., en el ámbito de sus atribuciones, cuando no existan condiciones de competencia efectiva, a juicio de la Comisión Federal de Competencia.

Corresponde a la Comisión expedir las metodologías para la determinación del precio de venta de primera mano y para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios de Transporte por medio de Ductos y Distribución de Gas L.P., por Ductos, salvo que existan condiciones de competencia efectiva a juicio de la Comisión Federal de Competencia.

La Comisión Federal de Competencia, podrá declarar en todo momento la existencia de condiciones competitivas, ya sea de oficio o bien, a solicitud de la Secretaría, la Comisión, Petróleos Mexicanos o parte interesada.

Artículo 8. Información y Prospectiva.

La Secretaría elaborará anualmente un documento de prospectiva sobre el comportamiento del mercado nacional de Gas L.P., Este documento deberá elaborarse con rigor metodológico a partir de la información más actualizada y confiable que deberán entregar Petróleos Mexicanos y los Permisarios en los términos que determine la Secretaría, incluyendo la proveniente de la Procuraduría Federal del Consumidor. La prospectiva estará a disposición de todos los interesados.

La prospectiva deberá describir y analizar, para un periodo de diez años, las necesidades previsibles del país en materia de Gas L.P., y comprenderá:

- I. Una parte correspondiente a la evolución futura de la demanda de Gas L.P., donde se incluyan las proyecciones del consumo por regiones geográficas y a nivel total para el país;
- II. Una parte relativa a la capacidad de transporte, almacenamiento y distribución existente;
- III. Una parte concerniente a las necesidades de expansión, mantenimiento, modernización, sustitución o interconexión de capacidad;
- IV. Una parte en la que se comparen y comenten las opciones para emprender las diferentes acciones consideradas en la fracción anterior, y
- V. Una parte relativa a las acciones y programas que en materia de ahorro de energía y de su racional utilización, sean recomendadas por las Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

2.1.2 VENTAS DE PRIMERA MANO

Artículo 9. Ventas de Primera Mano.

Se considerará venta de primera mano la primera enajenación de Gas L.P., de origen nacional que realice Petróleos Mexicanos a un tercero para su entrega en territorio nacional. También se considerarán ventas de primera mano las que realice Petróleos Mexicanos a un tercero en territorio nacional con Gas L.P., importado, cuando éste haya sido mezclado con Gas L.P., de origen nacional.

La venta de primera mano comprenderá todos los actos y servicios necesarios para la contratación, enajenación y entrega del Gas L.P.

Artículo 10. Lugar de las Ventas de Primera Mano.

Las ventas de primera mano se realizarán a solicitud del Adquirente:

-
- I. En los Centros Procesadores de Petróleos Mexicanos, o
 - II. En las Plantas de Suministro de Petróleos Mexicanos.

Petróleos Mexicanos garantizará y será responsable de la cantidad del producto entregado en el punto de entrega correspondiente en los términos del contrato de venta de primera mano respectivo.

Artículo 11. Regulación de Precios.

Para los efectos de este Reglamento, el precio máximo del Gas L.P., objeto de las ventas de primera mano será fijado conforme a lo establecido en las directivas expedidas por la Comisión. La metodología para su cálculo deberá reflejar los costos de oportunidad y condiciones de competitividad del Gas L.P., respecto al mercado internacional y al lugar donde se realice la venta.

El precio máximo de primera mano comprenderá todos los actos y servicios necesarios para la contratación, enajenación y entrega del Gas L.P., y no afectará la facultad del Adquirente para negociar condiciones más favorables en su precio de adquisición.

Lo dispuesto en este artículo no se aplicará al precio del Gas L.P., importado, excepto cuando esté mezclado con gas nacional.

Artículo 12. Desagregación.

Cuando Petróleos Mexicanos al realizar las ventas de primera mano preste otros servicios, deberá cotizar y facturar de manera desagregada el precio del Gas L.P., a la salida de las Plantas de proceso, las Tarifas de Transporte de Almacenamiento así como otros Servicios. La venta de primera mano y cada uno de los servicios que ofrezca deberán contratarse por separado.

Petróleos Mexicanos deberá separar la información contable y financiera relativa a las ventas de primera mano y de los demás servicios que preste.

A efecto de facilitar el control y la transparencia en la observancia de la regulación de las ventas de primera mano por parte de Petróleos Mexicanos, la Comisión expedirá Directivas a las que deberá sujetarse dicha actividad.

Petróleos Mexicanos no podrá subsidiar la prestación mediante la venta de primera mano, ni subsidiar ésta mediante tarifas.

Artículo 13. Términos y Condiciones

Petróleos Mexicanos presentará a la Comisión, para su aprobación, los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano, los cuales deberán sujetarse a las Directivas que al efecto expida la Comisión y ser acordes con los usos comerciales, nacionales e internacionales, observados por las empresas dedicadas a la compraventa de Gas L.P.

En ningún caso Petróleos Mexicanos realizará las prácticas indebidas a que se refiere el artículo 15 de este Reglamento.

Petróleos Mexicanos informará a la Comisión, en la forma que ésta determine, los terminos de las ventas de primera mano realizadas en el contenido de los contratos, con la finalidad de que ésta verifique el cumplimiento de las disposiciones de este capítulo y prevea su publicación. La Comisión podrá publicar dicha información, salvo aquella que esté protegida por las disposiciones legales aplicables.

Artículo 14. Suspensión del suministro

Petróleos Mexicanos podrá suspender el suministro de Gas L.P., de primera mano a quienes no cumplan con sus obligaciones contractuales, conforme a lo establecido en los términos y condiciones aprobados por la Comisión.

Artículo 15. Prácticas indebidas.

En las ventas de primera mano Petróleos Mexicanos no deberá incurrir en prácticas indebidas que limiten, dañen o impidan el proceso de enajenación y adquisición de Gas L.P., tales como:

- I. Distinguir entre Adquirentes en razón de sujeto o situación geográfica u otorgar preferencias indebidas, que no estén justificadas o motivadas en los costos que se incurre al realizar las ventas de primera mano.
- II. Condicionar la enajenación del Gas L.P., a la adquisición de otro bien o servicio distinto o distinguible, o a la contratación por periodos o cantidades determinados.
- III. Condicionar la enajenación del Gas L.P., a que el Adquirente no lo enajene a un tercero;
- IV. Rehusarse a enajenar Gas L.P., a personas determinadas o a proporcionar servicios disponibles y normalmente ofrecidos a terceros, y
- V. Obligar a los Adquirentes a actuar en un sentido determinado o tomar represalias contra éstos.

2.1.3 PERMISOS

Artículo 16. Régimen de Permisos

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, otorgarán los siguientes permisos:

- I. De Transporte, el cual podrá ser:
 - a) Por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, o
 - b) Por medio de Ductos;

- II. De Almacenamiento, el cual podrá ser:
 - a) Mediante Planta de Almacenamiento para Depósito; o
 - b) Mediante Plante de Suministro

- III. De Distribución, el cual podrá ser:
 - a) Mediante Planta de Almacenamiento para Distribución;
 - b) Para Carburación, o
 - c) Por Ducto;

- IV. De Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para Carburación de Autoconsumo, y
- V. De Transporte por Ductos para Autoconsumo.

Los permisos de Transporte y Almacenamiento, serán otorgados a sociedades mercantiles. Los Permisos de Distribución serán otorgados a personas físicas de nacionalidad mexicana o a sociedades mercantiles de nacionalidad mexicana, con cláusula de exclusión de extranjeros. Lo establecido en este párrafo es sin perjuicio de los permisos de Almacenamiento y Transporte que se otorguen a Petróleos Mexicanos, quien estará sujeto a las disposiciones de este Reglamento.

Los permisos previstos en este Reglamento implican la autorización de la autoridad que lo expide y el derecho de su titular para realizar las actividades correspondientes reguladas por este Reglamento.

Queda prohibida la realización de las actividades a las que se refiere el presente artículo sin contar con el permiso correspondiente.

Los permisos a los que se refiere este Reglamento no conferirán a su titular ningún derecho de exclusividad para la realización de las actividades correspondientes.

Artículo 17. Competencia Económica.

Los interesados en obtener los permisos a que se refiere el artículo anterior, así como los posibles cesionarios de dichos permisos a que se refiere el artículo 25 de este Reglamento, deberán dar aviso de su intención a la Comisión Federal de Competencia. Este aviso no implica una notificación de concentración.

Artículo 18. Registro.

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, mantendrán un registro de los distintos permisos otorgados de conformidad con este Reglamento. Dicho registro estará a disposición de cualquier interesado.

Artículo 19. Procedimiento de Obtención de Permisos.

De conformidad a lo dispuesto en los artículos 13 y 14 de la Ley, y la fracción XII del artículo 3 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, los interesados en obtener los permisos a que se refiere el artículo 16 de este Reglamento, deberán presentar en su solicitud lo siguiente:

- I. En todos los casos:
 - a) Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante y, en su caso, de su representante legal, así como la marca comercial con la que se identifique;
 - b) Copia certificada de identificación oficial o del instrumento jurídico donde acredite su legal existencia y las facultades de su representante legal;
 - c) El tipo de permiso que desea obtener;
 - d) Las especificaciones técnicas de las instalaciones o equipos de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, y
 - e) Los dictámenes técnicos de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente, acreditando que el proyecto, instalaciones o equipos, según corresponda, cumple con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- II. Tratándose del Transporte por medio de Auto-tanques y Semirremolques, los solicitantes además de cubrir los requisitos establecidos en la fracción I anterior deberán presentar una relación de los Auto-tanques Y Semirremolques que se utilizarán en la prestación del servicio. Los dictámenes a los que se refiere el inciso e) de la fracción I anterior, deberán ser presentados respecto de cada uno de los Auto-tanques y Semirremolques;
- III. Tratándose del Transporte por medio de Ductos, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
 - a) Plano básico de localización que muestre el trazo general del Ducto o Sistema de Ductos y su capacidad de Transporte;
 - b) Planos de trazo general por secciones;
 - c) Planos de detalle de instalaciones tipo;
 - d) Memorias técnico descriptivas del proyecto;

-
- e) Los programas y compromisos de inversión;
 - f) La documentación que acredite su capacidad financiera;
 - g) Los documentos que acrediten la propiedad, posesión o autorización para el aprovechamiento de las instalaciones y equipo;
 - h) La propuesta de condiciones generales para la prestación del servicio, salvo que exista un modelo previamente aprobado de manera general por la Comisión;
 - i) La fecha para iniciar operaciones, especificando cada etapa de desarrollo del proyecto;
 - j) La justificación de la demanda potencial;
 - k) En su caso, los convenios de Transporte establecidos con Adquirentes específicos y,
 - l) El diagrama de flujos genéricos del Gas L.P.;
- IV. Tratándose de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta para Depósito, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, del sistema contraincendio y planométrico;
 - b) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
 - c) Medidas de seguridad con que cuenten;
- V. Trátándose de Almacenamiento mediante Planta de Suministro además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de Semirremolques y Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
 - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;
 - c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
 - d) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VI. Trátándose de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, que en su caso se utilizarán;
 - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;
 - c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos;

-
- d) Relación de las Bodegas de Distribución y Expendios de Minitanques que en su caso se utilizarán;
 - e) Zona Geográfica en la que se comprometa a prestar el servicio a que se refiere el artículo 64, fracción V, de este Reglamento, sin que ello le otorgue derecho alguno de exclusividad, y
 - f) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VII. Tratándose de la Distribución de Gas L.P., para Carburación, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, en relación con la Estación de Gas L.P., para Carburación, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Relación de los Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
 - b) Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico;
 - c) Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
 - d) Medidas de seguridad con que cuenten;
- VIII. Tratándose de Distribución de Gas L.P., por Ductos, además de cubrir los requisitos señalados en la fracción I anterior, se deberá presentar lo siguiente:
- a) Plano básico de localización que muestre el trazo general del Sistema de Ductos;
 - b) Memorias técnico descriptivas de los proyectos;
 - c) Planos de trazo general por secciones;
 - d) Planos de detalle de instalaciones tipo, y
 - e) Medidas de seguridad.

Artículo 20. Procedimiento de Evaluación de la Solicitud.

El procedimiento de evaluación de las solicitudes, se seguirá de la siguiente forma:

- I. Tratándose de los asuntos de su competencia, la Secretaría emitirá la resolución que corresponda en un plazo que no excederá de 20 días, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud. En el caso del transporte por medio de Carro-tanque o Buque-tanque, la Secretaría emitirá la resolución que corresponda en un plazo que no

excederá de 10 días, contados a partir de la recepción de la solicitud.

Si la solicitud no cumple con los requisitos exigidos en la Ley y este Reglamento, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro del primer tercio del plazo de respuesta.

Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto.

El interesado contará con un plazo de 30 días, contados a partir de la fecha en que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes.

Notificada la prevención, se suspenderá el plazo para que la Secretaría resuelva y se reanudará a partir del día inmediato siguiente a aquel en que el interesado conteste. En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el término señalado, la solicitud se tendrá por no presentada.

Transcurrido el plazo de respuesta señalado en el primer párrafo de esta fracción, sin que se haya emitido resolución, se entenderá concedido el permiso, y

- II. Tratándose de los asuntos de competencia de la Comisión, si la solicitud no cumple con los requisitos exigidos en la Ley y este Reglamento, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro de los quince días siguientes al de la recepción de la solicitud.

Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto.

El interesado contará con un plazo de 1 mes, contado a partir de la fecha en que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes.

En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el plazo señalado o habiéndose desahogado no subsane la omisión correspondiente, la solicitud será desechada de plano.

La Comisión contará con un plazo de 140 días para emitir su resolución, contados a partir de que se reciba la solicitud o se desahogue la prevención, transcurrido el cual sin que se haya emitido resolución, se entenderá negado el permiso.

Artículo 21. Titularidad de Distintos Permisos e Integración Vertical.

Una misma persona podrá ser titular de uno o más permisos de Transporte, Almacenamiento o Distribución.

No obstante lo establecido en el párrafo anterior, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos, no podrá ser titular directa o indirectamente a través de filiales o subsidiarias de otro permiso en términos del presente Reglamento, ni tener participación alguna en la prestación de los demás servicios a que se refiere este Reglamento. Lo anterior es aplicable a las personas que participen en el capital social de dicho Transportista.

Artículo 22. Vigencia del Permiso.

Los permisos tendrán una vigencia de 30 años, pudiéndose prorrogar por periodos de 15 años, previa solicitud del interesado.

Los permisos podrán prorrogarse conforme a lo siguiente:

- I. El permisionario presentará a la Secretaría o a la Comisión según corresponda, solicitud por escrito, por lo menos dos años antes del vencimiento del permiso de Transporte por medio de Ductos o Distribución por Ductos y tres meses antes del vencimiento en el caso de los demás permisos, y
- II. La Secretaría o la Comisión evaluará la solicitud de renovación y resolverá lo conducente en un plazo que no excederá al establecido para el otorgamiento del permiso.

Artículo 23. Título del Permisionario

Los títulos de los permisionarios deberán contener:

- I. En todos los casos:
 - a) Nombre, razón social o denominación y domicilio del Permisionario en el territorio nacional, así como cualquier marca comercial con la que el Permisionario se identifique;
 - b) El objeto del permiso;
 - c) La vigencia del permiso;
 - d) Cualquier otra información relacionada con el cumplimiento de este Reglamento y de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
 - e) Los supuestos de revocación del permiso, y

- f) Las condiciones generales para la prestación de los servicios y en su caso, la lista de tarifas máximas;
- II. En el caso de permisos de Transporte por medio de Ductos, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción anterior:
- a) En el trayecto del Ducto o Sistema de Ductos;
 - b) Los puntos de recepción y entrega el Ducto o Sistema de Ductos;
 - c) La capacidad de conducción del Ducto o Sistema de Ductos;
 - d) En su caso, el programa de construcción del Ducto o Sistema de Ductos;
 - e) La descripción, ubicación y características de las instalaciones y equipos para la prestación del servicio;
 - f) Los programas y compromisos mínimos de inversión para la prestación del servicio, así como las etapas y los plazos para llevarlos a cabo;
 - g) Las fechas límites para iniciar las obras y la prestación del servicio, y
 - h) A falta de Normas Oficiales Mexicanas, los métodos, procedimientos y medidas de seguridad para la operación y mantenimiento de las operaciones.
- III. En el caso de permisos de Transporte por Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, el número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques;
- IV. En el caso de permisos para Almacenamiento mediante Plantas de Almacenamiento para Depósito el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, su ubicación, capacidad y descripción;
- V. En el caso de permisos para Almacenamiento mediante Planta de Suministro, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior, la ubicación, capacidad y descripción de la Planta de Suministro;
- VI. En el caso de permisos para Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior.

- a) La ubicación, capacidad y descripción de la Planta de Almacenamiento para Distribución;
 - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, así como la ubicación de sus centrales de guarda;
 - c) El número, tipo y capacidad de las Bodegas de Distribución y Expendios de Minitanques, y
 - d) Zona geográfica en la que está obligado a prestar el servicio a que se refiere el artículo 64, fracción V, de este Reglamento, sin que ello le otorgue derecho alguno de exclusividad:
- VII. En el caso de permisos para Distribución de Gas L.P., para Carburación, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior:
- a) La ubicación, capacidad y descripción de la Estación de Gas L.P., para Carburación, y
 - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques que en su caso se utilicen;
- VIII. En caso de permisos para Distribución de Gas L.P., por Ducto el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I anterior:
- a) La ubicación, capacidad y descripción de los tanques de almacenamiento que suministren la Red de Distribución por Ductos;
 - b) El número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques que en su caso se utilizarán;
 - c) El trayecto de los Ductos o sistemas de Ductos que conforman la Red de Distribución;
 - d) Los puntos de recepción y entrega de los Ductos;
 - e) La capacidad de conducción de los Ductos, y
 - f) En su caso, el programa de construcción de los Ductos:

La información establecida en este artículo podrá constar en el cuerpo del permiso o en anexos a éste.

Los permisos de Almacenamiento se otorgarán individualmente para cada Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., o Planta de Suministro. Los permisos de Transporte por medio de Ducto se otorgarán individualmente por cada Ducto o Sistema de Ductos. Los permisos de Distribución se otorgarán individualmente por cada Planta de Almacenamiento para Distribución, Estación de Gas L.P., para Carburación o Red de Distribución por Ducto.

Artículo 24. Condiciones Generales para la Prestación de los Servicios.

Las condiciones generales para la prestación de los servicios regulados en este Reglamento, deberán ser aprobadas por la Secretaría o la Comisión en el ámbito de sus atribuciones, y formarán parte del Título del Permiso.

Las condiciones generales para la prestación de los servicios contendrán:

- I. Los derechos y obligaciones del Permisionario y de los Adquirentes:
- II. Los términos para el acceso al servicio y para la publicación de la información referente a su capacidad disponible y aquella no contratada, en su caso;
- III. Las tarifas máximas aplicables, en su caso, y
- IV. El procedimiento para la atención de quejas y reclamaciones.

Las condiciones generales asegurarán la calidad, eficiencia, seguridad, continuidad, regularidad y cobertura del servicio de manera que se logre la satisfacción de las necesidades de los Adquirentes.

Artículo 25. Cesión de los Permisos

En términos de lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 13 de la Ley, la Secretaría o la Comisión según corresponda, autorizarán la cesión de permisos. Para tales efectos, se deberá presentar una solicitud debidamente firmada tanto por los posibles cedente y cesionario, misma que deberá estar acompañada de lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del posible cesionario y, en su caso, de su representante legal, así como la marca comercial con la que se identifique;
- II. Copia certificada de identificación oficial o del instrumento jurídico donde acredite su legal existencia y las facultades de su representante legal, y
- III. Documento en el que el posible cesionario se compromete a cumplir en sus términos las obligaciones previstas en el permiso respectivo.

Para la evaluación de la solicitud correspondiente se estará a los plazos establecidos en el artículo 20 de este Reglamento.

Una vez obtenida la autorización a que se refiere este artículo, los interesados deberán formalizar la cesión ante notario público, y surtirá efectos dicha cesión a partir de su inscripción en el Registro a que se refiere el artículo 18 de este Reglamento.

Artículo 26. Extinción del Permiso.

Los permisos se extinguirán por:

- I. Vencimiento de la vigencia;
- II. Manifestación expresa del Permisionario;
- III. Renovación en los términos de la Ley y de este Reglamento;
- IV. Por disolución de la sociedad mercantil titular del permiso;
- V. Por causa de fuerza mayor que haga imposible la prestación del servicio, o
- VI. Por muerte en caso de personas físicas, salvo que el permiso correspondiente se transfiera por herencia o legado, y los herederos o legatarios cumplan con los requisitos señalados para el permiso de que se trate.

Artículo 27. Revocación de Permisos.

La Secretaría o la Comisión, según corresponda, podrán revocar los permisos por cualquiera de las causas mencionadas en el artículo 13 de la Ley, cuando el motivo que originó la causa sea grave e imputable al Permisionario.

Artículo 28. Procedimiento de Revocación.

La revocación de los permisos será declarada administrativamente por la Secretaría o la Comisión en el ámbito de sus respectivas facultades, conforme al siguiente procedimiento:

- I. Se notificará al titular del permiso la causa fundada y motivada de revocación que se le impute, dándole un plazo de 15 días para que manifieste lo que a su derecho convenga, y
- II. Presentadas las pruebas y defensas o transcurrido el plazo señalado en la fracción anterior sin que se hubieran presentado, la Secretaría o la Comisión dictarán la resolución correspondiente.

2.1.4 TRANSPORTE POR MEDIO DE AUTO-TANQUES, SEMIRREMOLQUES, CARRO-TANQUES O BUQUE-TANQUES

Artículo 29. Alcances

El Transporte por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, comprende la conducción de Gas L.P., entre Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., Plantas de Almacenamiento para Distribución, Plantas de Suministro, y/o Estaciones de Gas L.P., para carburación. Sin perjuicio de lo establecido en este Reglamento, el Transportista a que se refiere este artículo, se regulará por las disposiciones aplicables en materia de comunicaciones y transportes.

Artículo 30. Responsabilidad por el Producto.

En el Transporte a que se refiere este Capítulo, el Transportista será responsable por el Gas L.P., transportado desde el momento en que el mismo se deposite en el Auto-tanque, Semirremolque, Carro-tanque o Buque-tanque respectivo, en el punto de recepción y hasta que el mismo se descargue de dicha unidad de transporte en el punto de entrega. Asimismo, el Transportista será responsable conforme con las demás disposiciones que se deriven del contrato celebrado entre las partes.

Artículo 31. Identificación de las Unidades.

Todos los Auto-tanques, Semirremolques, Carro,tanques y Buque-tanques deberán contar con dictamen de la unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando el cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, además de estar visiblemente marcados con el nombre, razón social o marca comercial que identifique al Transportista en cuestión, así como con el tipo de servicio que presta, domicilio y teléfono del mismo.

Artículo 32. Retiro de Unidades.

Los titulares del permiso a que se refiere esta Capítulo, deben retirar del uso los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque-tanques, que no cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

2.1.5 TRANSPORTE POR MEDIO DE DUCTOS

Artículo 33. Alcances.

El servicio de Transporte por medio de Ductos comprende la recepción de Gas L.P., propiedad de terceros en cualquier punto del tramo de un Ducto o

Sistema de Ductos, su conducción y la entrega de una cantidad similar en cualquier punto de entrega de dicho Ducto o sistema. Todos los puntos de recepción y entrega de los Ductos deberán estar consignados en el permiso respectivo.

Artículo 34. Restricciones.

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación aplicable, las sociedades mercantiles titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos tendrán como objeto social principal la prestación de dicho servicio, así como las actividades relacionadas para la consecución de tal objeto.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos sólo podrán adquirir Gas L.P., para el aprovechamiento de éste en la operación de las instalaciones y equipos necesarios para la prestación de los servicios.

Artículo 35. Acceso Abierto.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos deberán permitir a los Adquirentes el acceso abierto a sus servicios, en condiciones no discriminatorias, de conformidad con lo siguiente:

- I. El acceso abierto estará limitado a la capacidad disponible del Ducto;
- II. La capacidad disponible a que se refiere la fracción anterior se entenderá como aquella que no sea efectivamente utilizada; y el Permisionario deberá acreditar la falta de capacidad disponible al momento de negar el acceso, y
- III. El acceso abierto a los servicios sólo podrá ser ejercido por el Adquirente mediante la celebración del contrato para la prestación de servicios de que se trate.

Cuando el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos niegue el servicio a un Adquirente teniendo capacidad disponible u ofrezca el servicio en condiciones discriminatorias, la parte afectada podrá solicitar la intervención de la Comisión, pudiendo la parte afectada o la Comisión hacerlo del conocimiento de la Comisión Federal de Competencia.

Artículo 36. Regulación.

La prestación del servicio de Transporte por medio de Ductos estará sujeta a la regulación de términos y condiciones generales para la prestación del servicio y de tarifas máximas aplicables conforme a lo establecido en los artículos 6 y 7 de este Reglamento.

Artículo 37. Trayecto

Cada permiso de Transporte por medio de Ductos será otorgado por una capacidad y un trayecto determinados.

Por trayecto se entiende el trazado de un sistema de Transporte por medio de Ducto de uno o más puntos de origen a uno o más puntos de destino.

El trayecto autorizado quedará registrado en la Comisión. En cualquier punto del trayecto se podrá entregar y recibir Gas L.P., el Transportista deberá dar aviso a la Comisión sobre la localización de dichos puntos dentro del mes siguiente al inicio de la operación de tales puntos.

Artículo 38. Interconexión entre Permisionarios

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ducto estarán obligados a permitir la interconexión de otros Permisionarios a su sistema, en tanto:

- I. Exista capacidad disponible para prestar el servicio solicitado, y
- II. La interconexión sea técnica y económicamente viable y no represente problemas de seguridad; en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
- III. En caso de no existir acuerdo entre las partes se estará a lo previsto en el artículo 98 de este Reglamento.

Artículo 39. Extensiones y Ampliaciones.

Los titulares de permisos para Transporte por medio de Ductos estarán obligados a extender o ampliar sus sistemas, a solicitud de cualquier interesado, siempre que:

- I. La extensión o ampliación no represente problemas de seguridad, en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- II. La aplicación o extensión sea económicamente viable, y
- III. Las partes celebren un convenio para cubrir el costo de los ductos y demás instalaciones que constituyan la extensión o ampliación.

El plazo para realizar la extensión o ampliación será convenida por las partes.

En caso de no existir acuerdo entre las partes, se estará a lo previsto en el artículo 98 de este Reglamento.

Artículo 40. Enajenación de Sistemas.

El Sistema de Ductos para el Transporte por medio de Ductos no podrá ser enajenado sin la cesión del permiso respectivo ni viceversa, salvo que el permiso correspondiente se hubiera extinguido por cualquier causa.

Artículo 41. Gravámenes.

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos podrá gravar los derechos derivados del permiso mismo para garantizar obligaciones o financiamientos directamente relacionados con la prestación y extensión del servicio, así como deudas de su operación, previo aviso a la Comisión con 10 días de anticipación al otorgamiento de la garantía. Cuando los derechos derivados del permiso sean gravados para otros fines, se requerirá de la autorización previa de la Comisión.

Los sistemas y los derechos derivados del permiso no podrán ser gravados independientemente.

Cuando sea previsible un procedimiento de ejecución del gravamen, el Permisionario de que se trate deberá avisar inmediatamente a la Comisión.

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos deberá dar aviso a la Comisión de cualquier hecho o acto que ponga en riesgo su posesión o propiedad sobre el Sistema de Ductos, en un plazo de tres días a partir de que tenga conocimiento de ello.

Durante el procedimiento de ejecución de la garantía, el adjudicatario deberá designar un operador que, a juicio de la Comisión, tenga la capacidad técnica necesaria para la prestación del servicio en nombre y por cuenta de aquél.

Artículo 42. Responsabilidad por el Producto.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos serán responsables por el Gas L.P., que transporten desde su recepción hasta su entrega.

Artículo 43. Suspensión del Servicio sin Responsabilidad.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos no incurrirán en responsabilidad por suspensión del servicio, cuando ésta se origine por:

- I. Caso fortuito o fuerza mayor.

-
- II. Fallas en las instalaciones del Adquirente o mala operación de su intalación.
 - III. Trabajos necesarios para el mantenimiento, ampliación o modificación de sus obras e instalaciones, previo aviso a los Adquirentes, o
 - IV. Por incumplimiento del Adquirente a sus obligaciones contractuales.

Artículo 44. Suspensión, Restricción o Modificaciones del Servicio.

Quando por caso fortuito o fuerza mayor el Permisionario del servicio de Transporte por medio de Ductos se vea en la necesidad de suspender, restringir o modificar las características del servicio, lo hará del conocimiento de los Adquirentes por los medios de comunicación con mayor difusión en las localidades de que se trate, indicando la duración de la suspensión, restricción o modificación, los días y horas en que ocurrirá las zonas afectadas.

Quando la suspensión, restricción o modificación de las características del servicio haya de prolongarse por más de cinco días, el Permisionario deberá presentar para su aprobación ante la Comisión el programa que se aplicará para enfrentar la situación.

Dicho programa procurará que la suspensión, restricción y modificación del servicio provoque los menores inconvenientes para los Adquirentes y establecerá los criterios aplicables para la asignación de la capacidad de transporte disponible entre los diferentes destinos y tipos de Adquirentes.

Artículo 45. Aviso de Suspensión.

Quando la suspensión se origine por las causas previstas en la fracción III del artículo 43 de este Reglamento, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos deberá informar a los Adquirentes a través de medios masivos de comunicación en la localidad respectiva, y de notificación individual tratándose de otros Permisarios. En cualquier caso, dicho aviso se dará con menos de cuarenta y ocho horas de anticipación al inicio de los trabajos respectivos, indicándose la duración de la suspensión del servicio y el día en que se reanudará, debiéndose indicar con claridad los límites del área afectada.

El titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos procurará que los trabajos a que se refiere al párrafo anterior se hagan en los días en que disminuya el consumo de Gas L.P., para afectar lo menos posible a los Adquirentes.

Artículo 46. Bonificación por Fallas o Deficiencias.

En caso de suspensión del servicio ocasionada por causas distintas a las señaladas en el artículo 43 de este Reglamento, el titular de un permiso de Transporte por medio de Ductos, deberá bonificar al Adquirente al expedir la

factura respectiva, una cantidad igual a cinco veces el importe del servicio que hubiere estado disponible de no ocurrir la suspensión y que el Adquirente hubiere tenido que pagar. Para calcular dicho importe se tomará como base el consumo y el precio medios de la factura anterior. Dicho mecanismo deberá establecerse en las condiciones generales para la prestación del servicio que le hubiesen sido autorizados por la Comisión.

Artículo 47. Tarifas Máximas.

La prestación del servicio de Transporte por medio de Ductos se sujetará a tarifas máximas conforme a lo establecido en la metodología para el cálculo de las mismas a que se refiere el artículo 49 de este Reglamento. Las partes podrán pactar libremente una tarifa inferior a la máxima, siempre y cuando la tarifa convencional no sea inferior al costo variable de proveer el servicio establecido, determinado conforme a dicha metodología.

Las tarifas deberán permitir que los Adquirentes tengan acceso a los servicios en condiciones de confiabilidad, seguridad y calidad y no deberán implicar la realización de prácticas monopólicas, en términos del artículo 5 de este Reglamento.

Artículo 48. Tarifas Convencionales.

Cuando los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos hayan pactado con los Adquirentes tarifas inferiores a las máximas aprobadas, deberán informar trimestralmente a la Comisión sobre las tarifas aplicadas durante el periodo inmediato anterior.

La Comisión podrá publicar información sobre las tarifas convencionales.

Artículo 49. Metodología para el Cálculo de las Tarifas de Transporte por medio de Ductos.

La Comisión expedirá mediante Directivas la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables al servicio de Transporte por medio de Ductos.

La metodología para el cálculo de las Tarifas de Transporte por medio de Ductos deberá permitir a los Permisionarios que utilicen racionalmente los recursos, en el caso de las tarifas iniciales, y a los Permisionarios eficientes, en el caso de su ajuste, obtener ingresos suficientes para cubrir los costos adecuados de operación y mantenimiento aplicables al servicio, los impuestos, la depreciación y una rentabilidad razonable.

La aplicación de esta metodología no garantizará los ingresos, costos o rentabilidad esperada del Permisionario.

Las tarifas para el servicio del Transporte por medio de Ductos incluirán todos los conceptos y cargos aplicables al servicio, tales como:

- I. Cargo por conexión: porción de la tarifa basada en el costo de interconexión al sistema y que podrá ser cubierto en una o más exhibiciones;
- II. Cargo por capacidad: porción de la tarifa basada en la capacidad reservada por el Adquirente para satisfacer su demanda máxima en un periodo determinado, y
- III. Cargo por uso: porción de la tarifa basada en la prestación del servicio.

Cada cinco años se efectuará una revisión global de las tarifas en conformidad con la metodología a que se refiere este artículo.

Artículo 50. Tipos de Tarifas de Transporte por medio de Ductos.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos podrán proponer a la Comisión las tarifas aplicables, mismas que podrán establecer diferencias por:

- I. Modalidad de la prestación de cada servicio;
- II. Categoría del Adquirente, y
- III. Otros usos comerciales generalmente aceptados en la industria.

Las diferencias deberán estar basadas en costos y ser debidamente justificadas a la Comisión.

Artículo 51. Ajuste de Tarifas de Transporte por medio de Ductos.

Los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos ajustarán periódicamente las tarifas de acuerdo con la metodología a que se refiere el artículo 49 de este Reglamento, misma que considerará los elementos siguientes:

- I. Los indicadores que reflejen los cambios de precios de bienes e insumos utilizados por los Permisionarios;
- II. Los cambios en el régimen fiscal aplicable a los servicios permisionados, y
- III. Un factor de ajuste que refleje el aumento en la eficiencia en la prestación de los servicios a favor de los Adquirentes.

El factor de ajuste a que se refiere esta fracción, no se aplicará a los titulares de permisos de Transporte por medio de Ductos durante los primeros cinco años de vigencia del permiso.

Las tarifas que resulten del ajuste a que se hace referencia en este artículo deberán ser sometidas a la aprobación de la Comisión.

2.1.6 ALMACENAMIENTO MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DEPÓSITO.

Artículo 52. Alcances.

El Almacenamiento mediante Planta de Almacenamiento para Depósito comprende la actividad de recibir Gas L.P., en una Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., su conservación en depósito y su devolución al depositante en la misma Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P.

Artículo 53. Responsabilidad por el Producto.

En el Almacenamiento mediante Planta de Almacenamiento para Depósito, el Almacenista será responsable por el Gas L.P., almacenado desde el momento en que el mismo sea recibido en una Planta de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., y hasta que el mismo sea entregado, así como de las demás disposiciones que se deriven del contrato celebrado entre las partes.

2.1.7 ALMACENAMIENTO MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO

Artículo 54. Alcances

El Almacenamiento mediante Planta de Suministro comprende la actividad de conservar Gas L.P., en la Planta de Suministro para su venta a terceros.

Artículo 55. Planta de Suministro.

Las Plantas de Suministro deberán cumplir en cuanto a su instalación y funcionamiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

2.1.8 DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN.

Artículo 56. Alcances.

La Distribución mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución, comprende la actividad de comprar y almacenar Gas L.P. en una Planta de

Almacenamiento para Distribución para venderlo a Usuarios Finales o a Estaciones de Gas L.P., para Carburación.

La Distribución mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución podrá incluir la operación de Bodegas de Distribución y de Expendios de Minitanques.

Artículo 57. Contratación del Servicio

Para la comercialización de Gas L.P., que realicen los Distribuidores a Usuarios Finales, contarán con contratos de compraventa o de suministro, celebrados entre las partes. Los textos básicos de los contratos deberán constar en las facturas o notas en las que se registren las operaciones correspondientes o en documentos por separado.

Cada Permisionario elaborará los modelos básicos conforme a los cuales se redactarán los contratos, mismos que deberán contener el nombre y dirección del Distribuidor y la identificación de la operación de que se trate.

Los modelos de los contratos que se celebren entre los Distribuidores y los Usuarios Finales, contendrán cláusulas que aseguren que el servicio se preste en condiciones de calidad, eficiencia, seguridad, continuidad, regularidad y cobertura en términos del artículo 24 de este Reglamento.

Lo dispuesto en los párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en la Ley Federal de Protección al Consumidor.

Artículo 58. Lugar de las Ventas a los Usuarios Finales.

Los Distribuidores deberán ofrecer a los Usuarios Finales el servicio que les sea solicitado, en forma eficiente, segura y oportuna mediante la entrega del Gas L.P., en sus Instalaciones de Aprovechamiento.

Sujeto a lo establecido en el artículo siguiente, cuando así lo solicite el Usuario Final podrán realizarse entregas de Gas L.P., en las Plantas de Almacenamiento para Distribución y en los Expendios de Minitanques.

Artículo 59. Formas de Entrega.

El suministro de Gas L.P., que se realice en las Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final, se hará mediante Auto-tanques a Tanques Estacionarios o mediante Recipientes Portátiles. En este último caso los Recipientes Portátiles deberán ser propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución.

En los casos en que la entrega de Gas L.P., se realice en las Plantas de Almacenamiento para Distribución, Bodegas de Distribución o en Expendio de Minitanques, se estará sujeto a lo siguiente:

- I. En el caso de Plantas de Almacenamiento para Distribución, el Gas L.P., deberá ser entregado exclusivamente en Minitanques que podrán ser propiedad del Distribuidor o del Usuario Final;
- II. En el caso de Bodegas de Distribución, el Gas L.P., deberán ser entregado en Minitanques, salvo por el caso de las Bodegas de Distribución que las Normas Oficiales Mexicanas aplicables expresamente permitan el uso de Recipientes Portátiles de mayor capacidad. En ambos casos los Recipientes Portátiles deberán ser propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución, y
- III. En el caso de Expendios de Minitanques, el Gas L.P., deberán ser entregados en Minitanques propiedad del Distribuidor mediante Plantas de Almacenamiento para Distribución.

En el caso de Gas L.P., entregado en Recipientes Portátiles propiedad del Distribuidor, los Usuarios Finales conservarán en depósito los Recipientes Portátiles correspondientes y estarán obligados a retomar dichos Recipientes Portátiles al Distribuidor respectivo una vez que el Gas L.P., haya sido consumido. El Distribuidor deberá recibir dicho recipiente en el mismo lugar en que lo hubiere entregado.

Artículo 60. Suministro en Recipientes Portátiles.

En la entrega de Gas L.P., que se realice en las Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final mediante Recipientes Portátiles, el Distribuidor ofrecerá, cuando así lo solicite el Usuario Final, la conexión a la Instalación de Aprovechamiento.

El Usuario Final deberá mantener su instalación conforme a la Norma Oficial Mexicana correspondiente y abstenerse de manipular el Recipiente Portátil.

En el suministro o venta de Gas L.P., que se realice mediante Recipientes Portátiles, el Distribuidor deberá colocar en los Recipientes Portátiles en cuestión un sello de garantía sobre el contenido de cada Recipiente Portátil. Los sellos deberán estar marcados con el nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor en cuestión.

Los Distribuidores no podrán llenar Recipientes Portátiles fuera de su Planta de Almacenamiento para Distribución.

Artículo 61. Identificación de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y Recipientes Portátiles.

La Identificación de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y Recipientes Portátiles, se hará de la siguiente forma:

- I. En los casos de entregas realizadas en Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final en Tanques Estacionarios o en Recipientes Portátiles, los Distribuidores deberán marcar sus Auto-tanques y Vehículos de Reparto, visiblemente con:
 - a) El nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor;
 - b) Tipo de servicio que presta;
 - c) El domicilio y los teléfonos de emergencia del Distribuidor, y
 - d) Los precios y tarifas vigentes, y
- II. Los Recipientes Portátiles propiedad del Distribuidor deberán estar marcados visiblemente con el nombre, razón social o marca comercial del Distribuidor.

Queda prohibido que un Distribuidor posea, llene de Gas L.P., traslade, remarque o de cualquier otra forma utilice en la Distribución Recipientes Portátiles u otro equipo marcado con el nombre, razón social o marca comercial de otro Distribuidor, salvo que este último Distribuidor forme parte del mismo grupo corporativo que el Distribuidor en cuestión. Para efectos de lo anterior, se entenderá por grupo corporativo aquellas personas que guarden entre ellas una relación de empresa filiales o subsidiarias y que estén registrados como tales ante la Secretaría.

No obstante lo establecido en el párrafo anterior, los Distribuidores podrán recoger de los Usuarios Finales Recipientes Portátiles vacíos propiedad de otro Distribuidor, con el único fin de devolverlo a dicho Distribuidor, previo acuerdo con este último que quede registrado ante la Secretaría. Dichos Recipientes Portátiles vacíos deberán ser llevados directamente a las instalaciones del Distribuidor propietario o a centros de acopio establecidos por los Distribuidores para dichos efectos. En ningún caso podrá un Distribuidor llevar a su propia Planta de Almacenamiento para Distribución, Recipientes Portátiles propiedad de otro Distribuidor, salvo lo dispuesto en el párrafo anterior.

Artículo 62. Instalaciones de Aprovechamiento y Tanques Estacionarios

Las Instalaciones de Aprovechamiento de Gas L.P., incluyendo los Tanques Estacionarios, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en este Reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Cuando en la prestación de sus servicios el Distribuidor detecte que los Tanques Estacionarios o cualquier otra parte de las instalaciones de Aprovechamiento no cumplen con las condiciones mínimas de seguridad, el Distribuidor lo hará del conocimiento por escrito al Adquirente, quien deberá corregir las fallas y obtener dictamen de unidad de verificación aprobada en la

materia, el Distribuidor negará el servicio en caso de no haberse corregido las fallas. Los gobiernos de las entidades federativas podrán dictar las medidas necesarias para participar en la vigilancia de la normatividad aplicable a las Instalaciones de Aprovechamiento.

Artículo 63. Suspensión del Servicio.

Los Distribuidores podrán suspender sin responsabilidad alguna el suministro de Gas L.P., a quienes no cumplan con sus obligaciones contractuales, en los términos de los contratos celebrados.

Artículo 64. Obligaciones Generales de los Distribuidores.

Los titulares de un permiso de Distribución además de las obligaciones contenidas en el artículo 78 de este Reglamento, deberán:

- I. Proporcionar el servicio sin efectuar prácticas monopólicas en términos del artículo 5 de este Reglamento, a los Usuarios Finales que lo soliciten;
- II. Retirar del uso los Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, que no cumplan con este Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- III. Retirar y destruir los Recipientes Portátiles que conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables deban de inutilizarse;
- IV. Reponer los Recipientes Portátiles que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- V. Proporcionar permanentemente, durante las 24 horas, directamente o a través de terceros el servicio de supresión de fugas en la Zona Geográfica de su competencia a los Usuarios Finales;
- VI. Establecer oficinas o instalaciones dentro de la Zona Geográfica de su competencia que permitan atender a los Usuarios Finales, garantizando la atención al público, y
- VII. Informar a la Secretaría trimestralmente, de las ventas mensuales de Gas L.P., efectuadas en el trimestre anterior, incluyendo los datos relativos a la cantidad de Gas L.P., comercializado, su origen y destino por tipo de Adquirente, así como el número de vehículos y Recipientes Portátiles retirados definitivamente y repuestos.

2.1.9 DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PARA CARBURACIÓN.

Artículo 65. Alcances

La Distribución de Gas L.P., para Carburación tiene por objeto realizar la venta de Gas L.P., únicamente en Estaciones de Carburación, para su uso en vehículos con motor de combustión interna.

Artículo 66. Contratación del Servicio.

La Distribución de Gas L.P., para Carburación se hará al amparo de contratos celebrados por escrito entre las partes. Los textos básicos de los contratos podrán constar en las facturas o en notas de remisión en las que se registren las ventas de Gas L.P., para Carburación o en documentos por separado.

Cada Permisionario elaborará los modelos básicos en los términos a los señalados en el artículo 57 de este Reglamento.

Artículo 67. Estaciones de Gas L.P., para Carburación.

Las Estaciones de Gas L.P., para Carburación deberán cumplir en cuanto a su instalación y funcionamiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Artículo 68. Uso de Gas L.P., para Carburación.

Los vehículos automotores estacionarios de combustión interna o las instalaciones de Aprovechamiento de Gas L.P., que sean parte integrante del vehículo, para el uso de Gas L.P., por Usuarios Finales únicamente deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para la utilización de Gas L.P., en Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en Vehículos Automotores y motores estacionarios de Combustión interna sus propietarios vigilarán bajo su responsabilidad que aquéllos cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como asegurarse que cuenten con el dictamen de una unidad de verificación acreditada en la materia correspondiente, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los gobiernos de las entidades federativas podrán dictar las medidas necesarias para participar en la vigilancia de la normatividad aplicable a dichos vehículos.

2.1.10 DISTRIBUCIÓN POR MEDIO DE DUCTOS.

Artículo 69. Alcances

El servicio de Distribución por Ductos comprende la actividad de comprar, conducir, entregar y comercializar Gas L.P., por medio de Redes de Distribución a Usuarios Finales.

Cada permiso de Distribución por Ductos será otorgado para una Red de Distribución.

En cualquier punto de la Red de Distribución, se podrá recibir y entregar Gas L.P., El Permisionario deberá dar aviso a la Comisión sobre la localización de los puntos de recepción del Gas L.P., dentro del mes siguiente al inicio de operaciones de tales puntos.

Artículo 70. Regulación

Serán aplicables al servicio de Distribución por medio de Ductos las disposiciones contenidas en el Capítulo V de este Reglamento, salvo lo dispuesto en los artículos 33, 34 y 37.

2.1.11 RÉGIMEN ESPECIAL PARA ALMACENAMIENTO MEDIANTE ESTACIONES DE GAS L.P., PARA CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO Y TRANSPORTE POR DUCTO PARA AUTOCONSUMO.

Artículo 71. Estaciones de Gas L.P., para Carburación de Autoconsumo.

La Secretaría otorgará permisos de Almacenamiento mediante Estaciones de Gas L.P., para Carburación de autoconsumo.

Los Permisionarios se responsabilizarán de que sus instalaciones cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La Secretaría podrá verificar estas Estaciones y decretar en relación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La Secretaría podrá verificar estas Estaciones y decretar en relación con las mismas cualquiera de las medidas de seguridad a las que se refiere el artículo 90 de este Reglamento.

Artículo 72. Solicitud de Permiso.

Los interesados en obtener el permiso a que se refiere el artículo anterior, deberán presentar una solicitud a la Secretaría que contendrá además de lo señalado en la fracción I del artículo 19 de este Reglamento, los siguientes requisitos:

-
- I. Relación de los vehículos con motor de combustión interna que empleen Gas L.P., que se utilizarán;
 - II. Planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico, sistema contraincendio y planométrico:
 - III. Memorias técnico descriptivas de los proyectos, y
 - IV. Medidas de seguridad con que cuenten.

Para la obtención de un permiso Almacenamiento mediante estaciones de Gas L.P., para Carburación de autoconsumo se seguirá el procedimiento establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

Artículo 73. Transporte por Ducto para Autoconsumo

La Comisión podrá otorgar permisos de Transporte por Ducto para autoconsumo cuando la actividad de conducir Gas L.P., por medio de Ductos tenga por objeto satisfacer exclusivamente las necesidades del solicitante, sin prestar el servicio de Transporte por Ducto.

Sólo los Usuarios Finales que transporten Gas L.P., por Ductos para su propio consumo en actividades industriales, comerciales o de servicios, distintas de las actividades reguladas por este Reglamento, podrán ser titulares del permiso mencionado en el párrafo anterior.

El titular de un permiso de Transporte por Ductos para autoconsumo, en ningún caso podrá ser titular, directa o indirectamente a través de filiales o subsidiarias, de otro tipo de permisos en términos del presente Reglamento.

Artículo 74. Solicitud de Permiso.

Los permisos de Transporte por Ducto para autoconsumo se otorgarán para una capacidad y para un trayecto determinados.

Los interesados en obtener un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo deberá presentar una solicitud a la Comisión que contendrá además de lo señalado en la fracción I del artículo 19 de este Reglamento, los siguientes requisitos:

- I. La información que acredite que el transporte del Gas L.P., tiene por objeto satisfacer exclusivamente las necesidades del solicitante para su propio consumo;
- II. El objeto, capacidad, descripción, trayecto, localización y las especificaciones técnicas de los Ductos instalaciones, así como los

mecanismos de seguridad para la operación y mantenimiento de las mismas, y

III. El promedio anual de consumo diario.

Para la obtención de un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo se seguirá el procedimiento siguiente:

- I. La Comisión emitirá la resolución que corresponda en un plazo que no excederá de un mes, contando a partir de que haya concluido la evaluación del proyecto;
- II. Si la solicitud no cumple con los requisitos, se deberá prevenir al interesado para que subsane la omisión, por escrito y por una sola vez, dentro de los 10 días siguientes al de la recepción de la solicitud;
- III. Cuando el requerimiento de información no se realice dentro de dicho plazo, no se podrá desechar el trámite argumentando que es incompleto;
- IV. El interesado contará con un plazo de un mes, contado a partir de que haya surtido efectos la notificación, para cumplir con los requisitos faltantes, y
- V. En el supuesto de que no se desahogue la prevención en el término señalado, la solicitud será desechada de plano.

Los Ductos o Sistemas de Ductos deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La Comisión podrá verificar los Ductos o Sistemas de Ductos e imponer en relación con los mismos cualquier medida de seguridad a las que se refiere el artículo 90 de este Reglamento.

Artículo 75. Uso Exclusivo.

Los titulares de un permiso de Transporte por Ducto para autoconsumo no podrán utilizar los Ductos o Sistemas de Ductos correspondiente para fines distintos que el de la satisfacción de las necesidades propias. Esta infraestructura no estará sujeta a requerimientos de acceso abierto o a cualquier otro requerimiento que pudiera dar derechos a un tercero para el uso de las mismas.

Artículo 76. Otras Disposiciones Aplicables.

Serán aplicables a la actividad de Transporte por Ducto para autoconsumo lo dispuesto en los artículos 22, 23, 25, 26, 27, 28, 37, 40, 41, 78, 83, 84 y 87 de este Reglamento.

2.1.12 OBLIGACIONES APLICABLES A TODOS LOS PERMISIONARIOS.

Artículo 77. Obligatoriedad del Servicio y Trato no Discriminatorio.

Los Permisionarios estarán obligados a prestar el servicio conforme a los términos y condiciones establecidas en este Reglamento y en los contratos que celebren. La prestación del servicio se hará en forma que no constituya una práctica monopólica en términos del artículo 5 de este Reglamento y estará limitada a la capacidad disponible de la infraestructura del Permisionario.

Sin perjuicio de las atribuciones que les correspondan a la Procuraduría Federal del Consumidor conforme a la Ley Federal de Protección al Consumidor y a la Comisión Federal de Competencia en términos de la Ley Federal de Competencia Económica, cuando un Permisionario niegue el servicio a un Adquirente teniendo capacidad disponible u ofrezca el servicio en condiciones discriminatorias, la parte afectada podrá solicitar la intervención de la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Artículo 78. Obligaciones Generales.

Todos los Permisionarios tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Mantener en condiciones de seguridad las obras, instalaciones, vehículos, equipo y accesorios conforme a las Normas Oficiales Mexicanas;
- II. Prestar el servicio cumpliendo con las medidas de seguridad establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas y este Reglamento;
- III. Rendir a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, trimestralmente un informe técnico descriptivo, sobre siniestros, accidentes y percances sucedidos durante dicho periodo, causados por las operaciones del Permisionario;
- IV. Capacitar a su personal para la prestación de los servicios y para la prevención y atención de siniestros, conforme a las disposiciones legales aplicables;
- V. Participar en las campañas de orientación a los Usuarios Finales sobre el manejo seguro y adecuado del Gas L.P.,
- VI. Prestar el servicio en forma eficiente, segura y oportuna de acuerdo con las condiciones establecidas en este Reglamento;
- VII. Proporcionar el servicio que le sea requerido en caso de siniestro, aun cuando no sea por su causa;

- VIII. Contratar y mantener vigente un seguro que cubra la responsabilidad por daños a terceros que pudiera derivarse de la prestación de sus servicios;
- IX. Proporcionar en el plazo solicitado, que no será inferior a 10 días los informes, datos y documentos que le solicite la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus atribuciones, para comprobar el cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento, y
- X. Llevar de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas un libro bitácora para la supervisión y mantenimiento de obras, instalaciones, y equipos prestados, que estará a disposición de la Secretaría o la Comisión, según corresponda.

Artículo 79. Responsabilidades.

Los Permisarios serán responsables por los actos del personal que utilicen en la prestación de sus servicios, independientemente de la relación jurídica que exista entre ellos. En la prestación de los servicios, dicho personal actuará en nombre y por cuenta del Permisario. El personal que se utilice deberá portar una identificación que señale el nombre del empleado en cuestión y que identifique al Permisario respectivo.

Artículo 80. Avisos de Fugas u otros Casos de Emergencia.

Cuando se trate de quejas o avisos relacionados con fugas u otros casos de emergencia, el Permisario deberá atenderlos en forma pronta y expedita.

De acuerdo con las disposiciones aplicables en materia de protección al consumidor, los consumidores afectados podrán presentar su reclamación ante la Procuraduría Federal del Consumidor.

Artículo 81. Desagregación de Servicios.

Los Permisarios que se encuentren en posibilidad de ofrecer más de una clase de servicios en los términos de este Reglamento, deberán distinguir cada servicio en forma separada y sin condicionar la prestación de uno respecto a otro o a la adquisición del Gas L.P., desagregando en la factura correspondiente el precio de adquisición del Gas L.P., y las tarifas o cargos por cada uno de los servicios.

En su caso, la Comisión expedirá Directivas en esta materia, de acuerdo con sus facultades.

Artículo 82. Separación de Sistemas Contables.

Para efectos del artículo anterior, los Permisionarios deberán separar, en su caso, la información financiera relativa a la prestación de los servicios de Transporte, Almacenamiento y Distribución, así como a la compra y venta de Gas L.P., de tal forma que se puedan identificar para cada uno de ellos los ingresos, los costos y los gastos de operación.

Petróleos Mexicanos deberá identificar, además, la información financiera relativa a las ventas de primera mano, desagregando en cada caso el precio del Gas L.P., en los Centros Procesadores y Plantas de Suministro de Petróleos Mexicanos, la tarifa de Transporte respectivo y otros servicios que proporcione.

A efecto de facilitar el control y la transparencia en la regulación de los servicios permisionados y las ventas de primera mano, la Comisión expedirá Directivas de los servicios regulados de su competencia, con relación al sistema contable a que deberán sujetarse los Permisionarios.

Artículo 83. Requerimientos de Información.

Los Permisionarios y Petróleos Mexicanos, no deberán presentar trimestralmente a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, o cuando éstas lo soliciten, la información relacionada con lo siguiente:

- I. En todos los casos:
 - a) Precios, tarifas, cargos y descuentos;
 - b) Volumen de Gas L.P., manejado;
 - c) Información sobre los contratos que celebren los Permisionarios con relación a la prestación de los servicios;
 - d) Circunstancias que afecten o pudieran afectar negativamente la prestación del servicio, y
 - e) En su caso capacidad de los sistemas y asignación de la misma;

- II. En el caso de Petróleos Mexicanos, además de lo establecido en la fracción I de este artículo:
 - a) Ventas de primera mano;
 - b) Volumen de ventas distintas a las ventas de primera mano, y
 - c) Importaciones y exportaciones, y

- III. En el caso de los Distribuidores además de lo establecido en la fracción I de este artículo:
 - a) Volumen de ventas, y

b) Importaciones y exportaciones.

Los Permisarios y Petróleos Mexicanos deberán presentar, a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, la información a que se refiere esta artículo de manera desagregada. La Secretaría o a la Comisión, en su caso, informarán a la Comisión Federal de Competencia sobre la posible existencia de subsidios cruzados u otras monopólicas, sin perjuicio de las facultades que correspondan a las mismas.

2.1.13 AVISOS

Artículo 84. Avisos a cargo de los Permisarios.

Los Permisarios, deberán presentar a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, los siguientes avisos:

- I. De inicio de operaciones, el cual se deberá presentar con anterioridad a la fecha de inicio de actividades correspondientes, acompañando copia de la póliza del seguro a que se refiere la fracción VIII del artículo 78 de este Reglamento, así como dictamen de unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando que las instalaciones y los programas de mantenimiento, seguridad y contingencias para la prestación del servicio cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Asimismo, deberán dar aviso en un plazo máximo de 3 días cuando los programas de mantenimiento, seguridad y contingencias sean modificados;
- II. De suspensiones en el servicio, cuando la suspensión del servicio sea previsible el aviso correspondiente deberá formularse con quince días naturales de anticipación. En caso de que la suspensión del servicio no sea previsible, el aviso correspondiente deberá formularse dentro de las veinticuatro horas siguientes a la suspensión; en ambos casos, dicho aviso deberá señalar la fecha de reanudación del servicio;
- III. De cualquier circunstancia que a juicio del Permisario pudiera resultar en una modificación a las condiciones de operación del servicio y que repercutan en el abasto o en la seguridad de la población, dentro de las veinticuatro horas siguientes al momento en que ocurra la modificación, y
- IV. De las modificaciones técnicas que vayan a realizar, que incrementen, disminuyan o afecten el diseño básico de las instalaciones, acompañado del dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente. Este aviso deberá presentarse en un plazo mínimo de 10 días con anterioridad a la fecha en que se realicen dichas modificaciones.

Artículo 85. Avisos de Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y de Bodegas de Distribución.

Los Permisarios deberán notificar a la Secretaría el incremento o disminución del número de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques, Buque-tanques y Vehículos de Reparto mediante aviso previo a la fecha de inicio o terminación de operaciones de la unidad de que se trate. En el caso de inicio de operaciones, se deberá acompañar relación de unidades y dictamen técnico de unidad de verificación de cada una de ellas.

Para iniciar o terminar operaciones en una Bodega de Distribución o en un Expendio de Minitanques, deberá presentarse aviso a la Secretaría previamente a la fecha de inicio o terminación de operaciones. En caso de inicio de operaciones, se deberá especificar la ubicación, además de acompañar el dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente determinando el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En el caso de las Bodegas de Distribución para las cuales las Normas Oficiales Mexicanas aplicables no permitan la entrega de Gas L.P., a Usuarios Finales en Recipientes de capacidad superior a los Minitanques, el inicio de operaciones no se podrá realizar, hasta en tanto la Secretaría no otorgue su visto bueno. Para ello, los solicitantes justificarán que la Bodega de Distribución en cuestión se encuentre en un área en donde el suministro del Gas L.P, hasta las Instalaciones de Aprovechamiento de los Usuarios Finales es impráctico. La Secretaría deberá resolver sobre el otorgamiento del visto bueno respectivo dentro de un plazo que no excederá de 15 días a partir de la presentación del aviso respectivo. Lo anterior se resolverá sin considerar la existencia de Bodegas de Distribución de otros Permisarios.

La Secretaría, de oficio realizará las modificaciones a los permisos respectivos, derivada de la información presentada en los avisos a que se refiere este artículo.

Artículo 86. Avisos de Modificación de Zona Geográfica.

Los titulares de un permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento, deberán dar aviso a la Secretaría de cualquier modificación en su Zona Geográfica, con 15 días de anticipación a que inicie la prestación del servicio o deje de prestarlo, según sea el caso, en la Zona Geográfica de que se trate.

El Permisario podrá prestar el servicio de Distribución o dejar de prestarlo, según se trate, una vez transcurrido el plazo señalado, independientemente de la modificación que la Secretaría deberá realizar de oficio en el título del permiso correspondiente.

2.1.14 VERIFICACIÓN

Artículo 87. Especificaciones.

El diseño, construcción equipamiento, modificación, funcionamiento y retiro de Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., Plantas de Suministro, Plantas de Almacenamiento para Distribución, Estaciones de Gas L.P., para Carburación, Ductos, Redes de Distribución, Bodegas de Distribución e Instalaciones de Aprovechamiento, así como las modificaciones a equipo y unidades de transporte, se llevarán a cabo con apego a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Las actividades a que se refiere el párrafo anterior, deberán evaluarse y dictaminarse por las personas acreditadas y aprobadas en la materia correspondiente, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Artículo 88. Verificación.

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, podrán requerir por escrito a los Permisarios los documentos, informes y datos relacionados con las actividades permitidas o realizar visitas a las instalaciones de los Permisarios, así como de los Usuarios Finales, con el fin de verificar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley y de este Reglamento.

La Secretaría y la Comisión, según corresponda, podrán de conformidad a la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización así como su Reglamento, realizar por sí o con el auxilio de unidades de verificación acreditadas y aprobadas en las materias correspondientes, la verificación de las condiciones técnicas de seguridad, con el objeto de vigilar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 89. Obligaciones de las Unidades de Verificación.

Son obligaciones de las unidades de verificación:

- I. Verificar el cumplimiento de la norma respecto del diseño y la ejecución de obras e instalaciones, asegurándose de que tanto los proyectos como la realización de los mismos, cumplan con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas,
- II. Verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad de las obras e instalaciones;
- III. Verificar que la operación y funcionamiento de instalaciones y equipos, cumplan con las características establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas;

-
- IV. Verificar que los manuales de capacitación, operación, mantenimiento y contingencias cumplan con las normas correspondientes;
 - V. Presentar a la Secretaría un informe semestral durante los primeros 15 días de los meses de enero y julio de cada año, de los vehículos que utilizan Gas L.P., como carburante, que hubieran dictaminado en el periodo de que se trate, conforme al formato que al efecto elabore la Secretaría;
 - VI. Marcar con el sello precinto metálico o placa que tengan registrado ante la Secretaría o la Comisión las obras, instalaciones o equipo que dictaminen, y
 - VII. Las demás que se establezcan en este Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas.

Las Unidades de Verificación serán directamente responsables por la veracidad de los dictámenes que emitan.

Los dictámenes emitidos sobre Instalaciones de Aprovechamiento o en vehículos que utilizan Gas L.P., como carburante, sólo serán presentados a la Secretaría cuando ésta lo solicite.

Artículo 90. Medidas de Seguridad.

Con base en los resultados del análisis de los documentos, informes y datos requeridos a los Permisionarios relacionados con las actividades permitidas o de alguna visita de verificación a que se refiere el artículo 88 de este Reglamento, cuando alguna obra o instalación represente un peligro grave para las personas o sus bienes, la Secretaría o la Comisión, según corresponda, sin perjuicio de las sanciones a que se refiere el artículo 99 de este Reglamento, aplicará cualquiera de las siguientes medidas de seguridad:

- I. Suspender trabajos relacionados con la construcción de obras e instalaciones;
- II. Clausurar temporal, total o parcialmente obras o instalaciones;
- III. Ordenar la suspensión temporal del suministro de Gas L.P., de primera mano;
- IV. Asegurar sustancias, materiales, equipo, accesorios, Instalaciones de Aprovechamiento, Recipientes Portátiles, Auto-tanques, Carro-tanques, Semirremolques y Vehículos de Reparto.
- V. Inmovilizar, Auto-tanques, Carro-tanques, Buque-tanques, Semirremolques y Vehículos de Reparto que no cumplan con las

medidas mínimas de seguridad establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;

- VI. Inutilizar sustancias, materiales, equipo o accesorios, y
- VII. Ordenar el desmantelamiento de las instalaciones destinadas a la prestación de los servicios.

Las medidas de seguridad que se dicten conforme al presente ordenamiento deberán de ser debidamente fundadas y motivadas por la autoridad que las emita. Cuando las mismas sean incumplidas, y el incumplimiento sea grave o resulte en daños graves a personas o bienes imputables al Permisionario, la Secretaría o la Comisión, según corresponda, procederán a la revocación del permiso correspondiente, en términos del artículo 27 de este Reglamento.

Artículo 91. Ejecución.

Las medidas de seguridad serán de inmediata ejecución. La Secretaría o la Comisión, según corresponda, levantarán acta circunstanciada en el lugar de los hechos, ante la presencia de dos testigos, y determinará en ese momento, de manera provisional, las medidas que correspondan, señalando al interesado un plazo de 5 días a efecto de que comparezca ante la Secretaría o la Comisión a expresar lo que a su derecho convenga y aportar los elementos de prueba con que cuente. Habiendo comparecido el interesado o transcurrido el plazo, la Secretaría o la Comisión dictarán de forma inmediata resolución en que se establezcan el levantamiento de la medida provisional o se dicte una definitiva.

Artículo 92. Resolución.

La resolución administrativa definitiva que determine una medida de seguridad contendrá:

- I. El plazo otorgado al titular del permiso o al propietario de la instalación para el cumplimiento de la resolución, y
- II. La periodicidad con que deberán rendirse los informes acerca de su cumplimiento.

Artículo 93. Levantamiento de las Medidas de Seguridad.

Quando cesen las causas por las cuales hayan sido determinadas las medidas de seguridad, éstas deberán ser levantadas mediante oficio emitido por la autoridad que la decretó, a petición del Permisionario o del propietario de

la instalación, dentro de los 3 días siguientes contados a partir de que conozca que hayan cesado dichas causas.

Artículo 94. Suspensión de Trabajos.

La suspensión de trabajos relacionados con obras o instalaciones será temporal, y podrá ser total o parcial, aplicándose por el tiempo estrictamente necesario para corregir las irregularidades de que se trate.

La Secretaría o la Comisión, según corresponda, ejecutarán las acciones necesarias que permitan asegurar la referida suspensión.

Durante la suspensión se permitirá el acceso a las personas que tengan encomendada la corrección de las irregularidades que la motivaron.

Artículo 95. Conclusión de Trabajos.

Al concluirse la ejecución de trabajos relacionados con medidas de seguridad en obras e instalaciones, equipo y accesorios, el Permisionario o el propietario de la instalación dará aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, acompañado del dictamen de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la materia correspondiente, la cual comprobará la correcta ejecución de los mismos, a efecto de que la autoridad proceda a levantar la medida de seguridad en los términos del artículo 93 de este Reglamento.

Artículo 96. Ubicación de las Instalaciones

Las Plantas de Almacenamiento para Depósito de Gas L.P., las Plantas de Suministro, las Plantas de Almacenamiento para Distribución y las Estaciones de Gas L.P., para Carburación, se ubicará respecto a los predios colindantes, de conformidad con lo dispuesto por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En los predios circundantes por seguridad se podrán establecer zonas intermedias de salvaguarda, conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 97. Inspecciones por la Procuraduría Federal del Consumidor.

La Procuraduría Federal del Consumidor llevará a cabo las atribuciones que le competen en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

2.1.15 RECLAMACIONES Y CONTROVERSIAS

Artículo 98. Reclamaciones y Controversias.

Las reclamaciones y controversias derivadas de los servicios regulados por este Reglamento, se sujetarán a lo siguiente:

- I. Cuando el Adquirente o el Usuario Final consideren que los actos del Permisionario o de Petróleos Mexicanos no se apeguen a lo dispuesto en la Ley o este Reglamento, podrán presentar reclamación por escrito al Permisionario o Petróleos Mexicanos. El Adquirente o el Usuario Final tendrá un plazo de quince días para presentar la reclamación, contado a partir del día siguiente a aquél en que tenga conocimiento del acto que reclame;
- II. El Permisionario y Petróleos Mexicanos, darán respuesta a toda reclamación, de manera razonada y por escrito, dentro de los quince días siguientes a su presentación. La respuesta dejará sin efecto, modificará o confirmará el acto objeto de reclamación, según proceda;
- III. El Permisionario y Petróleos Mexicanos deberán colocar en sus oficinas de atención al público, avisos que identifiquen el lugar donde serán recibidas las reclamaciones de los Adquirentes o Usuarios Finales.
- IV. Cuando el Adquirente o el Usuario Final no reciban respuesta dentro del término de 15 días siguientes a la presentación de su reclamación, o cuando habiéndose recibido considere que no se apega a lo dispuesto en la Ley o en este Reglamento, podrá solicitar la intervención de la Procuraduría Federal del Consumidor, de la Secretaría o de la Comisión conforme a las fracciones siguientes;
- V. Los Adquirentes o Usuarios Finales que no tengan carácter de consumidores en términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor, podrán solicitar la intervención de la Secretaría o de la Comisión, según corresponda, a fin de que éstas supervisen y vigilen el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables.
- VI. El plazo para solicitar la intervención de la Secretaría o de la Comisión, cuando así procesa, será de quince días contado a partir del día siguiente a aquél en que la respuesta haya sido notificado o del vencimiento del término que se establece en la fracción IV de este artículo;
- VII. La solicitud de intervención deberá presentarla por escrito el Adquirente o el Usuario Final ante la Secretaría o la Comisión, según corresponda, y cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Señalar nombre, denominación o razón social del Adquirente o Usuario Final y el domicilio para recibir notificaciones;
- b) Acompañar la documentación que acredite la personalidad cuando se actúe en nombre y representación de otra persona;
- c) Presentar original o copia certificada de los documentos que contengan el acto motivo de la reclamación y, en su caso, la respuesta del Permisionario o Petróleos Mexicanos;
- d) Precisar las razones por las que el acto no se apega a las disposiciones de la Ley o de este Reglamento y el perjuicio que esto le cause, y
- e) Presentar las pruebas que ofrezca, mismas que deberán tener relación inmediata y directa con el acto que se reclame;

VIII. La Secretaría o la Comisión, según corresponda, resolverán sobre la admisión de la solicitud de intervención en el término de cinco días, contado a partir del día siguiente a su presentación. Asimismo, dentro de los tres días siguientes a dicha resolución pondrán el expediente a disposición del Permisionario o de Petróleos Mexicanos por un plazo de cinco días para que manifieste por escrito lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime convenientes.

Si como resultado de la supervisión y vigilancia que realice la Secretaría o la Comisión, según corresponda, se concluye que el acto reclamado del Permisionario o de Petróleos Mexicanos no se ajusta a las disposiciones de la Ley o de este Reglamento, emitirá resolución, dentro de los quince días siguientes a la integración del expediente respectivo, a efecto de requerir al Permisionario o a Petróleos Mexicanos para que, en el término perentorio que le fije, deje sin efecto parcial o totalmente dicho acto de acuerdo con las consideraciones que la misma resolución establezca;

IX. El Permisionario y Petróleos Mexicanos deberán elaborar y presentar en los meses de febrero y agosto de cada año a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, un informe semestral sobre:

- a) Las reclamaciones recibidas y resueltas;
- b) Los asuntos en que haya intervenido la Secretaría o a la Comisión y, en su caso, las resoluciones definitivas recaídas, y
- c) El seguimiento dado a las reclamaciones dentro del periodo.

-
- X. Para la solución de las controversias que se deriven de las interpretación y el cumplimiento de los contratos celebrados en términos de este Reglamento, el Permisionario podrá proponer a los Adquirentes o Usuarios Finales, un procedimiento arbitral.

Los Adquirentes o Usuarios Finales, podrán optar por el procedimiento arbitral propuesto por el Permisionario o por lo establecido en la legislación aplicable;

Si la controversia de que se trate se resuelve mediante el procedimiento de arbitraje, el laudo que en su caso se dicte, el carácter de definitivo.

- XI. Para la solución de las controversias entre el Permisionario o Petróleos Mexicanos y los Adquirentes o Usuarios Finales que tengan el carácter de consumidor en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor, será resueltas conforme a lo establecido en dicha Ley.

Las controversias que surjan entre el Permisionario o Petróleos Mexicanos y los Adquirentes o Usuarios Finales que tengan el carácter de consumidor en los términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor, serán resueltas conforme a lo establecido en dicha Ley.

2.1.16 SANCIONES

Artículo 99. Sanciones

El incumplimiento a las disposiciones de este Reglamento será sancionado administrativamente de conformidad a lo dispuesto por el primer párrafo del artículo 15 de la Ley, por la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de sus atribuciones, de la manera siguiente:

- I. Tratándose de Ventas de Primera Mano:
- a) Por incumplir con las Directivas que al efecto establezca la Comisión, con multa de 10,000 a 50,000 veces el salario mínimo;
 - b) Por violar los términos y condiciones generales a que se refiere el artículo 13 de este Reglamento, con multa de 10,000 a 100,00 veces el salario mínimo;
 - c) Por violar el precio máximo a que se refiere el artículo 11 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo, y

-
- d) Por incurrir en cualquiera de las prácticas indebidas previstas en el artículo 15 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- II. Por utilizar personal en áreas de atención al público sin identificación que señale el nombre del empleado en cuestión y que identifique al Permisionario respectivo, con multa de 2,000 a 5,000 veces el salario mínimo;
- III. Por iniciar operaciones de Transporte, Almacenamiento o Distribución sin presentar aviso previo a que se refiere el Capítulo XIII de este Reglamento, a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 5,000 a 10,000 veces el salario mínimo;
- IV. Por modificar las condiciones de operación del servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin previo aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 5,000 a 20,000 veces el salario mínimo.
- V. Por modificar las condiciones técnicas en las instalaciones para el Transporte, Almacenamiento o Distribución, con multa de 5,000 a 20,000 veces el salario mínimo;
- VI. Por llevar a cabo las actividades de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin seguro vigente que cubra la responsabilidad por daños a terceros, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo;
- VII. Por no proporcionar información a la Secretaría o a la Comisión, en términos de este Reglamento, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo;
- VIII. Por suspender el servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución, sin previo aviso a la Secretaría o a la Comisión, según corresponda, con multa de 10,000 a 50,000 veces el salario mínimo;
- IX. Por realizar las actividades sujetas a permiso conforme a este Reglamento sin el permiso respectivo de la Secretaría o de la Comisión, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, con multa de 50,000 a 75,000 veces el salario mínimo;
- X. Por no respetar los precios o tarifas máximas que se establezcan en virtud de este Reglamento con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- XI. Tratándose de Transporte:
- a) Por transportar Gas L.P., por medio de Auto-tanques, Semirreolques, Carro-tanques o Buque-tanques, sin presentar el aviso previo a la Secretaría, a que se refiere el Capítulo XIII de

este Reglamento, con multa de 5,000 a 10,000 veces el salario mínimo;

- b) Por transportar Gas L.P., sin identificación de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques, o cuando estén identificados con el logotipo o marca comercial de otro Permisionario que no pertenezca al mismo grupo corporativo con multa de 5,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y
- c) Por realizar actividades de Distribución utilizando Auto-tanques o Semirremolques autorizados para prestar el servicio de Transporte, con multa de 50,000 a 75,000 veces el salario mínimo.

XII. Tratándose del Transporte por medio de Ducto:

- a) Por enajenar los sistemas o gravar el permiso sin la autorización o el aviso correspondiente, aun cuando se trate de Distribución por Ducto, con multa de 10,000 a 80,000 veces el salario mínimo;
- b) Por realizar subsidios cruzados en la prestación de sus servicios, con multa de 10,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- c) Por incumplir las condiciones y obligaciones contenidas en los títulos de permiso, con multa de 10,000 a 100,000 veces el salario mínimo;
- d) Por no permitir el acceso abierto, la interconexión de otros Permisionarios o no extender o ampliar sus instalaciones, con multa de 20,000 a 100,000 veces el salario mínimo, y
- e) Por incurrir las restricciones a que se refiere el artículo 34 de este Reglamento, con multa de 50,000 a 100,000 veces el salario mínimo;

XIII. Tratándose de Distribución:

- a) Por realizar el llenado de Recipientes Portátiles fuera de la Planta de Almacenamiento para Distribución, salvo en el caso que expresamente lo permitan las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con multa de 5,000 a 15,000 veces el salario mínimo;
- b) Por poseer, llenar de Gas L.P., Transportar, remarcar o de cualquier otra forma utilizar en la Distribución Recipientes Portátiles marcados con el nombre, razón social o marca comercial de otro Distribuidor, salvo en los casos expresamente permitidos en este Reglamento, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y

- c) Por vender Gas L.P., en Equipos de Aprovechamiento de Gas L.P., en Motores de Combustión Interna fuera de las Estaciones de Gas L.P., para Carburación, con multa de 10,000 a 30,000 veces el salario mínimo, y
- d) Por incumplir cualquiera de las demás obligaciones a cargo de los Permisionarios, con multa de 1,000 a 20,000 veces el salario mínimo.

En caso de reincidencia, se duplicará el monto de la sanción, la cual no deberá exceder 100,000 veces el salario mínimo.

Para efectos del presente capítulo se entiende por salario mínimo, el salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal al momento de cometerse la infracción.

2.1.17 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

Artículo 100. Notificaciones y Requerimientos

Las resoluciones, requerimientos y solicitudes de informe realizadas por las autoridades a que se refiere este Reglamento, se notificarán al interesado en forma personal en los términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por día, un día hábil conforme a la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 101. Procedimiento para la Expedición de Directivas

Cuando la expedición de Directivas se lleve a cabo mediante el procedimiento de consulta pública, se observará lo siguiente:

- I. La Comisión publicará en el **Diario Oficial de la Federación** la materia que se pretenda regular con la Directiva, los temas que habrá de tratar, la descripción de la información que requiera para su elaboración o, en su caso, el proyecto de directiva que al efecto hubiere formulado. En este último caso no se aplicarán al procedimiento las fracciones II y III de este artículo;
- II. Los interesados podrán presentar a la Comisión sus comentarios, la información que consideren relevante o el contenido del anteproyecto que hubieren formulado, en un plazo de dos meses contados a partir de la publicación a que se refiere la fracción anterior;

-
- III. La Comisión estudiará los comentarios, la información y los anteproyectos recibidos y formulará un proyecto de Directiva que será publicado en el **Diario Oficial de la Federación** en el término de un mes a partir de la expiración del plazo para recibir comentarios;
 - IV. Cualquier interesado podrá presentar a la Comisión los comentarios que tuviere con relación al proyecto de Directiva en el plazo que se señale, que en ningún caso podrá ser inferior a un mes a partir de la publicación del proyecto, y
 - V. Dentro del mes siguiente a la fecha en que termine el plazo a que se refiere la fracción anterior, la Comisión estudiará los comentarios recibidos y, en su caso, expedirá la Directiva, la cual será publicada en el **Diario Oficial de la Federación** por lo menos con un mes de anticipación a su entrada en vigor.

En cualquier etapa del procedimiento la Comisión podrá convocar a audiencias para conocer las necesidades y puntos de vista de los interesados sobre el objeto y contenido de la Directiva.

Artículo 102. Recursos Administrativos

Contra los actos de la Secretaría, en la vía administrativa, se podrá interponer el recurso de revisión a que se refiere la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Contra los actos de la Comisión, en la vía administrativa, se podrá interponer el recurso de reconsideración a que se refiere su propia ley.

TRANSITORIOS

PRIMERO. El presente decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

SEGUNDO. Se abroga el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1993.

TERCERO. Las personas físicas y morales que actualmente cuentan con autorizaciones para prestar el servicio de Distribución expedidas en términos del Reglamento de Distribución de Gas publicado el 29 de marzo de 1960 o del Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1993, continuará realizando los servicios correspondientes y contarán con un plazo de 180 días naturales contados a partir de que entre en vigor este Reglamento para solicitar el canje de sus actuales autorizaciones por permisos expedidos en los términos de este Reglamento. La Secretaría realizará los canjes en forma automática, respetando en todo momento los derechos adquiridos de los titulares de las

autorizaciones actuales, previa solicitud por escrito del titular acompañando únicamente copia de autorización vigente. Los permisos correspondientes ampararán la operación tanto de las Plantas de Almacenamiento para Distribución en cuestión como de las Bodegas de Distribución, Semirremolques, Auto-tanques, Vehículos de Reparto y demás infraestructura que actualmente se encuentre operando en los términos del Reglamento que se abroga. Lo establecido en este artículo también aplicará para las personas que se encuentran prestando servicios de transporte y bodegas de distribución, conforme al ordenamiento que se abroga, previa solicitud por escrito en la que se señale el número de control del transportista respectivo.

CUARTO. Las personas a las que se refiere el artículo tercero transitorio anterior, que continúen prestando los Servicios de Distribución se sujetarán a las disposiciones de este Reglamento a partir de su entrada en vigor, salvo las obligaciones que se describen a continuación para las que tendrán los siguientes plazos:

- I. Hasta el 30 de septiembre de 1999, para marcar sus Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto conforme a lo establecido en la fracción I del artículo 61 de este Reglamento;
- II. Hasta el 30 de septiembre de 1999, para marcar los Recipientes Portátiles en los que se comercializaran Gas L.P., conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 61 de este Reglamento, en el entendido de que en relación con los Recipientes Portátiles que se encuentren en uso a la entrada en vigor de este Reglamento, los Distribuidores no tendrán la obligación de adquirir la propiedad de los mismos sino bastará que se obtenga la posesión. Los Recipientes Portátiles fabricados con posterioridad a la entrada en vigor de este Reglamento deberán ser propiedad de cada Distribuidor. El marcado de los Recipientes Portátiles deberá realizarse en las instalaciones del Distribuidor o en otras instalaciones industriales adecuadas para tales efectos y no en los domicilios, plantas comerciales o plantas industriales de los Usuarios Finales.
- III. Hasta el 31 de diciembre de 1999, para dejar de vender Gas L.P., a Usuarios Finales en Recipientes Portátiles distintos a Minitanques en las Plantas de Almacenamiento para Distribución;
- IV. Hasta el 30 de septiembre del año 2000, para que los Distribuidores hayan sustituido el 17% de su parque de Recipientes Portátiles;
- V. Hasta el 30 de marzo del año 2001, con el objeto de que los Distribuidores hasta esta fecha hayan sustituido el 23% del parque de Recipientes Portátiles, y
- VI. Hasta el 30 de marzo del año 2005, fecha en la que el 100% de los Recipientes Portátiles serán sustituidos, y serán propiedad del

Distribuidor debiendo cumplir con la normatividad aplicable a los Recipientes Portátiles.

QUINTO. Las solicitudes pendientes de resolución promovidas conforme al Reglamento que se abroga serán substanciadas en términos de este Reglamento. Los demás procedimientos administrativos que se encuentren en trámite a la entrada en vigor de este Reglamento, continuarán substanciándose y se resolverán de acuerdo con las disposiciones contenidas en el abrogado ordenamiento.

Los titulares de autorizaciones expedidas con base en el Reglamento publicado el 29 de marzo de 1960, cuyo término haya fenecido y tengan solicitado el canje, con base en el artículo tercero transitorio de este Reglamento.

Las personas que actualmente realizan actividades de conducción de Gas L.P., por medio de Ductos podrán continuar realizando dichas actividades pero, en todo caso, deberán solicitar a la Comisión, dentro de los 180 días siguientes a la entrada en vigor de este Reglamento, el permiso correspondiente.

SEXTO. Petróleos Mexicanos contará con un plazo de seis meses a partir de la entrada en vigor de este Reglamento para presentar ante la Comisión para su aprobación los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano de Gas L.P.

A partir de la entrada en vigor de este Reglamento y hasta la aprobación de los términos y condiciones generales que regirán las ventas de primera mano de Gas L.P., Petróleos Mexicanos seguirá suministrando Gas L.P., conforme a los contratos que tiene actualmente celebrados con sus clientes.

El Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Energía determinará en el año 2002, de acuerdo a los estudios técnicos realizados, si el lugar de ventas de primera mano de Gas L.P., de Petróleos Mexicanos, se seguirá llevando a cabo en términos del artículo 10 de este Reglamento, o únicamente en sus Centros Procesadores.

SEPTIMO. Petróleos Mexicanos deberá prestar, en la medida de sus posibilidades técnicas, el servicio de Transporte por medio de Ductos conforme a las disposiciones de este Reglamento. Los interesados en obtener dicho servicio deberán solicitarlo por escrito a Petróleos Mexicanos y remitir copia de la solicitud a la Comisión Reguladora de Energía. Petróleos Mexicanos deberá dar respuesta a dicha solicitud en el término de un mes.

Petróleos Mexicanos podrá negar el servicio de Transporte por Ductos sólo cuando no cuenten con capacidad disponible o existan impedimentos técnicos, en cuyo caso deberá manifestar por escrito las razones que justifiquen la negativa y enviará copia de la misma a la Comisión Reguladora de

Energía, que podrá intervenir en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

Petróleos Mexicanos contará con un plazo de veinticuatro meses a partir de la entrada en vigor de este Reglamento, para establecer y poner en operación los sistemas de información y los mecanismos y equipos necesarios para el acceso a sus Sistemas de Ductos. Para tal efecto, Petróleos Mexicanos deberá someter a la aprobación de la Comisión, dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigor de este Reglamento, un programa detallado sobre la forma en que otorgará el acceso a dichos Sistemas de Ductos. El programa deberá dar prioridad a aquellos mercados con mayor potencial competitivo.

OCTAVO. Petróleos Mexicanos continuará realizando sus actividades de Transporte por medio de Ductos, en los términos de la Ley y este Reglamento, para lo cual se le considerará otorgado un permiso provisional, Salvo lo dispuesto en el segundo párrafo de la fracción III del artículo 51 de este Reglamento, le serán aplicables a Petróleos Mexicanos, en lo conducente, las disposiciones relativas al Transporte por medio de Ductos.

Petróleos Mexicanos contará con un plazo de un mes contado a partir de la entrada en vigor de este Reglamento para presentar ante la Comisión, para su aprobación, las tarifas provisionales aplicables al servicio de Transporte, que estarán en vigor hasta que Petróleos Mexicanos obtenga un permiso definitivo.

Petróleos Mexicanos deberá solicitar a la Comisión los permisos que correspondan en los términos, del Capítulo III de este Reglamento, dentro de los ocho meses siguientes a la entrada en vigor del mismo. Una vez presentada la solicitud debidamente requisitada, la Comisión expedirá los permisos de Transporte por medio de Ductos respectivos en un plazo no mayor a cuatro meses.

2.2 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDG-1996, PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION.

La Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26 y 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracción XIII, 47 FRACCIÓN IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 del Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, y 12 bis fracción I del Decreto por el que se adiciona el Reglamento Interior de la Dependencia, y

CONSIDERANDO

Que el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1993, establece que el diseño y construcción de plantas de almacenamiento para Gas L.P., se llevarán a cabo con apego a las normas y demás disposiciones aplicables en la materia.

Que en vista del riesgo que representan las plantas de almacenamiento de Gas L.P., es preciso establecer y observar las medidas necesarias, considerando los daños que pueden significar para la población.

Que es necesario regular las medidas de seguridad y los aspectos técnicos relacionados con las plantas de Gas L.P., en beneficio de la población, situación que se encuentra comprendida dentro de los preceptos señalados en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2.2.1 Objetivo y campo de aplicación.

Establecer los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño y construcción de plantas de almacenamiento para Gas L.P.

En las plantas en que se recibe Gas L.P., por ducto, esta Norma aplica a partir de la última válvula del patín de medición. En estos casos, las plantas debe cumplir adicionalmente con las especificaciones particulares a que se refiere el punto 2.2.6

2.2.2 Referencias

Esta Norma se complementa con las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NMX-B-10-1990 Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente.

NMX-CH-26-1967	Calidad y funcionamiento de manómetros para Gas L.P. y Natural.
NMX-CH-36-1994-SCFI	Instrumentos de medición- Aparatos para pesar- Características y cualidades metrologías.
NMX-L-1-1970	Gas Licuado de petróleo
NOM-021/2-SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil destinados a plantas de almacenamiento para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos.
NOM-021/3-SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil para instalaciones de aprovechamiento final de Gas L.P., como combustibles.
NOM-005-STPS-1993	Almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.
NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida.
NOM-027-STPS-1993	Señales y avisos de seguridad e higiene.
NMX-X-13-1965	Válvula de retención para uso en recipientes no portátiles para Gas L.P.

NMX-X-29-1985	Mangueras con refuerzos de alambre o fibras textiles para Gas L.P.
NMX-X-31-1983	Instalación de Gas Natural o L.P; vapor y aire válvulas de paso.
NMX-X-4-1967	Calidad y funcionamiento para conexiones utilizadas en mangueras para la conducción de Gas Natural y L.P.
NOM-018/1-SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P.- Recipientes portátiles y sus accesorios para contener Gas L.P. parte 1, Recipientes.
NOM-025-SCFI-1993	Estaciones de Gas L.P., con almacenamiento fijo.- Diseño y construcción.
NOM-001-SEMP-1994	Relativa a las Instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica.

2.2.3 Definiciones

Para efecto de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

2.2.3.1 Accesorios

Elementos necesarios para el manejo, control, medición y seguridad en un planta

2.2.3.2 Area de trasiego

Lugares de un planta donde se realizan operaciones de:

- Suministro de Gas L.P., a vehículos propiedad de la empresa . Area de carburación
- Llenado de recipientes portátiles. Area de llenado
- Descarga de semirremolques, carrotanques. Area de recepción

d) Carga de autotanques. Area de suministro

2.2.3.3 Area de venta al público

Area exclusiva para la venta de Gas L.P., en recipientes portátiles al público.

2.2.3.4 Boca de trasiego

Punto en que se conecta al sistema de trasiego una manguera, adaptador y acoplador.

2.2.3.5 Capacidad de agua

Volumen en litros de los recipientes llenados al 100%.

2.2.3.6 Equipo

Instrumentos, aparatos y herramientas que se utilicen en la operación.

2.2.3.7 Gas L.P., o gas licuado de petróleo

El combustible en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas y que contiene propileno o butileno o mezclas de estos como impurezas principales.

2.2.3.8 Límites de inflamabilidad

Son los valores mínimos y máximo de concentración de Gas L.P., en una mezcla de gas-aire capaz de encenderse.

2.2.3.9 Planta de almacenamiento para Gas L.P.

Sistema fijo y permanentemente para almacenar Gas L.P., y que mediante instalaciones apropiadas haga el trasiego de éste. Puede ser exclusiva para llenado de recipientes, o para carga y descarga de transportes y autotanques, o mixta. En lo sucesivo se le cita como planta para efectos de esta Norma.

2.2.3.10 Presión de diseño

Presión para la que se proyecta el sistema de tuberías de una planta, debiendo ser como mínimo de 2.40 Mpa (24.61 kgf/cm²). Con ella se definen las especificaciones para tuberías, bombas y compresores y accesorios que están en contacto con el Gas L.P., excepto tanques de almacenamiento.

2.2.3.11 Presión de trabajo

Presión máxima a la que opera el sistema en condiciones normales.

2.2.3.12 Punto de fractura en una tubería

Es el punto en el que al aplicarse una fuerza imprevista obliga a la separación del elemento en que se encuentra.

2.2.3.13 Recipientes portátiles

Recipientes diseñados y contruidos para contener Gas L.P., con una capacidad de almacenamiento máxima de 45 kg, que han sido fabricados bajo la NOM-018/1-SCFI-1993, o la vigente a la fecha de su fabricación.

2.2.3.14 Reglamento

El Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo vigente.

2.2.3.15 Sello.

Protector de la válvula de recipientes portátiles, que tienen por objeto evitar que se altere el contenido del Gas L.P., y el trasiego fuera de la planta.

2.2.3.16 Siglas

Cuando en esta Norma aparezcan las abreviaturas siguientes se debe entender:

NMX	Norma Mexicana.
NOM	Norma Oficial Mexicana.
NPT	Nivel de Piso Terminado
STPS	Secretaría de Trabajo y Previsión Social

2.2.3.17 Sistema común contra incendio

Aquel que parte de un solo cuarto de máquinas para interconectar las redes contra incendio de plantas colindantes, para proporcionar indistintamente la protección a cualquiera de ella.

2.2.3.18 Sistema de trasiego

Conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta.

2.2.3.19 Tanque de almacenamiento

Recipiente no portátil sujeto a presión para contener Gas L.P., instalado permanentemente en una planta.

2.2.3.20 Toma de trasiego

Acoplamiento que permite la conexión del sistema de trasiego de la planta a un recipiente.

2.2.3.21 Trasiego

Operación de transferir Gas L.P., de un recipiente a otro.

2.2.3.22 Unidad de verificación en plantas

Persona física o moral acreditada conforme se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar y dictaminar el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

2.2.3.23 Unidad de verificación en instalaciones eléctricas

Persona física o moral acreditada en la especialidad de instalaciones eléctricas, conforme se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar y dictaminar el cumplimiento de la Normatividad Oficial Mexicana aplicable.

2.2.4 Requisitos del proyecto

Debe estar integrado por memoria técnico descriptiva y planos de cada uno de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio. Debe contar con dictámenes de Unidades de Verificación en Plantas y en Instalaciones Eléctricas.

La memoria y los planos deben llevar el número de cédula profesional correspondiente a la licenciatura relacionada en la materia de los proyectos mencionados en el párrafo anterior, nombre completo y firma autógrafa del proyectista; nombre completo y firma autógrafa del propietario o su representante legal; nombre completo, firma autógrafa y datos del registro de las Unidades de Verificación. La memoria debe contar con la antefirma del propietario o su representante legal y de la Unidad de Verificación en Plantas, en cada una de sus páginas.

Dentro de los límites urbanos, especificar el domicilio en forma precisa. Si está sobre carretera indicar el número de ésta, señalando las poblaciones inmediatas y el kilómetro que corresponda al predio. Si no está sobre carretera se deben dar los datos exactos para su localización. En todos los casos indicar la jurisdicción municipal y entidad federativa correspondiente.

2.2.4.1 Planos

Presentar planos con dimensión máxima de 0,90 x 1,20 m a escala, excepto en los casos en que se indique lo contrario, indicándola en forma gráfica o numérica y con acotaciones.

Cada uno de los planos debe contener la fecha de elaboración, nombre o razón social de la planta y su ubicación.

Los símbolos a utilizarse en los planos deben ser los que se indican en los anexos de esta Norma, sin menoscabo del uso de otros que no estén previstos.

Los planos deben indicar como mínimo:

2.2.4.1.1 Civil

- a) Nombre del propietario y actividades en los predios colindantes.
- b) Las construcciones, materiales y elementos utilizados en el proyecto.
- c) La ubicación de áreas de circulación y espuela de ferrocarril, en su caso.
- d) Las distancias entre los diferentes elementos de la planta
- e) Las características del armado de la estructura y cimentaciones, de las bases de sustentación de los tanques.
- f) Trazo de las redes hidráulica, sanitaria y drenaje a línea sencilla.
- g) Localización general, sin escala, de los elementos de la planta, señalando el norte geográfico y marcando la dirección de los vientos dominantes.
- h) Planta, elevación y corte longitudinal y transversal de la zona de almacenamiento.
- i) Planta, elevación y corte longitudinal y transversal del área de venta de Gas L.P. en recipientes portátiles, al público.
- j) Plano de conjunto indicando distancias en un radio de 100 m a partir de las tangentes de los tanques de almacenamiento.

2.2.4.1.2 Mecánico

- a) Corte o vista longitudinal y transversal de tanques de almacenamiento en el que se precise tipo y ubicación de válvulas y accesorios.
- b) Diseño con dimensiones, anclado y características de tomas de recepción, suministro y carburación.
- c) Diagrama isométrico a línea sencilla de la instalación de gas, sin escala, con acotaciones de las tuberías que se calculan, detallando todos sus componentes.
- d) Vista en planta de la tubería de gas a línea sencilla con ubicación de equipo.

2.2.4.1.3 Eléctrico

- a) Planta y elevación incluyendo localización de la acometida al interruptor general, así como de la subestación eléctrica, en su caso.
- b) Diagrama unifilar general.
- c) Cuadro de carga fuerza y alumbrado.
- d) Cuadro de materiales y descripción de equipos.
- e) Distribución de ductos y alimentadores.

2.2.4.1.4 Contra incendio

- a) Planta de la red contra incendio, indicando la localización de todos sus componentes.
- b) Diagrama isométrico a línea sencilla de la instalación contra incendio, sin escala, con acotaciones de las tuberías que se calculan, detallando todos sus componentes.
- c) Planta e isométrico a detalle del sistema de aspersion.
- d) Ubicación aproximada de extintores y áreas de cobertura en planta.
- e) Radios de cobertura de áreas que se proyecta cubrir con hidrantes y/o monitores en planta.
- f) Localización de alarma e interruptores de activación.

2.2.4.2 Memorias técnico-descriptivas.

Deben contener nombre o razón social del propietario, número de autorización cuando ya se cuente con él, ubicación de la planta, y fecha de elaboración.

Deben presentarse memorias de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio. Cada memoria debe contener una descripción general y los datos usados como base para cada especialidad, los cálculos y hacer mención de las normas, reglamentos y/o referencias empleados.

2.2.4.2.1 Civil

- a) Dimensiones y orientación del predio de la planta y principales actividades que se desarrollen en los predios colindantes.
- b) Características de todas las construcciones indicando materiales empleados.
- c) Estudio de mecánica de suelos.
- d) Descripción y cálculo estructural de las bases de sustentación de tanques de almacenamiento.
- e) Descripción constructiva del muelle de llenado.
- f) Descripción del área de venta de Gas L.P. en recipientes portátiles, al público.
- g) Descripción de la circulación interior.
- h) Distancias entre las diferentes instalaciones, equipos, edificios y colindancias, conforme a esta Norma.
- i) Cuando sea aplicable, la descripción de las medidas de seguridad proyectadas para evitar los efectos de inundaciones y/o deslaves.

2.2.4.2.2 Mecánico

- a) Tanques de almacenamiento, sus características, instrumentos de medición, control y seguridad. Debe incluirse copia del certificado oficial del cumplimiento de la norma de fabricación. En el caso de no contar con el certificado, éste se debe integrar a la solicitud de inicio de actividades. En caso de utilizarse tanques no nuevos se debe presentar,

certificado de fabricación o autorización de uso y funcionamiento expedida por la autoridad, o acta de inspección, donde se consignen las características constructivas del recipiente.

- b) Especificar tipos de tuberías, válvulas, instrumentos, mangueras, conexiones y accesorios.
- c) Especificar las características de las básculas.
- d) Especificar el sistema de vaciado de recipientes portátiles.
- e) Descripción, características y capacidad de bombas y compresores.
- f) Descripción de tomas de recepción, suministro y carburación.
- g) Descripción del múltiple de llenado de recipientes portátiles, en su caso.
- h) Indicar la presión para la que se diseña el sistema de tubería.

2.2.4.2.3 Eléctrico

Memoria de cálculo de la instalación eléctrica, con base a la NOM-001-SEMP-1994, o la vigente a la fecha del proyecto.

2.2.4.2.4 Contraincendio

- a) Cálculo hidráulico del sistema contra incendio.
- b) Descripción detallada del sistema contra incendio, indicando las características de los equipos y materiales empleados.
- c) Indicar la capacidad de la cistema o tanque de agua.

2.2.5 Especificaciones

2.2.5.1 Especificaciones del proyecto civil

2.2.5.1.1 Requisitos del predio

El predio donde se pretenda construir una planta, debe contar como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos. No debe haber líneas de alta tensión que crucen el predio ya sean aéreas y por ducto bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la planta. Los predios colindantes y sus construcciones deben estar libres de riesgos probables para la seguridad de la planta.

Si el predio se encuentra en zonas superficiales de deslaves, partes bajas de lomeríos, terrenos con desniveles o terrenos bajos, se deben tomar las medidas necesarias para proteger las instalaciones de la planta.

Los predios ubicados al margen de carretera deben contar con carriles de aceleración y desaceleración, autorizados por las autoridades componentes o reglamentos aplicables.

2.2.5.1.2 Distancias mínimas de las tangentes de los tanques de almacenamiento a:

Almacén de combustibles excepto otra planta de almacenamiento de Gas L.P.	100,00 m
Almacén de explosivos	100,00 m
Casa habitación	100,00 m
Escuela	100,00 m
Hospital	100,00 m
Iglesia	100,00 m
Sala de espectáculos	100,00 m

2.2.5.1.3 Urbanización.

El terreno de la planta debe tener las pendientes y los sistemas adecuados para desalojo de aguas pluviales.

Las zonas de circulación y estacionamiento deben tener como mínimo una terminación superficial consolidada y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas.

2.2.5.1.3.1 Delimitación del predio

El perímetro de la planta debe estar delimitado en su totalidad por bardas ciegas de mampostería con altura mínima de 3,0 m sobre el NPT.

En zonas no urbanas, si la planta se encuentra cerca de carretera federal o estatal a distancia menor de 100 m, contados a partir de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano al centro de carretera, el costado que ve a ésta debe ser delimitado por barda de mampostería, con una altura mínima de 3 m, los demás costados pueden ser delimitados con malla ciclónica con una altura mínima de 2 m.

En plantas con distancia mayor de 100 m de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano al centro de carretera, el lindero que ve a ésta puede ser delimitado por malla ciclónica con una altura mínima de 2 m.

2.2.5.1.3.2 Accesos

La planta debe contar con puertas metálicas, con un claro mínimo de 6 m para permitir la fácil entrada y salida de vehículos. Las puertas para personas pueden ser parte integral de la puerta para vehículos o independientes.

Las puertas de las plantas con distancia mayor de 100 m de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano al centro de carretera, puede ser de malla ciclónica.

La planta debe contar por lo menos con una salida de emergencia, con claro mínimo de 6 m para vehículos y personas.

2.2.5.1.4 Edificaciones

Deben ser de material incombustible, en su exterior.

2.2.5.1.5 Bases de sustentación de tanques de almacenamiento.

Deben diseñarse en base al estudio de mecánica de suelos y soportar los recipientes llenos con agua.

2.2.5.1.6 Zonas de protección.

Los tanques de almacenamiento, bombas, compresores y las tomas de recepción, suministro y carburación deben quedar protegidas por medios adecuados como postes de concreto armado con altura mínima de 0,60 m y sección transversal de 0,20 m por 0,20 m, con un claro máximo entre elementos de 1,00 m; o muretes de concreto armado de 0,20 m de espesor y altura mínima de 0,60 m que permitan el desalojo de agua.

Cuando los tanques de almacenamiento, bombas, compresores o tomas se localicen sobre plataforma de concreto con altura no menor de 0,60 m sobre NPT, no requieren la protección indicada en el párrafo anterior.

La protección debe permitir amplia ventilación natural y fácil acceso a los elementos y controles.

El piso debe tener terminación de concreto y contar con desnivel que permita el desalojo de aguas pluviales.

2.2.5.1.7 Trincheras para tuberías.

En caso de contar con trincheras, éstas y su cubierta deben ser capaces de resistir el tránsito sobre ellas, ya sea vehicular o peatonal. Las cubiertas deben ser enrejadas y contar con medios para el desalojo de aguas pluviales, los cuales, si tienen como destino final el drenaje público, deben descargar a un cárcamo como paso intermedio.

2.2.5.1.8 Muelle de llenado para recipientes portátiles

Debe contar con amplia ventilación.

El techo debe tener una altura mínima de 2,70 m sobre NPT de la plataforma, en los lados donde se lleve a cabo carga o descarga de recipientes portátiles.

2.2.5.1.8.1 Sello

La colocación del sello en las válvulas de los recipientes portátiles es obligatoria. Debe contener la razón social y/o logotipo de la empresa. Se debe asegurar la inviolabilidad de los sellos hasta la conexión de los recipientes portátiles en las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P.

2.2.5.1.8.2 Plataforma

Debe ser una plataforma rellena, con piso revestido de concreto para permitir un manejo seguro de recipientes portátiles. Sus bordes por donde se carguen y descarguen recipientes deben estar protegidos contra chispas por impacto, ocasionados por los vehículos repartidores. Se aceptan protectores de materiales como: productos sintéticos ahulados y/o madera.

2.2.5.1.8.3 Muros y mamparas

En lugares donde predominen vientos en dirección a las áreas de operación que provoquen riesgos de trabajo, se pueden construir muros, bardas, cubiertas o mamparas que los eviten, sin detrimento de una ventilación adecuada.

2.2.5.1.8.4 Muelles cerrados

Cuando se considere conveniente, por condiciones climatológicas son aceptables muelles cerrados.

Estos deben contar cuando menos con dos accesos que permitan el paso de personal, así como con ventilación forzada que obligue a dos cambios del volumen de aire por hora y detector fijo de gases combustibles por lo menos en dos niveles, con actuación automática de alarma y suspensión de operaciones si la mezcla detectada es superior al 60% del límite inferior de inflamabilidad del gas.

Uno de los detectores debe estar a 1,00 m dentro del punto de entrada al ducto extractor del aire.

2.2.5.1.9 Servicios

Es opcional la construcción de un cuarto de servicio en el interior de la planta para el personal de vigilancia.

Si se instalan estufas, calentadores de agua o parrillas para uso del personal, la localización de éstas debe ser invariablemente dentro de las construcciones, a una distancia de 25,00 m o más de las zonas de almacenamiento o trasiego.

2.2.5.1.10 Area de venta al público

Si se contempla venta directa al público, debe diseñarse en forma tal que evite el paso de éste a las zonas de almacenamiento y trasiego. Debe contar con suficiente amplitud y ventilación natural y ser independiente del muelle de llenado.

Si se tienen recipientes portátiles llenos para su intercambio, éstos deben estar colocados en una zona delimitada con superficie máxima de 10,00 m². No se permite efectuar trasiego en esta área.

2.2.5.1.11 Estacionamientos

El estacionamiento de vehículos dentro de la planta debe ser tal que se permita la salida de cualquiera de ellos sin necesidad de mover otros contándose con áreas libres de fácil circulación. No deben obstruir los accesos a las zonas de almacenamiento, trasiego, equipo contra incendio, interruptor general eléctrico, entrada o salida de la planta y salida de emergencia.

Es opcional cubrir los lugares destinados a estacionamiento con techos protectores; de existir éstos no deben obstruir el funcionamiento de hidrantes y/o monitores.

En caso de existir estacionamiento para el público, éste debe ubicarse en el exterior de la planta.

2.2.5.1.12 Talleres

Es optativo contar con talleres para necesidades propias de la planta.

En caso de contar con taller para reparación de vehículos, debe ser para uso exclusivo de vehículos bajo la responsabilidad de la empresa. Se prohíbe construir fosas y, de ser necesario, se deben emplear rampas.

2.2.5.1.13 Espuelas de ferrocarril y torres de descarga

Las espuelas deben cubrir con las especificaciones de Ferrocarriles Nacionales de México. Las torres de descarga y los carrotanques que se descarguen se deben localizar dentro del lindero de la planta.

2.2.5.1.14 Distancias mínimas entre elementos:

2.2.5.1.14.1 De las tangentes de tanques de almacenamiento a:

Bardas límite del predio de la planta	15,00 m
Espuela de ferrocarril, riel más próximo.	15,00 m
Llenaderas de recipientes portátiles.	6,50 m
Muelle de llenado.	6,00 m
Area de venta al público.	15,00 m
Oficinas o bodegas.	15,00 m
Otro tanque de almacenamiento en el interior de la planta	1,50 m o $\frac{1}{4}$ de la suma de los diámetros de ambos tanques, lo que resulte mayor.

Piso terminado	1,50 m
Planta generadora de energía eléctrica	Debe cumplir con lo señalado en la NOM-001-SEMP-1994, o la vigente a la fecha del proyecto.
Talleres	25,00 m

Tomas de carburación de autoabasto	5,00 m
Tomas de recepción de carrotanques de ferrocarril	12,00 m
Tomas de recepción y suministro	5,00 m
Vegetación de ornato	15,00 m
Zona de protección a tanques de almacenamiento	2,00 m

2.2.5.1.14.2 De llenaderas de recipientes a:

Area de venta al público	10,00 m
Lindero propio de la planta	15,00 m
Oficinas o bodegas propias de la planta	15,00 m
Tomas de recepción, suministro y carburación.	6,00 m

2.2.5.1.14.3 De tomas de recepción, suministro y carburación a:

Lindero de la planta	8,00 m
Area de venta al público	15,00 m
Oficinas, cuarto de servicio para vigilancia y bodegas.	15,00 m
Talleres	25,00 m

2.2.5.1.14.4 De bombas y compresores a:

Límite de sus zonas de protección.	2,00 m
------------------------------------	--------

2.2.5.1.15 Pintura en topes, postes y protecciones

Los topes, postes y protecciones se deben pintar con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro,

2.2.5.2 Especificaciones de proyecto mecánico.

2.2.5.2.1 Accesorios y equipo

El equipo y accesorios que se utilicen para el almacenamiento y el manejo de Gas L.P., deben ser para su presión de diseño y cumplir con las normas oficiales mexicanas correspondientes. De no existir norma se estará a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los tanques, tuberías y todas las estructuras metálicas superficiales, deben protegerse contra la corrosión, de acuerdo al medio ambiente donde se ubique la planta.

2.2.5.2.2 Tanques de almacenamiento

2.2.5.2.2.1 Colocación

Los tanques de almacenamiento deben ser colocados sobre bases de sustentación en la parte de la placa de refuerzo o soporte. La colocación del tanque sobre las bases debe permitir sus movimientos de expansión y contracción.

Entra la placa de refuerzo y la base debe colocarse material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

Los que no cuenten con dichos refuerzos se les debe adaptar una silleta o placa de apoyo.

2.2.5.2.2.2 Escaleras y pasarelas

Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local, en los tanques de almacenamiento debe existir escalerilla fija.

Se debe contar con escalera terminada en pasarela metálica, individual o colectiva, instalada permanentemente, para el acceso a la parte superior de los tanques y permitir el mantenimiento de las válvulas de seguridad.

2.2.5.2.2.3 Nivel de domos

Cuando los tanques se encuentren interconectados en su fase líquida deben quedar nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado, con una tolerancia del 2% del diámetro exterior del recipiente menor.

2.2.5.2.2.4 Salidas de líquido

Las salidas de líquido de los tanques de almacenamiento a la intemperie deben ser en su parte inferior.

2.2.5.2.2.5 Accesorios

El tanque de almacenamiento debe contar con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permitan:

- a) Conocer que la fase líquida del gas ha alcanzado el máximo nivel permisible.
- b) Limitar la presión interna del tanque a las condiciones de seguridad.
- c) Medir el nivel de la fase líquida del gas contenido.
- d) Medir la presión interior en el espacio de vapor.
- e) Medir la temperatura de la fase líquida.

2.2.5.2.2.5.1 Manómetros

Deben ser de un intervalo mínimo de lectura de 0 a 2,048 Mpa (0 a 21 kgf/cm²).

2.2.5.2.2.5.2 Termómetros

Deben tener un intervalo mínimo de lectura de 253 K a 323 K (-20°C a 50°C).

2.2.5.2.2.5.3 Válvulas

Las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y máximo llenado, deben cumplir lo establecido en la NOM-021/2-SCFI-1993, o la que corresponda a su fecha de fabricación.

2.2.5.2.2.5.3.1 Válvulas de relevo de presión.

Las válvulas instaladas en cada tanque de almacenamiento deben tener su punto de apertura calibrado a 1,72 Mpa (17,56 kgf/cm²) y proveer como mínimo, la capacidad de desfogue requerida por la NOM-021/1-SCFI-1993 o la que la sustituya.

Para recipientes cuya superficie exceda la máxima mostrada en la Norma citada en el párrafo anterior, se aplicará lo siguiente:

La capacidad de relevo requerida debe ser la que resulte de aplicar la fórmula:

$$Q = 10,6582 \times S \times 0,82$$

En donde:

Q = Capacidad de desfogue requerida por minuto en m³ estándar de aire.

S = Superficie total del recipiente m²

a) Superficie de recipientes

a1) Recipientes con cabezas semiesféricas:

$$S = L \times D \times 3,1416$$

A2) Recipientes con otro tipo de cabezas:

$$S = (L + 0,3D) \times D \times 3,1416$$

En donde:

L = Longitud total del recipiente, incluyendo cabezas, en metros.

D= Diámetro exterior, en metros.

S = Superficie total del recipiente en m²

Las válvulas deben tener tubos metálicos de desfogue con una longitud mínima de 2,0 m con diámetro interior igual o mayor al diámetro interior de la descarga de la válvula, contar con capuchón protector en el extremo superior y puntos de fractura si la válvula o el cople no lo tiene. Si la válvula lo permite, el tubo se debe colocar roscado directamente a ella o al acoplador adecuado.

2.2.5.2.2.6 Otras salidas de los tanques.

Las entradas y salidas para líquido y vapores de los tanques, con un diámetro mayor a 0,0064 m, excepto las de relevo de presión, máximo llenado, indicador de nivel, deben protegerse con válvulas de exceso de flujo o válvulas de no retroceso, dependiendo de la función a desempeñar. Se aceptan válvulas automáticas que cumplan con una o ambas funciones.

Las válvulas de exceso de flujo o de no retroceso de los tanques, deben instalarse seguidas por una válvula de cierre.

Los medios coples para el drenaje del tanque, si se utilizan, deben estar provistos de válvulas de exceso de flujo, válvula de cierre y tapón.

2.2.5.2.2.7 Pintura de tanques de almacenamiento

Deben ser de color aluminio o blanco. Se debe pintar en cada uno de los casquetes un círculo rojo de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente. Se debe marcar en caracteres de colores distintivos no menores de 0,15 m el contenido, capacidad de agua y número económico. Es opcional el marcar los tanques con la razón social.

2.2.5.2.3 Bombas y compresores

Deben ser para uso de Gas L.P., e instalarse sobre bases fijas.

La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor debe estar a una altura mínima de 2,50 m sobre NPT, de manera que no afecte al operador. De contarse con cobertizo, la descarga debe ser al exterior.

2.2.5.2.3.1 Medidores de líquido

El uso de medidores es optativo, de existir, se deben proteger contra deterioros mecánicos y cuando estén en contacto con el Gas L.P. deben ser para la presión de diseño del sistema de tuberías.

2.2.5.2.4 Sistema de tuberías

Debe ser proyectado para que permita su mantenimiento.

2.2.5.2.4.1 Tuberías

Las tuberías utilizadas deben cumplir con la NMX-B10-1990, a la que en su caso la sustituya.

Las roscadas deben ser de acero al carbono cédula 40 sin costura con bridas clase 150 como mínimo. Los empaques utilizados en uniones bridadas deben ser de materiales resistentes al Gas L.P., contruidos de metal o de cualquier material con temperatura de fusión mínima de 1088 K (815°C).

Las tuberías pueden instalarse aéreas, en trinchera y subterráneas. Deben ser protegidas contra daños mecánicos.

2.2.5.2.4.1.1 Tubería roscada

La profundidad, longitud y demás características de las roscas deben ser las adecuadas (ver apéndice a). El sello de las uniones roscadas debe ser con materiales resistentes al Gas L.P.

2.2.5.2.4.1.2 Tubería en trinchera

La tubería debe instalarse en soportes que permita un claro mínimo de 0,10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería.

2.2.5.2.4.1.3 Tubería subterránea

Debe instalarse a un nivel mínimo de 0,60 m bajo NPT. Para tal efecto, se deben seguir las prácticas usuales de ingeniería, contar con un recubrimiento adherido al tubo y un sistema de protección catódica. El sistema de protección catódica debe contar con un punto de medición.

2.2.5.2.4.1.4 Tubería aérea

Debe instalarse sobre soportes que eviten su flexión por peso propio. Debe existir un claro mínimo de 0,10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería.

2.2.5.2.4.2 Prueba e inspección de soldaduras

Cuando las tuberías con diámetro nominal mayor de 0,076 m sean soldadas, sus soldaduras deben ser inspeccionadas antes de la prueba de hermeticidad, rindiendo iforme escrito de los resultados de acuerdo a los siguientes criterios:

Se inspeccionará e interpretará el 5% de las soldaduras efectuadas por cada soldador (ver apéndice b y c)

2.2.5.2.4.3 Prueba de hemeticidad

Antes del inicio de operación de la planta, se debe efectuar en presencia de la Unidad de Verificación la prueba de hermeticidad por un periodo de 60 min, a una y media veces su presión de diseño.

2.2.5.2.4.4 Colores distintivos

Las tuberías se deben pintar:

Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas en fase vapor	Amarillo
Gas en fase líquida	Blanco
Gas en fase líquida de retorno	Blanco con banda de color verde.

2.2.5.2.4.4.1 Localización de las bandas

Las bandas deben ser pintadas conforme lo establezca la Normatividad Oficial Mexicana de la STPS.

2.2.5.2.4.5 Accesorios del sistema de tubería

2.2.5.2.4.5.1 Indicadores de flujo

Se debe contar con indicador de flujo cuando menos en la toma de recepción. Pueden ser indicadores simples de dirección de flujo o del tipo de cristal que permita la observación del gas a su paso, o combinados con no retroceso.

2.2.5.2.4.5.2 Retorno automático

Debe instalarse válvula automática de retorno en la tubería de descarga de la bomba.

2.2.5.2.4.5.3 Conectores flexibles

Los conectores flexibles no deben ser mayores de 1,00 m. Pueden ser construidos de elastómeros, textiles, materiales metálicos o combinaciones de ellos, resistentes al uso del Gas L.P., y para las presiones de trabajo requeridas.

2.2.5.2.4.5.4 Manómetros

Los utilizados en el sistema de tuberías deben ser con un intervalo mínimo de lectura de 0 a 2,048 Mpa (0 a 21 kgf/cm²).

2.2.5.2.4.5.5 Filtros

Deben seleccionarse para evitar que partículas sólidas lleguen a obstruir las líneas o dañar bombas.

El elemento filtrante debe ser accesible para su mantenimiento y limpieza.

2.2.5.2.4.5.6 Válvulas

Puede utilizarse cualquier tipo de válvula para cierre. Deben ser para agua, aceite o gas para una presión de trabajo de 2,73 Mpa (28 kgf/cm²) como mínimo.

2.2.5.2.4.5.6.1 Válvulas de relevo hidrostático

En los tramos de tubería y manguera en que pueda quedar atrapado gas líquido entre dos válvulas de cierre, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes portátiles, se deb instalar entre ellas una válvula de relevo hidrostático. La descarga de estas válvulas debe dirigirse hacia un lugar seguro.

Deben abrir como mínimo a 110% y como máximo a 125% de la presión de trabajo del sistema.

En plantas diseñadas para una presión 2,40 Mpa (24,61 kgf/cm²) deben ser para una presión mínima de apertura de 2,61 Mpa (26,75 kgf/cm²) y no mayor de 3,50 Mpa (35,92 kgf/cm²).

2.2.5.2.4.5.6.2 Válvulas de exceso de flujo y válvulas de no retroceso

Deben cumplir lo establecido en la NMX-X-13-1996 o aquella que la sustituya y ser las indicadas para su uso en tubería.

2.2.5.2.5 Mangueras y sus conexiones

Deben cumplir con lo establecido en las NMX-X-29-1985 y NMX-X-4-1967 o aquellas que las sustituyan.

2.2.5.2.6 Múltiple de llenado

El múltiple debe estar soportado y permitir su reparación. Debe contar con un manómetro y la tubería de suministro al múltiple debe tener válvula de cierre.

2.2.5.2.6.1 Llenaderas

Cada llenadera debe contar con una válvula que permita efectuar el cambio de manguera y estar provista con una válvula de cierre rápido. La punta de llenado no debe llegar al piso.

Cada llenadera debe contar con un dispositivo automático que accione la válvula de cierre, al llegar al peso predeterminado.

2.2.5.2.7 Básculas

2.2.5.2.7.1 Básculas de llenado

Las básculas utilizadas para el llenado de recipientes deben ser de capacidad mínima de 120 Kg.

2.2.5.2.7.2 Báscula de repeso

Debe existir una báscula de repeso por cada 14 llenaderas o fracción. Debe ser de indicación automática, con capacidad no menor de 100 Kg y una resolución de 100 g o menor.

2.2.5.2.8 Vaciado de gas de los recipientes portátiles

Debe existir un sistema que permita la extracción de gas de los recipientes.

2.2.5.2.9 Tomas de recepción, suministro y carburación.

Cada toma debe contar con válvula de cierre y con válvula automática de exceso de flujo o de no retroceso.

Si es de exceso de flujo debe contar con válvula de paro de emergencia de actuación remota, pudiendo ser de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.

La ubicación de las tomas debe ser tal que al abastecer o descargar un vehículo no obstaculice la circulación de otros vehículos.

2.2.5.2.9.1 Tomas de carburación

Deben ser independientes de las de recepción y/o suministro, pero pueden quedar colocadas en el mismo soporte. La válvula de la toma debe ser de cierre rápido.

La manguera debe tener un diámetro nominal máximo de 0,025 m y contar con válvula de cierre rápido con seguro, en su extremo libre.

Las tomas de carburación deben abastecer exclusivamente a vehículos de la empresa.

Cuando la toma de carburación cuente con medidor volumétrico individual, puede omitirse la válvula de paro de emergencia de actuación remota y la válvula de exceso de flujo.

2.2.5.2.9.2 Tomas para carrotanques

Deben ubicarse a un lado de la espuela, a la altura aproximada del domo del carrotanque y estar provista de escalera fija que permita el acceso.

2.2.5.2.9.3 Mangueras

La conexión de manguera para toma y la posición del vehículo que se cargue o descargue, debe ser proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos. Debe preverse que durante el tiempo en que las mangueras no estén en servicio, sus acopladores queden protegidos.

La manguera que permanentemente esté conectada a la toma, debe contar en su extremo libre con válvula de acción manual, que no debe ser de cierre rápido, con excepción de las de carburación.

2.2.5.2.9.4 Soportes para tomas

El soporte de las tomas debe ser tal que las tuberías estén sujetas en soportes anclados y contar con un punto de fractura entre la manguera y la instalación fija, con lo cual las válvulas de exceso de gasto o de no retroceso y la de cierre permanezcan en su sitio y en posibilidad de funcionar.

Las tuberías deben fijarse al soporte para que sea éste el que se oponga y resista el esfuerzo previsible causado por el arranque de un vehículo conectado a la manguera, de manera que la falla se manifieste en el punto de fractura.

2.2.5.2.9.5 Punto de fractura

Debe obligar la descarga de gas hacia arriba hasta donde sea previsible

Si no es de origen de fábrica, su diseño debe ser tal que en ningún lugar la tubería tenga un grueso de pared menor del 80% de la pared nominal de la tubería de ese diámetro en cédula 40 con tolerancia de +/- 5% (0,4 (Diámetro exterior- Diámetro interior)).

Opcionalmente un tramo roscado de tubería cédula 80 con longitud mínima de 0,30 m, si éste se encuentra a 90 grados de la dirección en que puede ser jalado, hace las veces de punto de fractura.

2.2.5.3 Especificaciones de proyecto eléctrico

El sistema eléctrico debe cumplir con lo establecido en la NOM-001-SEMP-1994 o aquella que la sustituya.

2.2.5.4 Especificaciones de proyecto contra incendio

La planta debe contar con extintores, sistema de enfriamiento sobre los tanques y sistema de hidrantes y/o monitores. Los sistemas de agua contra incendio deben ser calculados hidráulicamente.

2.2.5.4.1 Sistema de protección por medio de agua

2.2.5.4.1.1 Sistema o tanque de agua

La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua debe ser la que resulte de sumar 21 000 litros a la requerida de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación durante 30 minutos del sistema de enfriamiento del tanque de mayor superficie en la planta, calculado de acuerdo con el inciso

2.2.5.4.1.2 Equipos de bombeo

El equipo de bombeo contra incendio debe estar compuesto por una o más bombas accionadas por motor eléctrico y una o más bombas accionadas por motor de combustión interna.

Es aceptable el uso de bombas accionadas por sistema dual que consiste de equipo integrado con un motor de combustión interna y con un motor eléctrico, accionado indistintamente por cualquiera de ellos.

Es aceptable el uso de únicamente equipo de bombeo eléctrico siempre y cuando exista un sistema de generación eléctrica para el uso exclusivo del sistema contra incendio.

El gasto y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos, deben de estar de acuerdo a los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen, calculados siguiendo los criterios establecidos en los apartados 5.4.1.2.1 y 5.4.1.2.2.

Es admisible el uso del mismo equipo de bombeo para abastecer simultáneamente tanto al sistema de hidrantes y monitores, como al de enfriamiento por aspersión por agua. En este caso, el caudal mínimo debe ser la suma de los requeridos independientemente por cada sistema, ambos parámetros evaluados según su cálculo hidráulico.

2.2.5.4.1.2.1 Gastos de bombeo

El gasto mínimo abastecido por el equipo de bombeo impulsado por motor eléctrico o de combustión interna considerado independientemente, debe ser:

- a) Sistema de hidrantes o monitores: 700 litros por minuto
- b) Sistema de enfriamiento por aspersión de agua: el requerido según el cálculo hidráulico para que se cubra con aspersión directa, el área indicada en el apartado 5.4.1.4., partiendo de que por la boquilla hidráulicamente más desfavorable se debe tener el caudal necesario para aplicar 10 litros de agua por minuto a cada metro cuadrado de la superficie del tanque cubierta por el cono de agua que hacia él se proyecte desde dicha boquilla.

2.2.5.4.1.2.2 Presión de bombeo

La presión mínima de bombeo para los sistemas de agua contra incendio debe ser como sigue:

- a) Sistema de hidrantes y monitores: la necesaria para que en la descarga del elemento hidráulicamente más desfavorable, se tenga una presión manométrica de:

Hidrantes: 3 kgf/cm² – Monitores: 7 kgf/cm².

- b) Sistema de enfriamiento por aspersion de agua:

La necesaria para que en la boquilla hidráulicamente más desfavorable indicada en 5.4.1.2.1 se alcance las condiciones de caudal ahí establecidas.

La presión mínima requerida en esta boquilla para alcanzar dicho caudal debe establecerse de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada.

2.2.5.4.1.3 Hidrantes y monitores

El sistema de hidrantes debe contar con mangueras de longitud máxima de 30 m y diámetro nominal mínimo de 0,038 m- monitores estacionarios tipo corazón o similar de una o dos cremalleras de diámetro nominal mínimo 0,063 m, con chiflón que permita surtir neblina. Este sistema debe cubrir el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento, trasiego y estacionamiento de autotanques y vehículos de reparto de recipientes portátiles.

2.2.5.4.1.4 Sistema de enfriamiento de tanques

Excepto cuando el caudal de agua requerido para el enfriamiento del tanque de mayor superficie de la planta sea de hasta 700 litros por minuto, en todos los tanques se debe instalar en la parte superior un sistema fijo de enfriamiento por aspersion de agua.

El caudal y la presión de bombeo mínimo requeridos para el sistema de enfriamiento por aspersion de agua, deben establecerse usando como base el tanque de la planta que presente la mayor superficie.

El agua debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie de la zona de vapor cuando el tanque se encuentre con gas en fase líquida al 50 % de su capacidad.

Para establecer dicha cobertura, los círculos proyectados por el agua de los aspersores sobre el tanque deben tocarse cuando menos en un punto.

El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersion directa debe calcularse usando la siguiente expresion:

$$S_m = \frac{3.1416 \times D \times L_t}{2} \times 0.90$$

Donde:

S_m = Superficie mínima a cubrir con aspersion directa (m²).

D = Diámetro exterior del recipiente (m).

L_t = Longitud total del tanque (incluyendo las tapas) (m).

La activación de las válvulas de alimentación al sistema de aspersion se podrá efectuar por:

- a) Operación manual local.
- b) Operación manual remota.
- c) Operación automática.

En la operación automática de las válvulas se debe operar simultáneamente la bomba contra incendio.

Se debe instalar una válvula de bloqueo en cada una de las líneas de alimentación al sistema de aspersion para cada tanque.

2.2.5.4.2 Toma siamesa

Se debe instalar en el exterior de la planta, en un lugar de fácil acceso, una toma siamesa para inyectar directamente a la red contra incendio el agua que proporcionen los bomberos.

2.2.5.4.3 Sistema común contra incendio

Debe cumplir con las especificaciones contra incendio que establece esta Norma, considerando el tanque de mayor capacidad de cualquiera de las plantas.

La cisterna y el cuarto de máquinas del sistema de bombeo deben ser accesibles para cualquiera de las plantas protegidas.

Se deben instalar en cada una de las plantas, en el o los lugares estratégicos que determine el proyectista, los controles de arranque del sistema.

2.2.5.4.4 Sistema de protección por medio de extintores

La protección debe efectuarse por medio de extintores de capacidad mínima nominal de 9 kg y deben ser de polvo químico seco del tipo ABC a

excepción de los que se requieran para los tableros de control eléctrico, los que pueden ser tipo C o de bióxido de carbono.

2.2.5.4.4.1 Tabla de unidades de riesgo

Áreas	Riesgo	Factor de Riesgo
Zona de almacenamiento	Alto	0,3
Tomas de recepción	Alto	0,3
Andén de llenado	Alto	0,3
Bombas y compresores	Alto	0,3
Estacionamiento	Alto	0,3
Cuarto de máquinas de contra incendio	Alto	0,3
Caseta de recibo y medición	Alto	0,3
Bodegas y almacenes	Alto	0,2
Planta de fuerza	Moderado	0,2
Tablero eléctrico	Moderado	0,2
Taller mecánico	Moderado	0,2

Las áreas no comprendidas en esta tabla deben apearse a lo establecido en la normatividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

2.2.5.4.4.2 Unidades de capacidad de extinción y diámetros de cobertura

Para que las superficies o elementos detallados se consideren protegidos, deben quedar comprendidos dentro de círculos trazados a partir del punto elegido por el proyectista, para la colocación del extintor con el radio correspondiente al factor de riesgo de área y capacidad del extintor. El círculo no puede atravesar muros de ningún tipo de material.

Cuando en un área estén comprendidos círculos vecinos éstos deben por lo menos tocarse entre sí.

	Diámetro del círculo de cobertura en metros					
			Factor de Riesgo			
	Unidades de Extinción		0,2		0,3	
Capacidad Nominal en Kg.	P.Q.S. ABC	CO ₂ C	P.Q.S. ABC	CO ₂ C	P.Q.S. ABC	CO ₂ C
9	6,80	5,30	6,58	5,85	5,37	4,75
13	9,80	7,70	7,90	7,00	6,45	5,72

23	17,30	13,50	10,49	9,30	8,57	7,55
34	25,60	20,00	12,77	11,25	10,42	9,20
45	33,90	26,50	14,69	13,00	11,99	10,55
50	37,70	29,40	15,50	13,68	12,65	11,17
68	51,30	40,00	18,05	15,96	14,75	13,03
159	120,00	93,60	27,60	24,41	22,55	19,93

Nota: P.Q.S. =Polvo Químico Seco (Fosfato Monoamónico).

CO₂ =Bióxido de Carbono.

2.2.5.4.4.3 Colocación de extintores

En la instalación de los extintores se debe cumplir con lo siguiente:

Colocarse a una altura máxima de 1,50 y mínima de 1,20 m, medidas del piso a la parte más alta del extintor.

Sujetarse en tal forma que se puedan descolgar fácilmente para ser usados y en caso de colocarse a la intemperie deben protegerse.

Colocarse en sitios visibles de fácil acceso, conservarse sin obstáculos y con la señalización establecida en la NOM-027-STPS-1993 o aquella que la sustituya.

2.2.5.4.5 Matachispas

Se debe contar con un anaquel destinado a los matachispas, para los vehículos que circulen en el interior de la planta

2.2.5.5 Equipo de protección personal

Se debe contar como mínimo de dos equipos para acercamiento al fuego, consistentes en caso con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón. El equipo debe estar ubicado en lugar accesible para uso del personal.

2.2.5.6 Sistema de alarma

La planta debe contar como mínimo con sistema de alarma sonora activado manualmente para alertar al personal en caso de emergencia.

Es optativo un sistema de alarma activado en forma simultánea cuando se opere el sistema contra incendio.

2.2.6 Especificaciones particulares para las plantas que reciban Gas L.P. por ducto

2.2.6.1 Patín de medición

Se debe colocar aislamiento eléctrico a la salida del patín.

2.2.6.2 Capacidad de almacenamiento

La capacidad mínima de almacenamiento de la planta que reciba el Gas L.P. por ducto debe ser de dos días naturales de venta promedio.

2.2.6.3 Accesorios

Los tanques de almacenamiento y áreas de trasiego deben contar con los accesorios necesarios para el monitoreo y las variables de nivel y presión, a fin de que las señales generadas en estos dispositivos sean concentradas en la Unidad de Control, ubicada en las instalaciones de Pemex Gas y Petroquímica Básica.

2.2.6.4 Detectores de mezclas explosivas

Las áreas de almacenamiento trasiego y estacionamiento de autotanques y vehículos de reparto de recipientes portátiles para Gas L.P. deben contar con detectores de mezclas explosivas.

2.2.6.5 Distancias mínimas

De la zona de almacenamiento a llenaderas de recipientes portátiles	6 m
De las tangentes de los tanques de almacenamiento al ducto troncal de PEMEX Gas y Petroquímica Básica.	150 m

2.2.7 Rótulos

En el recinto de la planta se deben fijar letreros visibles conforme se indica:

ROTULO	LUGAR
ALARMA CONTRA INCENDIO	Interruptores de alarma
PROHIBIDO ESTACIONARSE	Como mínimo en puertas para acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.
PELIGRO, GAS INFLAMABLE	Varios
SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS	En los accesos de la planta
SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA	Como mínimo en las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos para vehículos de la empresa.

SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A CUALQUIER PERSONA NO AUTORIZADA	Como mínimo en cada lado de las zonas de almacenamiento y trasiego, así como en el estacionamiento para
---	---

	vehículos de la empresa.
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación.
TABLA QUE SEÑALE LOS CODIGOS DE COLORES DE LAS TUBERIAS	Como mínimo en la entrada de la planta y zona de almacenamiento.
GAS INFLAMABLE Que deberá apegarse a los requisitos que establece la NOM-027-STPS-1993 o la que en su caso la sustituya	Como mínimo en el exterior de la puerta de acceso para carrotanque.
Cuando esté conectado carrotanque a la toma, se debe colocar un letrero visible, indicando: CARROTANQUE CONECTADO AL SISTEMA DE LA PLANTA, CONTENIENDO "GAS L.P." INFLAMABLE	En el exterior del acceso de carrotanques en el escape de la planta.
ENTRADA Y SALIDA DE CARROTANQUES	En el exterior del acceso de carrotanques a la planta.
SALIDA DE EMERGENCIA	En ambos lados de dichas puertas.
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA	Varios
RUTA DE EVACUACION	Varios (Verde, con flechas y letras blancas)
VELOCIDAD MAXIMA 10 KHP	Como mínimo a la entrada de la planta.

2.2.8 Dimensiones

Todas las dimensiones expresadas en esta Norma tendrán una tolerancia de 2% en su medición y se deben comprobar utilizando el instrumento adecuado.

2.2.9 Modificaciones de obra durante la construcción.

Si durante la ejecución de la obra se requiere efectuar modificaciones al proyecto original, éstas deben ser notificadas a la Secretaría de Energía en los términos del Reglamento.

2.2.10 Apéndice

- a) Las roscas de tubería deben ser las indicadas en la Norma ANSI-B-2.1.

- b) Las inspecciones e interpretación de las soldaduras deben apegarse a la Norma ANSI-B-31.3, párrafo 3.41.4.1.
- c) Las radiografías se deben aprobar según Código ASME sección IX, vigente
- d) En esta norma se utiliza el kilogramo fuerza sobre centímetro cuadrado debido a que esta unidad de medida es la que se emplea comúnmente en los proyectos de las plantas de almacenamiento para Gas L.P.

2.2.11 Anexos

Anexo 1 Símbolos Mecánicos 1.

Anexo 2 Símbolos Mecánicos 2.

Anexo 3 Equipo Contra incendio.

2.2.12 Concordancia con normas internacionales y transitorios

En esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su publicación.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Las plantas de almacenamiento para Gas L.P., que actualmente se encuentran construidas y operando, contarán con un plazo de seis meses para adecuarse a lo establecido en esta Norma.

Las plantas de almacenamiento para Gas L.P., que actualmente se encuentren en proceso de construcción conforme a lo dispuesto por la NOM-EM-001-SCFI-1994, contarán con un plazo de seis meses a partir de la fecha de inicio de operaciones para adecuarse a lo establecido en esta Norma.

El plazo de seis meses a que se refieren los párrafos anteriores será prorrogable a juicio de la Secretaría de Energía, hasta por un periodo igual, siempre y cuando de la solicitud se desprenda causa justificada.

SEGUNDO.- A las plantas de almacenamiento para Gas L.P. a que se refiere el artículo transitorio anterior no les serán aplicables las disposiciones contenidas en el capítulo 4 y del capítulo 5 los puntos 5.1.14, por lo que se refiere a la especificación de la distancia mínima de las tangentes de los tanques de almacenamiento a piso terminado 5.2.4.2, 5.2.4.3 y 5.3 de la presente Norma.

CAPITULO III

DEFINICION Y ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

CAPITULO III

DEFINICION Y ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UNA PLANTE DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

3.1 DEFINICION DE UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L. P.

El gas L.P. se almacena en lugares denominados plantas de almacenamiento los cuales que están ubicados estratégicamente en toda la República Mexicana, para proporcionar este combustible en forma eficiente y oportuna, hasta el rincón más alejado de las fuentes de producción.

En las plantas de almacenamiento se recibe el gas L.P. que mediante auto-transportes o carros-tanque de ferrocarril, llega de refineries o estaciones terminales.

En estas plantas se llenan los recipientes portátiles que mediante camiones de reparto se entregarán a los usuarios del servicio doméstico y comercial.

También se efectúa aquí el llenado de los auto-tanques de reparto que suministrarán el gas L.P. a los tanques fijos de usuarios, ya sea por servicio doméstico, comercial e industrial.

Las plantas de almacenamiento por Norma se deben ubicar fuera de zonas residenciales y lugares densamente poblados o construidos. Asimismo, se deben proveer que las actividades que se realizan en sus colindancias no sean peligrosas para la Planta.

El Reglamento de la Distribución de Gas L.P. y la Norma sobre Plantas de Almacenamiento, señalan todas las características que deben reunirse en el diseño, construcción, operación y modificación de las mismas.

Una planta de almacenamiento está dividida en 5 áreas muy importantes que son:

Area de almacenamiento, área de máquinas, área de trasiego, área de estacionamiento y circulación y área de oficinas. Desde el punto de vista normativo, cada una de estas áreas deben cumplir con ciertas medidas de seguridad.

veamos las más importantes de cada una de estas áreas.

3.2 AREA DE ALMACENAMIENTO

El almacenamiento puede estar integrado por uno o varios tanques, dependiendo de las necesidades de la región donde la empresa surta.

Los tanques deberán colocarse dentro de una zona (de protección con pavimento impermeable, delimitado por medios adecuados como cercas o topes, cuyo diseño sea sustancial para proteger de daños mecánicos que pudieran ocasionar algún vehículo. Estos medios deberán permitir amplia ventilación natural y acceso fácil a los controles.

Los tanques se instalarán sobre bases de concreto de manera que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

La altura a que deben instalarse los tanques es de 1.5 metros, sobre el nivel del piso hasta la parte inferior del tanque.

Estas bases de concreto deben coincidir con las silletas de apoyo o refuerzos del tanque con el objeto de protegerlos contra la corrosión que se produce en estos lugares, por la acción de humedad que normalmente existe en la unión del tanque con las bases.

Para facilitar la lectura de los medidores de nivel, se deberá contar con una escalerilla fija que no debe representar obstáculos de fácil acceso a las válvulas.

3.3 AREA DE MAQUINAS

Esta área está compuesta por las compresoras, bombas y el principal control del flujo de gas, a través de las tuberías y de sus válvulas.

Las válvulas y compresoras para hacer el trasiego de gas se instalan en lugares lo más cercanos a los tanques de almacenamiento, con objeto de facilitar los servicios a que están destinadas. En algunos casos puede resultar más conveniente instalar las compresoras en isletas de carga y descarga de auto-tanques, ya que esto permite que el operador observe el comportamiento de dicho compresor a través de los manómetros.

Estas máquinas están protegidas contra daños mecánicos, mediante una zona de seguridad, que por lo general siempre es una continuación de la que protege a los tanques.

En el tendido de tuberías se tomarán en cuenta los movimientos mecánicos y los originados por contracción o dilatación por temperatura.

3.4 AREA DE TRASIEGO

El área de trasiego la constituye el muelle de llenado de cilindros y las tomas de carga y descarga de auto-tanques, así como la toma para carburación (auto-abasto).

Por lo que se refiere al muelle, este deberá tener amplia ventilación; será sólido y sin espacios abiertos o huecos; su altura sobre el nivel general de la planta, deberá ser apropiada para facilitar las operaciones de carga y descarga de cilindros.

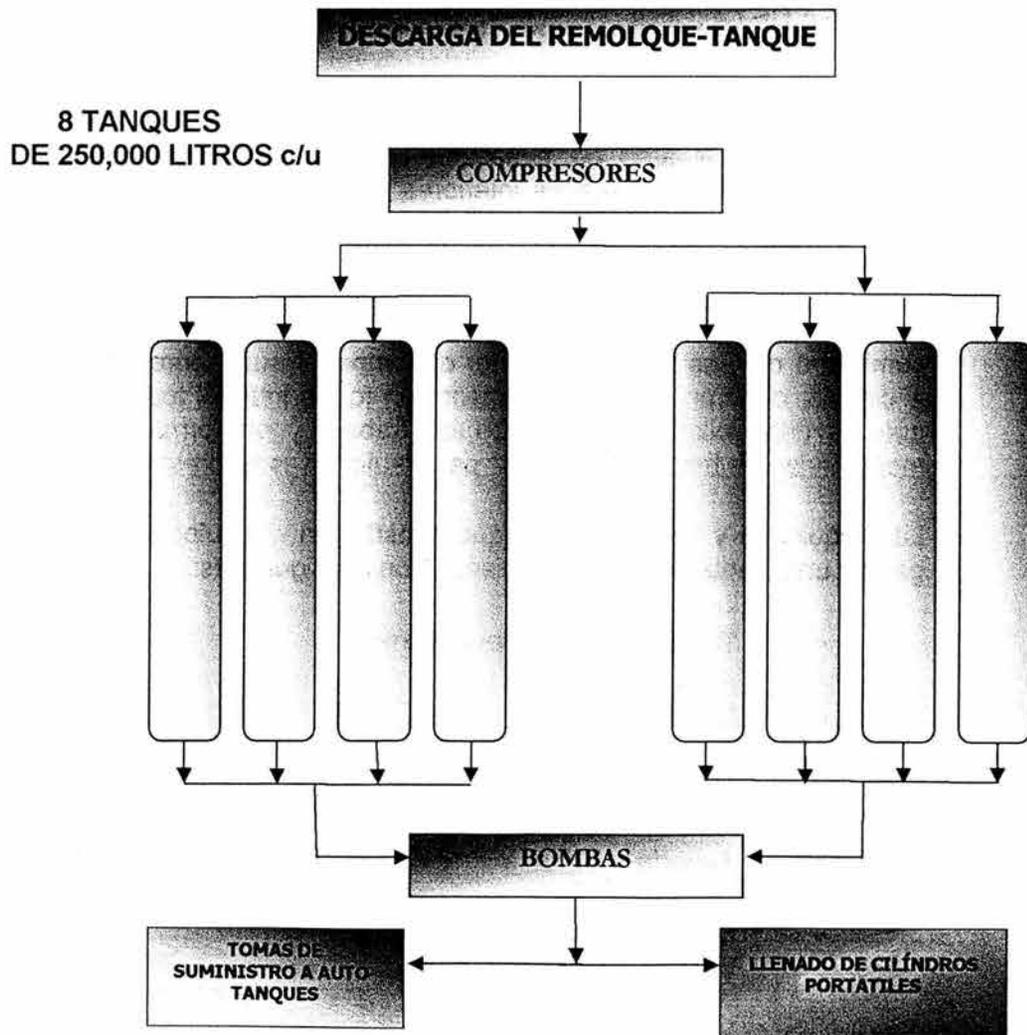
Los bordes del muelle de llenado en los sitios de carga y descarga, deberán protegerse con material que impida la protección de chispas por impacto, al acercamiento de los vehículos repartidores para este propósito, se podrá poner protectores de hule ó madera.

Se pueden instalar sobre el muelle los sistemas para el vaciado, limpieza y pintura de los recipientes portátiles y sustitución de sus válvulas.

Por lo que respecta a las tomas de carga y descarga de autotanques, estas deben estar a una distancia mínima de 6.00 metros de los tanques de almacenamiento, debiendo estar también protegidas contra daños mecánicos.

El diseño del sistema de tuberías, conexiones y válvulas, deberá ser tal que las tuberías estén firmemente sujetas y que en caso de esfuerzos indebidos se cuente con un punto de fractura, con el cual la válvula automática de protección, permanezca en su sitio y en posibilidades de funcionar.

La altura de las bocas de la toma sobre el nivel del piso será la apropiada para las necesidades de la planta.



3.5 AREAS DE CIRCULACION Y ESTACIONAMIENTO

Todos los estacionamientos, circulaciones y zonas de almacenamiento, deben de despejarse y mantenerse libres de pasto, basura y cualquier otro material fácilmente combustible.

Se deberá contar con accesos de dimensiones adecuadas para permitir la fácil entrada y salida de vehículos, de modo que los movimientos de los mismos no entorpezcan el tránsito.

Las zonas de circulación tendrán amplitud suficiente para asegurar el fácil movimiento de vehículos y personas.

El piso deberá estar consolidado y tener pendientes o drenes adecuados para eliminar el agua de lluvia.

Cualquiera que sea el número de vehículos al servicio de la planta que se encuentren estacionados en el interior de ella, deberá contarse siempre con áreas libres para su fácil circulación en forma tal que sea posible sacar de la planta cualquier vehículo sin hacer movimiento de ningún otro.

3.6 AREA DE OFICINA

Por lo que se refiere a esta área, los edificios se construirán con materiales incombustibles, únicamente cuando se encuentren a una distancia de 15 metros o más el área de almacenamiento y de trasiego, se puede usar mobiliario, puertas y ventanas interiores de madera. Las puertas y ventanas exteriores serán metálicas. Se debe disponer de servicios sanitarios adecuados.

Las personas encargadas de las plantas de almacenamiento, transportes y suministro de Gas L.P., para poder desempeñar sus labores con seguridad y eficiencia, deberán conocer totalmente en forma integral todas las actividades que se desarrollan en su centro de trabajo y en forma muy especial la maquinaria que tengan que operar para realizar sus labores.

La maquinaria y los accesorios que constituyen el equipo para el manejo de gas en una planta de almacenamiento, son los siguientes:

- Tanques de almacenamiento
- Bombas
- Válvulas
- Tubería
- Medidores.

Pero, ¿cómo funciona este equipo y cuáles son sus medidas de seguridad?

Estudiemos esto con atención.

3.7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento están contruidos de acuerdo a una Norma Oficial de Fabricación, aprobada por la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial y cuentan con accesorios de control y seguridad, como son:

De Control:

- Medidor rotatorio de nivel rotogauge ó medidor flotador (magnetel)
- Manómetro
- Termómetro
- Válvulas de máximo llenado

De Seguridad:

- Válvulas de relevo de presión
- Válvulas de exceso de flujo o de gasto
- Válvulas de no retroceso.

El medidor de nivel rotatorio, consta de un tubo de profundidad curvo, una carátula, una manija indicadora y un tapón para purga; el tubo en el interior del recipiente continúa en un pequeño tapón para purga, en este extremo también va adaptada la manija cuya flecha debe coincidir exactamente con la posición del tubo interior, para tomar lectura se coloca la manija indicadora en la parte superior o sea al 100% que indica la carátula; se abre el tapón con lo cual empieza a salir vapor de gas y se gira lentamente hasta que el extremo del tubo de profundidad en el interior del tanque llegue al nivel del líquido saliendo éste al exterior por el orificio. Como la posición de la manija ha variado en su movimiento, al detenerla cuando empieza a salir líquido, nos indica el porcentaje exacto de líquido que hay en el recipiente.

El manómetro, es un instrumento que sirve para medir la presión, expresada en nuestro sistema métrico, en "kilogramos sobre centímetro cuadrado" colocado en un tanque de almacenamiento, indica la presión existente dentro del recipiente.

El termómetro, es un instrumento que sirve para registrar la temperatura, la que en el sistema internacional de unidades se expresa en "grados centígrados", el termómetro indicará la temperatura del gas dentro del recipiente.

Con la temperatura y la presión registradas por ambos indicadores, en un tanque que contenga gas y el empleo de una "tabla de la composición del gas", se obtiene el peso específico del producto contenido, lo mismo que el porcentaje de butano y propano de que está compuesto.

Las válvulas de máximo llenado cuentan con un tapón macho que permite la salida de gas en cualquiera de sus dos estados líquidos y gaseoso, van instaladas normalmente en la cabeza, en algunos casos, casi en su parte superior y a las alturas que correspondan a los niveles del 86% y 90%. Cuando van instaladas al centro de la cabeza, el tanque cuenta con dos tubos que alcanzan los niveles señalados anteriormente. Mediante el empleo de estas válvulas se evita el sobrellenado de los tanques, ya que al estarlos llenando se puede tener parcialmente abierto el tapón, fugando por la válvula gas en estado de vapor, y se suspende el llenado al salir por ella gas líquido.

Las válvulas de relevo de presión, más comúnmente conocidas como válvulas de seguridad, sirven para impedir que los tanques soporten una presión de trabajo mayor que aquella para la cual están construidos protegiéndolos consecuentemente. Existen válvulas de seguridad de resorte interno y resorte externo, como lo podemos apreciar, sin embargo, su funcionamiento es el mismo. Se encuentran calibradas para abrir a una presión de 17.5 Kg/cm².

Cuando la presión del gas se incrementa debido a un aumento de temperatura, hasta llegar a la presión de apertura de la válvula de seguridad, esta abrirá y liberará a la atmósfera parte de la presión contenida en el tanque, al disminuir la presión automáticamente cerrará la válvula de seguridad. Con el fin de que el gas liberado a la atmósfera sea vapor y no líquido, estas válvulas están colocadas en la parte superior de los tanques. Dichas válvulas deben contar con tubos de desfogue que induzcan el gas a una altura mayor del tanque con el propósito de que tenga mayor oportunidad de disipación y reducir las posibilidades de que el gas se acumule en las partes bajas formando mezclas explosivas.

Se deberán colocar cubiertas en la parte superior de los tubos para evitar la entrada de agua y polvo a las válvulas de seguridad.

Las aberturas de los tanques deben tener válvulas de exceso de flujo o válvulas de no retroceso, a excepción de las aberturas donde van instalados accesorios de medición.

La válvula de exceso de flujo o de exceso de gasto en su posición normal se encuentra abierta, permitiendo el flujo del líquido o vapor en cualquier dirección; cuando el flujo es hacia el interior del recipiente, permite el paso de volumen máximo de gas dentro de la restricción que representan los componentes de la válvula, en cambio, cuando el flujo es hacia el exterior, cerrará automáticamente cuando el volumen de salida sea mayor que la capacidad para la cual fue diseñada. La capacidad de una válvula de exceso de flujo está expresada en litros por minuto cuando se usa para líquido y en metros cúbicos por minuto cuando se usa para vapor.

Estas válvulas deberán ser del mismo diámetro de la tubería del sistema que protegen y su capacidad adecuada a las necesidades de éste.

La válvula de no retroceso, es aquella que solo permite el paso de gas en un solo sentido, su posición es normalmente cerrada, manteniéndose así por medio de un resorte. Al aumentar la presión en la entrada, el asiento de la válvula abrirá, permitiendo el flujo en ese sentido y volverá a cerrar, al disminuir dicha presión.

3.8 BOMBAS.

El bombeo de gas L.P. es un asunto de gran interés, ya que el butano y el propano son líquidos que se manejan en su punto de ebullición. Como líquidos en ebullición son completamente diferentes en su comportamiento de cualquier otro líquido ordinario, tal como el agua, aceite, kerosina, gasolina o diesel, por lo tanto el gas L.P. debe ser manejado tomando en consideración sus características.

Las bombas se diseñan para manejar líquidos, no-vapor. Si entra mucho vapor en la bomba esto ocasionará que la propia bomba quede completamente cerrada por el propio vapor y solo trabaje lentamente, por lo que se hace necesario purgar la bomba.

Las bombas se utilizan para trasegar el gas de un recipiente a otro son accionadas por medio de motores eléctricos; generalmente el mecanismo de este tipo de bombas es a base de engranes o paletas. Son de poco poder de succión, requiriendo de una buena alimentación; interiormente se lubrican con el mismo gas, debiendo cuidar que nunca les falte la flecha, cuentan con sellos mecánicos de grafito o teflón, por lo que los únicos puntos a lubricar son los baleros.

De la buena instalación que se haga para una bomba, se logra una máxima eficiencia, desde luego sin olvidarse de su mantenimiento periódico.

Es necesario cuidar la buena nivelación entre las flechas de bomba y motor, cuando este sea el caso, pues cuando existe desnivel o mal acoplamiento se originarán vibraciones que dará lugar a desgaste prematuro del equipo. Cuando la transmisión de fuerza sea mediante poleas y bandas, también se deberá cuidar la alineación de poleas y el tensado correcto de las bandas.

El filtro que va instalado antes de la bomba la protege de la introducción de sólidos como rebabas metálicas y areniscas evitando daños en su mecanismo, debiendo limpiarse periódicamente; dependiendo esta periodicidad de las impurezas que se encuentren durante las primeras revisiones.

En la tubería de descarga de la bomba siempre se deberá encontrar instalada una válvula de retorno automático (By-Pass), constando su mecanismo de un asiento presionado por un resorte, al funcionar esta válvula, permite el retorno del gas líquido al tanque, cuando se incremente la presión por medio de la bomba y exista una presión diferencial superior a 5 kilogramos por centímetro, evitándose forzamientos en la bomba y en otros accesorios.

3.9 COMPRESORAS

Las compresoras se utilizan para trasegar gas líquido entre recipientes, lo cual efectúan creando una presión diferencial entre dos recipientes, succionando vapor del tanque que se desea llenar e inyectando al tanque que se va a descargar, con lo cual se origina un flujo de gas líquido.

Los componentes principales son: La cabeza de la compresora, la trampa para líquidos; la válvula de cuatro vías, (filtro), motor, etc.

La cabeza o compresor propiamente dicho, es la que lleva a cabo la labor de succión y compresión del gas; la trampa para líquidos protege al compresor, impidiendo el paso de éstos mediante un mecanismo de flotación que cierra el paso al gas líquido. La válvula de cuatro vías tiene la función de establecer la dirección del flujo de gas vapor según se requiera. El motor le proporciona movimiento y potencia de acuerdo a su capacidad; los rieles tensores sirven para tensar en forma apropiada las bandas.

A continuación, se mencionan algunos puntos de inspección rutinaria:

- 1.- Presión de aceite en la caja del cigüeñal (diariamente)
- 2.- Presión de entrada en la compresora (diariamente)
- 3.- Presión de descarga en la compresora (diariamente)
- 4.- Purga del tanque-trampa para líquidos (diariamente)
- 5.- Limpieza de superficies en enfriamiento en la compresora (semanalmente)
- 6.- Nivel de aceite en la caja del cigüeñal (semanalmente)
- 7.- Inspección de la tensión de las bandas (mensualmente)
- 8.- Inspección a la válvula de cuatro vías (mensualmente)
- 9.- Inspección de los estoperos (mensualmente)

-
- 10.- Se recomienda realizar el cambio de aceite cada 2 meses aproximadamente
 - 11.- Revisar calibración y posibles desgastes en válvulas de succión y compresión (trimestralmente)
 - 12.- Limpieza de la malla del filtro de entrada de gas (semestralmente)
 - 13.- Limpieza del filtro del aceite (semestralmente)

3.10 VALVULAS DE CIERRE MANUAL

Las válvulas de cierre manual que más comúnmente se conocen, son las de globo o tipo de ángulo, sirven para abrir o cerrar el flujo de una tubería o abertura de los recipientes y obtener las funciones que se requieran; es muy importante mantener estas válvulas en buenas condiciones de operación, verificando siempre que cierren totalmente, sin que esto quiera decir que se aprietan demasiado, sino solamente lo necesario para suspender el flujo, con esto se evita que se marque mucho el asiento y que con el tiempo ya no cierre, al detectarse fugas se debe apretar la tuerca estopero hasta donde sea necesario, si aún con esto permanece la fuga, entonces debe reemplazar el estopero.

Existen también las válvulas de bola que ofrecen menos restricción al paso del gas y su cierre se efectúa al girar solamente un cuarto de vuelta su maneral.

Todo el equipo e instalaciones que se han mencionado, tienen por objeto realizar con seguridad y eficiencia, tres operaciones en una planta de almacenamiento que son: carga y descarga de auto-transportes, carga de auto-tanques de reparto y llenado de recipientes portátiles.

Las operaciones más importantes que se realizan en una planta de almacenamiento son las siguientes:

3.11 DESCARGA DE AUTO-TRANSPORTES

Esta operación consiste en trasegar el gas desde un auto-transporte hasta los tanques de almacenamiento de la planta, para lograrlo se utiliza una bomba, una compresora ó ambas.

Antes de iniciar la descarga se debe cumplir primeramente con lo siguiente:

- 1.- Conocerse el tipo de gas que contiene el transporte.
- 2.- Obtener el porcentaje de llenado observado
- 3.- La presión y la temperatura
- 4.- Conocer el volumen de gas que se va a descargar

5.- Verificar si el tanque fijo de planta cuenta con espacio suficiente para recibirlo.

Al autorizar la descarga, el transporte deberá colocarse en el sitio indicado para efectuar la maniobra, después se seguirán las siguientes operaciones de rutina.

Se apagará el motor, las luces, el radio y todos los accesorios que trabajen con corriente eléctrica, se recogerán las llaves del vehículo, guardándolas la persona encargada de realizar la descarga, la que deberá permanecer supervisando el trasiego, durante todo el tiempo que dure éste; se colocarán cuñas metálicas en las llantas para evitar su movimiento y las banderolas alusivas a la operación que se está realizando, se conectará el transporte eléctricamente a tierra y además se adoptarán las medidas de seguridad que se requieran.

A continuación se conectan las mangueras, uniendo las tomas de descarga del tanque fijo de la planta con las tomas de transporte, se abre la válvula de globo para líquido del transporte, cuidando de que no haya fugas en la conexión; en seguida, se abre la válvula de globo para vapor del transporte; purgándose el líquido que normalmente se acumula en la vena de éste.

Una vez que el auto-transporte está listo, la descarga del gas se puede efectuar utilizando un compresor o una bomba, existen razones muy definidas para utilizar uno u otro.

Las bombas generalmente son usadas cuando es necesario que el gas L.P. tenga una alta presión diferencial, para superar las pérdidas de presión causadas en su conducción como es el llenado de recipientes portátiles y particularmente a través de medidores. Las bombas únicamente trasiegan gas en estado líquido, de aquí que un volumen muy importante de gas en estado de vapor queda sin descargar.

Las compresoras manejan gas vapor, por lo que la conducción de líquido en la tubería no se realiza a altas presiones diferenciales y tiene la propiedad de poder recuperar los vapores del tanque que se está descargando, siendo más apropiado utilizar la compresora en la descarga de un auto-transporte.

En el esquema que ilustra una operación tipo, se identifica con color rojo la tubería que conduce gas líquido y en amarillo la que conduce gas en estado de vapor.

Se deja libre paso al líquido desde el auto-transporte al ó a los tanques de almacenamiento; lo mismo hace con la línea de vapor, teniendo el sistema conectado se pone a funcionar la compresora la cual inyectará gas vapor al auto-transporte, creando una presión diferencial entre ambos recipientes, estableciéndose un flujo de líquido de éste hacia el tanque de almacenamiento.

Al quedar establecida la corriente de líquido se debe continuar verificando que la operación siga efectuándose en forma satisfactoria y que no presenten incidentes que los entorpezcan. La vigilancia constante permitirá hacer frente

oportunamente a cualquier circunstancia inesperada, lo que aumentará la seguridad general de la operación.

Durante la operación de descarga se deben verificar constantemente los niveles de los tanques de almacenamiento, así como el nivel del gas L.P. en el auto-transporte, con el objeto de determinar el progreso de la descarga y evitar sobrellenados en los tanques de almacenamiento.

Cuando el auto-transporte está vacío, se procede a la recuperación de vapores.

Esta maniobra se lleva a cabo, accionando la válvula de cuatro vías de la compresora, cambiando a la posición inversa, que se tiene cuando se está descargando, de tal forma que succione la presión del auto-transporte y que la inyecte al tanque de almacenamiento en que se realiza la descarga, entrando por la zona de líquido, al entrar el gas-vapor se producirá un burbujeo, recondensándose y pasando al estado líquido, lográndose con esto no incrementar mucho la presión dentro del recipiente.

Cuando indebidamente se realiza la recuperación por la zona de vapor, la presión se incrementará dentro del recipiente, siendo esta una razón para no recomendarla debido a que podría provocar que las válvulas de seguridad abrieran, también se evitan forzamientos al compresor en virtud que tiene que levantar una presión de vapor mayor.

Cuando se haya terminado de descargar totalmente el transporte, se deberán cerrar todas las válvulas del sistema involucrado; se desconectará el transporte, tanto las mangueras para gas, como la conexión eléctrica a tierra, se retirarán las cuñas de las llantas y los letreros de protección, quedando el transporte listo para ser retirado.

3.12 CARGA DE AUTO-TANQUES

La otra operación que se realiza en la planta es la del llenado de auto-tanques de reparto.

Esta operación puede realizarse usando la bomba o la compresora.

Para realizar la operación usando la bomba, se deben operar las válvulas correspondientes que permitan su alimentación, conduciendo el gas líquido hasta el auto-tanque que se va a llenar.

En el esquema tipo que ilustra esta operación se identifica con el color rojo el flujo que debe seguir el gas en estado líquido y con amarillo el flujo de vapor, interconectando únicamente las zonas de vapor tanto del tanque de almacenamiento como la del auto-tanque.

Cuando se tenga preparada debidamente la instalación, para realizar la descarga, mediante la bomba se abrirán las válvulas de líquido y vapor del auto-tanque e inmediatamente se accionará la estación de botones para arrancar el motor eléctrico de la bomba que está realizando la carga.

Deberá suspenderse el llenado del auto-tanque cuando el volumen de gas sea del 85 o del 80%, dependiendo del gas de que se trate. Si es propano deberá ser el 85% y si es una mezcla rica en butano el 90%.

Al terminar el llenado, deberá parar el motor de la bomba y cerrar las válvulas del sistema.

La carga de auto-tanques usando compresora requiere de una maniobra similar a la descarga de transportes explicada anteriormente, cambiando únicamente el sentido del flujo del vapor como se ilustra en el esquema. Con esta operación se conseguirá un flujo de líquido del tanque almacenador al auto-tanque por llenarse.

3.13 LLENADO DE CILINDROS PORTATILES

Por lo que se refiere al llenado de recipientes portátiles, este se hace mediante el empleo de una bomba, controlándose por medio de una báscula el peso del gas que se va a suministrar a cada cilindro.

El sistema de tuberías debe estar preparado de tal modo, que la descarga se efectúe hacia el múltiple de llenado; es conveniente mencionar que se tenga cuidado para que la bomba no sufra forzamientos y la forma de lograrlo es que siempre se utilicen todas las salidas o llenaderas que fueron diseñadas para ser alimentadas por dicha bomba, recordando que mientras menor sea el tiempo de conexión y desconexión de un cilindro, menor forzamiento sufrirá una bomba.

Las básculas están sujetas a un trabajo pesado, siendo recomendable que golpeen excesivamente al colocar los cilindros. Es necesario comprobar constantemente su buen estado y su exacta calibración, verificándose con pesas patrón.

Para un mejor control de peso en el llenado de recipientes portátiles, es conveniente el uso de automáticos de llenado, debiendo calibrarlos periódicamente.

El peso en la báscula, deberá marcarse sumando la tara del recipiente y el peso del gas que se va a suministrar, de manera que al repesar el cilindro, se obtenga el peso del gas que se suministró, más la tara del recipiente.

Durante el llenado de un cilindro, es necesario probar con agua jabonosa, que la válvula de servicio no tenga ninguna fuga, al terminar de llenarlo ya con la válvula cerrada, deberá probarse nuevamente.

Una vez que los cilindros han sido llenados, se deben tener la precaución de comprobar que contienen la cantidad de gas que corresponde a la capacidad de cada uno de ellos. Para esto se utilizan las básculas de repeso.

En caso de haber menor gas del que corresponde, deberá completarse.

Si el cilindro contiene mayor cantidad de gas en su interior de la que se debe tener, no debe enviarse así a los camiones, ya que constituyen un peligro muy grave porque puede abrirse la válvula de seguridad. El exceso de gas debe trasegarse a un recipiente vacío, usando para ello una manguera con dos puntas pol y por gravedad se eliminará el gas excedente.

Los cilindros no deben salir a reparto con gas de menos porque el cliente recibe menos de lo que paga, y no deben salir a reparto sobrellenados, porque esto constituye un riesgo.

Todos los recipientes que vayan a ser llenados, deberán ser revisados visualmente. En la inspección visual de cilindros la experiencia es un importante factor para determinar si un cilindro puede continuar en servicio.

La Secretaría de Energía, Dirección General de Gas, exige que se retire del servicio el cilindro que tenga fuga, o cuando la corrosión, las abolladuras, los daños por incendio, o alguna otra evidencia de abuso anormal, exista hasta el extremo que haga pensar que el cilindro está debilitando apreciablemente.

Estas son algunas de las herramientas que se utilizan al llevar a cabo una inspección visual, tales como cepillo de alambre, regla punzón, calibrador de profundidad, gafas protectoras y formas de inspección.

Algunas veces es necesario raspar la pintura para leer claramente la tara del recipiente.

El cilindro debe ser colocado en una rejilla tipo columpio, para facilitar su inspección, particularmente en el área del fondo. Esto es importante porque la experiencia demuestra que esta área es la más susceptible a la corrosión.

Debe quitarse la herrumbre, las incrustaciones o escamas, la pintura aterronada, etc. De la parte de la superficie exterior en que la corrosión sea evidente, en forma tal que pueda ser observada adecuadamente esa superficie. Esto puede ser utilizado cepillo de alambre o por otro medio adecuado.

La abolladura en un cilindro es una deformación causada al entrar el cilindro en contacto con un objeto romo, en forma tal que el espesor de la lámina no sea reducido.

Los cortes profundos o sajaduras en un cilindro, son deformación causada por un objeto agudo, en tal forma que se corte el metal, o se altere disminuyendo el espesor de la pared en ese punto. Como resultado, el esfuerzo del acero en el área deformada, se aumenta, un cilindro en estas condiciones debe ser retirado.

Las fugas pueden originarse por diversas causas, tales como defectos en una costura soldada, defectos en la abertura roscada, en sajaduras o en poros.

Cualquier fuga, incluyendo una en la conexión roscada que no pueda ser corregida apretando el accesorio, es causa de rechazo.

Las reparaciones deben ser hechas en la fábrica de cilindros, o por un taller de reparación autorizado.

Revise cuidadosamente los cilindros, buscando evidencia de que hayan sido expuestos a incendio. Son evidencias comunes de exposición al fuego, la pintura que está quemada o carbonizada, el metal decolorado o quemado.

Los arillos de sustentación y los arillos protectores de las válvulas de los cilindros deberán ser examinados para verificar que están en buenas condiciones de servicio, la distorsión del arillo de sustentación por el rudo trato a que están sujetos en el servicio, puede evitar que el cilindro quede soportado adecuadamente en posición vertical.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CAPITULO IV ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1 ANTECEDENTES.

Se pretende construir una planta de almacenamiento de Gas de L.P. en el camino a Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda a Santa Inés, Estado de México, para lo cual se realizó un estudio de mecánica de suelos para conocer las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo.

El presente estudio tiene como finalidad, la exploración del subsuelo por métodos físicos de modo que permitan recabar información suficiente para conocer sus propiedades físicas y mecánicas, para así poder recomendar el tipo de cimentación más adecuado que asegure la estabilidad de las estructuras proyectadas.

La planta de almacenamiento de gas l.p., tendrá instalados 8 tanques de almacenamiento con un peso total del orden de 300 toneladas cada uno, área de oficinas, casetas de control y llenado de tanques de servicio, patio de maniobras y estacionamiento.

4.2 REGIONALIZACION SISMICA

El sitio en estudio se encuentra dentro de la Zona Sísmica B, según el Manual de Diseño de Obras Civiles editado por la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

En la tabla siguiente se muestran los espectros de diseño para estructuras del tipo B, para la Zona Sísmica

B:

Zona Sísmica	Tipo de Suelo	a°	C	Ta (S)	Tb(S)	R
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1

Donde a° es el coeficiente de aceleración del terreno, c es el coeficiente sísmico y T es el período natural de interés; t_a y t_b son dos períodos característicos que delimitan la meseta y r es un exponente que define la parte curva del espectro de diseño. **El tipo de suelo aplicable será el III para éste proyecto.**

Los espectros de diseño especificados son aplicables a estructuras del grupo B; para estructuras del grupo A, los valores de las ordenadas espectrales deberán multiplicarse por 1.5 a fin de tomar en cuenta la importancia de la estructura.

De acuerdo a los criterios y reglamentaciones en vigor en la República Mexicana, y conforme a la experiencia previa de trabajos en la misma zona geológica, para la exploración del subsuelo se programaron los siguientes trabajos de campo.

4.3 SONDEOS EXPLORATORIOS ESTÁNDAR (SE) Y MIXTOS (SM).

Se programaron dos sondeos (SM,) pero debido a que se apreciaron cambios en la estratigrafía en relación a otros sondeos realizados en otro lugar muy cercano al sitio en estudio, se efectuaron dos sondeos más, con el fin de comprobar las capas en los estratos firmes que se detectaron a partir de los 8.0 m de profundidad.

En el lugar donde instalarán los tanques de almacenamiento, que esta conformada por una sección de 40 x 40 m, se efectuaron los cuatro sondeos exploratorios denominados SM-01, SM-02, SE-03 y SE-04, utilizando la técnica de la penetración estándar y el muestreo inalterado por medio del tubo de pared delgada tipo Shelby en los sondeos mixtos (SM). Estos sondeos fueron llevados hasta la profundidad de 20.0, 19.80, 8.60 a 16.40 y 8.0 a 22.45 m, respectivamente.

Los sondeos SE-3 y SE-4, fueron efectuados para la verificación de los estratos resistentes en la sección donde se ubicarán los tanques.

La prueba de la penetración estándar se realizó mediante lo especificado en la norma ASTM-1586 (American Standard for Testing and Materials), que indica el uso de un martinete de 64 kg que, cayendo desde una altura de 75 cm, golpea una tubería en cuyo extremo se encuentra el penetrómetro estándar (tubo partido de 5.08 cm de diámetro exterior, 3.64 cm de diámetro interior y 60 cm de longitud). El número de golpes necesarios para hincar los 30 cm intermedios del penetrómetro en el suelo, es indicativo de la resistencia de éste.

Los procedimientos descritos se realizaron con la ayuda de una máquina rotatoria, una bomba para lodos además de los andamios y la tubería necesaria para alcanzar la profundidad requerida (**ver reseña fotográfica**).

Se llevó un registro de campo donde se anotó la clasificación de las muestras obtenidas, así como el número de golpes, además de los volúmenes de aguas y lodos empleados en la perforación.

4.3.1 SONDEO EXPLORATORIO A CIELO ABIERTO (PCA).

Con la finalidad de tener conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de los estratos superficiales, se efectuó un Pozo a Cielo Abierto que se denominó como PCA-01 y que fue llevado hasta una profundidad de 1.50 m.

De éste sondeo se recuperaron muestras representativas de los estratos detectados para su posterior análisis de mecánica de suelos.

Las muestras recuperadas por los medios antes mencionados, una vez identificadas y protegidas debidamente contra la pérdida de humedad, fueron enviadas al laboratorio central para practicarles los respectivos ensayos usuales de la mecánica de suelos.

4.3.2 PRUEBAS DE LABORATORIO

Una vez que las muestras estuvieron en el laboratorio central, se procedió a determinar las propiedades índice y mecánicas de las muestras representativas mediante las pruebas de rutina en la mecánica de suelos que se describen a continuación.

a) Determinación de las Propiedades Índice.

Contenido Natural de Agua

Limites de Consistencia

Peso Volumétrico Natural

Análisis Granulométrico lavado por malla No. 200

Densidad de Sólidos o Densidad Relativa

b) Determinación de las Propiedades Mecánicas.

Ensayes de Compresión Triaxial

Ensaye de Compresión Axial Inconfinada

Ensaye de consolidación Unidimensional

4.4 ESTRATIGRAFÍA

4.4.1 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

Para la definición del perfil estratigráfico del sitio, se emplearon los resultados de campo y laboratorio, además del auxilio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S).

Para la clasificación S.U.C.S. de los materiales que constituyen la estratigrafía se recurrió a los porcentajes de finos, arenas y gravas obtenidos en el análisis granulométrico y en combinación con los límites de consistencia, además de las correlaciones existentes entre el número de golpes de la prueba de penetración estándar que determina la consistencia en suelos finos y la

compacidad relativa en arenas, tales correlaciones se presentan a continuación:

Compacidad Relativa de la Arena

Número de golpes	Compacidad relativa
0-4	Muy suelta
5-10	Suelta
11-30	Media
31-50	Densa
Más de 50	Muy Densa

Consistencia de Suelos Cohesivos

Número de golpes	Consistencia
0-1	<i>Muy blanda</i>
2-4	Blanda
5-8	Media
9-15	Dura
16-30	Muy Dura
Más de 30	Durísima

Así mismo, para la clasificación de la plasticidad de los materiales finos detectados, se empleó el criterio descrito en la sección "Identificación y Descripción de los Suelos", que aparece en el libro "Introducción a la Mécanica de Suelos y Cimentaciones" de George B. Sowers, editado por Editorial Limusa, México, 1978, según la siguiente tabla:

Término usado	Indice de Plasticidad	Resist. En estado seco	Ensayes de campo
No plástico	0-3	Muy baja	Cae en pedazos fácilmente
Ligeramente plástico	4-15	Ligera	Se tritura fácilmente con los dedos
Medianamente plástico	15-30	Mediana	Difícil de triturar
Muy plástico	31 o mayor	Alta	Imposible de triturar

4.4.2 SONDEO EXPLORATORIO MIXTO, SM-01. (FIG. 2)

En la figura 2, se presenta el perfil estratigráfico del sondeo SM-01 en el cual se presenta la estratigrafía que se describe a continuación:

De 0.0 a 5.20 m, se detecta una arcilla limosa color café oscuro y gris verdosa de alta plasticidad y consistencia blanda, media y dura, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural humedad de 37 a 234 %, límite líquido de 41 a 194 %, resistencia a la compresión axial de 4.49 ton/m², cohesión de 3.8 ton/m² y ángulo de fricción interna de 8°.

De 5.20 a 5.80 m, se detecta una arena arcillosa color gris verdosa de compacidad muy densa, clasificada según el S.U.C.S. como SC. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 24% y no presentó límite líquido.

De 5.80 a 20.0 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia variable de blanda a durísima, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 29 a 117 %, límite líquido de 35 a 206 %, resistencia a la compresión axial de 2.21 ton/m², cohesión de 0.80 ton/m² y ángulo de fricción interna de 19°.

El nivel de aguas freáticas se detectó a la profundidad de 3.90 m, en este sondeo.

4.4.3 SONDEO EXPLORATORIO MIXTO, SM-02. (FIG. 3).

En la figura 3, se presenta el perfil estratigráfico del sondeo SM-02, el cual presenta una estratigrafía tal como se describe a continuación:

De 0.0 a 5.80 m, se detecta una arcilla limosa color café oscuro y gris verdosa de alta plasticidad y consistencia muy blanda y media, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 45 a 296 %, límite líquido de 44 a 260 %, resistencia a la compresión axial de 1.44 ton/m², cohesión de 1.0 ton/m² y ángulo de fricción interna de 8°.

De 5.80 a 6.40 m, se detecta una arena arcillosa color gris verdosa de compacidad media, clasificada según el S.U.C.S. como S.C. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de humedad de 32 %, límite líquido de 44 %, y límite plástico de 25%.

De 6.40 a 7.60 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad de consistencia durísima y dura, clasificada según el S.U.C.S como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 41 a 42 %, límite líquido de 51 % y límite plástico de 18%.

De 7.60 a 8.60 m, se detecta una arena arcillosa color gris verdosa de compacidad suelta, clasificada según el S.U.C.S. como SC. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de humedad de 26 a 36 %, límite

líquido de 25%, límite plástico de 13%, resistencia a la compresión axial de 2.71 ton/m², cohesión de 1.10 ton/m² y ángulo de fricción interna de 10°.

De 8.60 a 19.80 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia dura y durísima, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 26 a 125 %, límite líquido de 41 a 140 %, resistencia a la compresión axial de 4.79 ton/m², cohesión de 4.5 ton/m² y ángulo de fricción interna de 9°.

El nivel de aguas freáticas se detectó a la profundidad de 3.90 m, en este sondeo.

4.4.4 SONDEO EXPLORATORIO ESTÁNDAR, SE-03. (FIG. 4)

En la figura 4, se presenta el perfil estratigráfico del sondeo SE-03, el cual presenta una estratigrafía tal como se describe a continuación:

De 0.0 a 8.60 m, se perforó con broca tiránica sin recuperación de muestras.

De 8.60 a 16.40 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia media a durísima, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 28 a 124 %, límite líquido de 48 a 148 % y límite plástico de 15 a 35%.

El nivel de aguas freáticas se detectó a la profundidad de 3.90 m, en este sondeo.

4.4.5 SONDEO EXPLORATORIO ESTÁNDAR, SE-04. (FIG. 5)

En la figura 5, se presenta el perfil estratigráfico del sondeo SE-04, el cual presenta una estratigrafía tal como se describe a continuación:

De 0.0 a 8.0 m, se perforó con broca tiránica sin recuperación de muestras.

De 8.0 a 8.60 m, se detecta una arena arcillosa color gris verdosa de compacidad suelta, clasificada según el S.U.C.S. como SC. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 79%, límite líquido de 71% y límite plástico de 26%.

De 8.60 a 9.20 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia dura, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 39%, límite líquido de 53% y límite plástico de 19%.

De 9.20 a 9.80 m, se detecta una arena arcillosa color gris verdosa de compacidad muy densa, clasificada según el S.U.C.S. como SC. En pruebas de

laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 33%, límite líquido de 34% y límite plástico de 21%.

De 9.80 a 17.0 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia media a durísima, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 29 a 125%, límite líquido de 64 a 142 % y límite plástico de 23 a 40%.

De 17.0 a 21.0 m, se perforó con broca tiránica sin recuperación de muestras.

De 21.0 a 22.45 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia durísima, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 32 a 43 %, límite líquido de 55 % y límite plástico de 22%.

El nivel de aguas freáticas se detectó a la profundidad de 3.90 m, en este sondeo.

4.4.6 SONDEO EXPLORATORIO A CIELO ABIERTO, PCA-01. (FIG. 6)

En la figura 6, se presenta el perfil estratigráfico del sondeo PCA-01, el cual presenta una estratigrafía tal como se describe a continuación:

Superficialmente y con espesor de 10 cm, se detecta una capa de cobertura vegetal.

De 0.10 a 1.20 m, se detecta una arcilla limosa color café oscuro de consistencia blanda.

De 1.20 a 1.50 m, se detecta una arcilla limosa color gris verdosa de alta plasticidad y consistencia media, clasificada según el S.U.C.S. como CH. En pruebas de laboratorio se determinó un contenido natural de agua de 73%, límite líquido de 66%, límite plástico de 24%, resistencia a la compresión axial de 10.43 ton/m², cohesión de 5.1 ton/m², y ángulo de fricción interna de 17°.

4.5 MECÁNICA DE SUELOS.

Conforme a los perfiles estratigráficos de los sondeos realizados en el sitio y conforme a los criterios que dicta la experiencia en materia de mecánica de suelos, se revisaron los siguientes aspectos de mecánica de suelos, que permitirán definir el tipo de cimentación más conveniente para asegurar la estabilidad de las estructuras proyectadas.

4.5.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.

Los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante se obtuvieron en base a los círculos de Mohr producto de los ensayos de resistencia a la compresión axial y triaxial y a sus gráficas esfuerzo vs deformación (ver Figs. 12 a 23). Además de las correlaciones entre el número de golpes de la penetración estándar y la resistencia a la compresión axial, compacidad relativa y la cohesión para suelos de tipo cohesivo y friccionantes que aparecen en la sección 1.2.4 el tomo B.2.1 "Geotecnia" del Manual de Diseño de Obras Civiles editado por la Comisión Federal de Electricidad.

4.5.2 PROPUESTA DE CIMENTACIÓN.

Tomando en cuenta que la Planta de Almacenamiento de Gas L.P. estará conformada por oficinas, áreas de despacho, zona de tanques, etc. El estudio otorga especial importancia a la zona de tanques en la cual se instalarán ocho tanques de almacenamiento con un peso aproximado de 300 toneladas y con dimensiones de 25 x 3.66 m aproximadamente cada tanque, para lo cual se analizaron las siguientes alternativas de cimentación:

OFICINAS:

- **Zapatas corridas.**- para la zona de oficinas, se propone la solución por medio de zapatas corridas desplantadas superficialmente.

TANQUES:

ALTERNATIVA No. 1

- **Cajón de cimentación compensado.** En esta propuesta se analizó la posibilidad de emplear un cajón de cimentación por compensación.

ALTERNATIVA No. 2

- **Pilas de punta.**- Para esta propuesta se analizaron dos alternativas de niveles de desplante de las pilas.

4.5.3 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

Para la determinación de la capacidad de la carga, se utilizó el criterio del RCDF-93 (Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal) para cimentaciones someras como zapatas y losas desplantadas sobre suelos cohesivos, sensiblemente homogéneos, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$q_c = c_u N_c F_r + p_v$$

Donde:

p_v = Presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, t/m^2 .

q_c = Capacidad de carga admisible, t/m^2 .

c_u = Cohesión de suelo, t/m^2 .

N_c = Factor de capacidad de carga, adimensional.

F_r = Factor de resistencia, adimensional.

Se analizó la capacidad de carga para las diferentes alternativas con diferentes dimensiones y profundidad de desplante, obteniendo los valores que se muestran en las siguientes tablas:

CAPACIDAD DE CARGA EN ton/m^2 PARA ZAPATAS CORRIDAS PARA OFICINAS.

Desplante en mts	Ancho=0.75 m	Ancho=1.0 m	Ancho=1.25 m	Ancho=1.50 m
0.75	3.27	3.17	3.12	3.08
1.0	3.76	3.62	3.54	3.49
1.25	4.24	4.06	3.96	3.90

Tabla No. 1

CAPACIDAD DE CARGA EN ton/m^2 PARA LOSAS CORRIDAS PARA TANQUES.

Desplante en Mts	Dimensiones de las losas en mts			
	4 x 25	4 x 30	25 x 39	30 x 39
0.0	3.74	3.72	4.17	4.29
0.75	4.90	4.88	5.19	5.30
1.0	5.29	5.27	5.33	5.64

2.0	6.84	6.81	6.89	7.00
3.0	8.39	8.36	8.25	8.35

Tabla No.2

Las capacidades de carga evaluadas, están afectadas por un factor de resistencia de 0.35 para zapatas corridas y de 0.70 para losas.

También se determinó la capacidad de carga para pilas trabajando de punta desplantadas sobre un material cohesivo mediante la siguiente expresión:

$$Q_{ap} = (c_u \cdot N_c \cdot F_r + p_v) \cdot A_p$$

Donde:

Q_{ap} = Capacidad de carga admisible por punta, en ton.

c_u = Cohesión del estrato de apoyo, en ton/m².

N_c = Coeficiente de capacidad de carga, adimensional.

F_r = Factor de resistencia, adimensional.

p_v = Presión vertical total a la profundidad de desplante, en ton/m².

A_p = Area transversal de la pila, en m.

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA PARA PILAS EN toneladas

Longitud de la pila Mts	Diámetro de la pila en mts			
	0.60	0.80	1.0	1.20
11.0	12.23	23.43	38.17	56.48
16.0	25.62	47.22	75.36	110.02

4.5.4 ANÁLISIS DE COMPENSACIÓN PARA LA SOLUCIÓN POR MEDIO DEL CAJON.

Se efectuó un análisis de compensación para la segunda alternativa de cimentación de tanques considerando la carga estática crítica de los tanques

más el peso de la cimentación y un relleno ligero, contrarrestando la reacción ejercida por el subsuelo al ser desalojada una cantidad de suelo.

Para estimar la carga estática de la cimentación, se consideró el peso del tanque lleno de agua más peso de tara de 300 toneladas para un área de contacto de 4.0 m x 25.0 m, dando como resultado una presión de 3.0 ton/m² más peso de la cimentación igual a 1.0 ton/m², nos resulta un peso total de 4.0 ton/m², como la condición de peso más crítica que se puede presentar para una losa en este caso. A este valor falta agregar el peso del relleno ligero compuesto por un concreto cuya densidad es de 0.60 ton/m³, el cual estará en función de la profundidad de desplante.

Considerando esta carga estática estimada de 4.0 ton/m², Peso Volumétrico Húmedo del suelo igual a 1.323 ton/m², y la siguiente expresión:

$$(W_e + pr) - psd = p_e$$

donde:

W_e = Carga estática de la estructura incluyendo la cimentación, t/m².

pr = Peso del relleno ligero a la profundidad de desplante, t/m².

psd = Peso del suelo desalojado, t/m².

p_e = Presión ejercida al subsuelo, t/m².

Se obtiene la siguiente tabla:

Profundidad de desplante (m)	Peso del suelo desalojado (ton/m ²)	Carga estática (ton/m ²)	Peso del relleno ligero (ton/m ²)	Presión neta ejercida (ton/m ²)
1.0	1.323	4.0	0.6	3.277
1.50	1.984	4.0	0.9	2.915
2.0	2.646	4.0	1.20	2.554
2.50	3.307	4.0	1.50	2.192
3.0	3.969	4.0	1.80	1.831
3.30	4.365	4.0	1.98	1.614
3.60	4.726	4.0	2.16	1.397
3.90	5.159	4.0	2.34	1.180

De esta tabla se observa que la presión neta ejercida sobre el subsuelo a la profundidad de 3.90 m (profundidad del NAF) es igual a 1.180 ton/m², presentándose una cimentación parcialmente compensada, lo cual nos generará deformaciones verticales mínimas.

4.6 CONCLUSIONES

De este informe se resume y concluye lo siguiente:

* El sitio en estudio se ubica dentro de la Zona Sísmica B, según el Manual de Diseño de Obras Civiles editado por la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, para un tipo de suelo Tipo III.

- Se analizó la capacidad de carga para las diferentes alternativas con diferentes dimensiones y profundidad de desplante, obteniendo los valores que se muestran en la tablas no. 1 y 2 descritas en el punto 4.5.3

* También se evaluó la capacidad de carga para pilas trabajando de punta desplantadas a 11.0 y 16.0 m de profundidad ya afectadas por el factor de resistencia.

* Se efectuó un análisis de compensación para la primera alternativa de cimentación de tanques considerando el peso del tanque lleno de agua más peso de tara de 300 toneladas en un área de contacto de 4.0 m x 25.0 m, dando como resultado una presión de 3.0 ton/m² más peso estimado de la cimentación igual a 1.0 ton/m², nos resulta un peso total de 4.0 ton/m², como la **condición de peso más crítica que se puede presentar para una losa en este caso**. A este valor falta agregar el peso del relleno ligero compuesto por un concreto cuya densidad es de 0.60 ton/m³, el cual estará en función de la profundidad de desplante. Obteniendo que a una profundidad de desplante de 3.90 m se llega a una cimentación parcialmente compensada, la cual produce un esfuerzo neto de 1.18 ton/m², por lo que se tendrán deformaciones verticales mínimas.

* Como otra alternativa, se analizaron pilas de cimentación desplantadas a 11.0 m, pero debido a que el estrato de apoyo no se presenta uniforme, aunado a que por debajo de esta capa se tienen suelos muy compresibles, se descarta esta alternativa.

* Se analizaron pilas a 16.0 m, presentan mayor capacidad de carga, mayor espesor de la capa de apoyo, por lo tanto, se considera como última opción la cual puede ser adoptada. Sin embargo existe la posibilidad de utilizar cajones parcialmente compensados. Ambas propuestas deberán ser analizadas por el especialista en estructuras y determinar cual es la más económica y segura.

4.7 RECOMENDACIONES.

Para el buen funcionamiento de las estructuras proyectadas y considerando que el proyecto requiere de 0.0 cm de deformaciones verticales en la cimentación de los tanques, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

4.7.1 DISEÑO

- * La cimentación de las oficinas podrá ser a base de zapatas corridas desplantadas a 0.75 m como mínimo y ancho mínimo de 0.75 m, diseñadas para una presión de contacto máxima de 3.0 ton/m².
- * Si el proyecto estructural lo requiere, la profundidad de desplante y/o el ancho de las zapatas podrá ser mayor.
- * La cimentación para apoyar los tanques podrá ser a base de cuatro pilas de punta por cada tanque, desplantadas a 16.0 m de profundidad a partir del nivel del terreno natural actual con un diámetro de 1.2 m, o mayor si así lo dicta el diseño estructural, para una capacidad de carga de 110.0 toneladas por pila. Ver figuras 28 a 30.
- * La distancia y distribución de las pilas estará determinada por el proyecto estructural.
- * La capacidad de carga descrita podrá incrementarse por acciones dinámicas hasta en un 20%.
- * El factor sísmico a emplear corresponderá a la zona sísmica B, para un suelo tipo III, según el Manual de Diseño de Obras Civiles editado por la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

4.7.2 EXCAVACIÓN Y RELLENOS

- * La excavación para las cepas de las zapatas, se podrá realizar con equipo pesado hasta 10 cm antes del nivel de excavación y estos últimos se afinarán a mano.
- * Inmediatamente se aplicará una plantilla de 10 cm de espesor con concreto $F'c=100$ kg/cm².
- * El suelo producto de excavación no se podrá emplear como relleno para las cepas, éste tendrá que ser material producto de banco de préstamo siempre y cuando cumplan con las siguientes características:
 - Límite líquido 28 % máx.
 - Índice plástico 8 % máx.
 - Contracción lineal 2.5 % máx.
- * El relleno se aplicará en capas de 20 cm y se compactará al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo y Humedad Óptima.

4.7.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PILAS COLADOS EN EL LUGAR.

4.7.3.1 EXCAVACIÓN

- * Se entenderá por excavación o perforación un barreno cilíndrico vertical en subsuelo, el cual deberá ser estable en sus paredes hasta la profundidad que deba ser de acuerdo con el estudio de cimentación correspondiente y que tenga la sección transversal de forma y dimensiones acordes con las cargas por transmitir al subsuelo y con la capacidad de carga de diseño.
- * El equipo empleado para realizar la perforación podrá ser con ayuda de una perforadora a rotación montada sobre una grúa fija o móvil. Tal equipo deberá proporcionar variación de velocidad de perforación, para ser regulada de tal manera que no provoque caídos.
- * Se deberá contar con la herramienta propia para perforar los suelos que conforman la estratigrafía, así como también la capa de apoyo compuesta por arcilla muy dura y durísima. La herramienta puede estar compuesta por barrenos helicoidales con dientes de tungsteno, complementado con botes cortadores y botes limpiadores de azolve.
- * La herramienta de perforación deberá garantizar el diámetro de proyecto en toda la longitud de la perforación.
- * La perforación no deberá permanecer abierta más de 24 horas ya que tiempos prolongados de construcción pueden dar lugar a relajamientos de esfuerzos en el sitio, lo cual permitiría cierto desplazamiento del suelo hacia el interior del barreno, teniendo así una disminución de la resistencia al corte y por consiguiente mal comportamiento de la pila.
- * El equipo deberá ser seleccionado en relación al tipo de suelo y siendo también importante la condición del lugar.
- * Para evitar caídos en ésta zona, debido a la existencia de lentes arenosos y de consistencia blanda, así como para evitar tubificaciones por presiones hidrostáticas, se recomienda el empleo de lodos bentoníticos de alta densidad (de 1.05 a 1.10 kg/lt).
- * El lodo estabilizador se deberá sustituir progresivamente al material extraído de la perforación, teniendo especial cuidado de mantener el nivel de éste, cercano al brocal, para garantizar la presión hidrostática máxima sobre las paredes.

4.7.3.2 COLOCACIÓN DEL ARMADO DE REFUERZO

- * Durante la colocación del acero deberá cuidarse en caso que no se utilice además, que se recargue en las paredes para evitar caídos de material.

* El armado deberá ser colocado verticalmente y centrado con respecto al barreno, con la finalidad de que se garantice el recubrimiento del acero de refuerzo para evitar los agentes adversos atmosféricos y químicos que dañen el acero.

* El armado una vez lograda su verticalidad y centrado, deberá fijarse con una estructura especial para evitar los movimientos durante el proceso de colado.

* Se recomienda que el recubrimiento sea como mínimo 8 cm en un ambiente agresivo.

4.7.3.3 COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN EL BARRENO.

* Además de los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales que interviene en la elaboración del concreto, deberán cuidarse los siguientes aspectos.

* El tamaño máximo del agregado no será mayor de $2/3$ de la abertura mínima entre el acero de refuerzo o del espesor del recubrimiento, lo que sea más pequeño.

* El revenimiento se recomienda de 15 ± 2 cm, además del uso de aditivos que retrasen el tiempo de fraguado para mejor trabajabilidad. Es importante asegurar un colado continuo para evitar juntas frías.

* La colocación del concreto deberá asegurar en todo momento su integridad y continuidad.

* Antes de iniciar el colado del concreto, deberá realizarse un lavado del fondo del barreno para remover los sedimentos y ponerlos en suspensión.

* Se recomienda emplear una o varias tuberías estancas (Tremie) de acuerdo con las dimensiones de la pila, cuyo diámetro interno sea por lo menos seis veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso del concreto.

* La tubería podrá estar integrada por tramos de 3 m de longitud como máximo, que sean fácilmente desmontables, por lo que se recomienda que tengan cuerdas de listón o trapezoidales.

* La tubería debe ser totalmente lisa por dentro y de preferencia que también por fuera; lo primero para facilitar el flujo interno y lo segundo para evitar atoramientos en el acero de refuerzo.

* Por arriba de la tubería se acoplará una tolva para recibir el concreto, de preferencia de forma cónica y con un ángulo comprendido entre 60 y 80° .

* El procedimiento de colado mediante tubería Tremie se debe colocar a partir del fondo del barreno dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma.

4.7.3.4 GENERALES PARA PILAS

* La realización de los barrenos se llevará a cabo de una manera alterna, es decir, se dejará el espacio de una pila entre la perforación de una pila y otra, con la finalidad de no remoldear el suelo adyacente entre pila y pila durante el proceso constructivo.

* Se podrá realizar la perforación de la pila de en medio, cuando haya fraguado el concreto de las pilas aledañas a ella, considerando un tiempo mínimo de 24 horas.

4.7.4 INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE PILAS.

4.7.4.1 INSPECCIÓN

La inspección y verificación de pilas incluye entre otros aspectos:

- La corroboración de su localización.
- La inspección directa de la excavación
- La protección del barreno y de las construcciones vecinas
- La calidad (viscosidad, densidad, contenido de arena, etc) de los lodos bentoníticos de perforación.
- La verificación de la verticalidad del barreno y de las dimensiones del fuste.
- La confirmación de la profundidad de desplante adecuada de la capacidad de carga del estrato de apoyo
- La verificación de la calidad de los materiales usados para el concreto.
- La verificación de que los procedimientos de colocación del concreto sean adecuados.
- Deberá marcarse con una estaca la localización exacta de cada una de las pilas y verificar su posición inmediatamente antes de la construcción de cada unidad topográficamente. Después de terminada la instalación, la localización de cada elemento se deberá comparar con la tolerancia permisible prevista.

4.7.4.2 EXCAVACIÓN

Entre los conceptos que se deben verificar durante la excavación son:

- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación individual, hora de inicio y terminación de la excavación, equipo utilizado, personal a cargo etc.
- Vibrar los últimos metros (de 1.5 a 3 m) cuando el revenimiento haya sido menor a 10 cm.

4.7.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA PILAS

- Localización. La localización de la pila debe hacerse topográficamente, durante el proceso de perforación, máximo se debe aceptar un 4 % de desviación en relación al diámetro de la pila en cualquier dirección, mismo que debe considerarse en el diseño estructural.
- Verticalidad. La desviación vertical de la pila deberá estar comprendida en 1 % de la longitud de la pila.
- Se deberá remover el material suelto y el azolve antes de colocar el concreto en el fondo de la pila.

4.7.6 INFORME PARA PILAS

Se deberá llevar un control de diario de las actividades, para presentar al director de obra, proyectista estructural y mecánica de suelos en formas preparadas ex profeso. Los cuales deberán tener la siguiente información:

- a) Localización y dimensión de pilas
- b) Elevación de brocal y fondo de pila.
- c) Registro de verticalidad de la pila.
- d) Método de perforación
- e) Perfil estratigráfico
- f) Descripción de las condiciones de aguas freáticas
- g) Descripción de las obstrucciones y tipo de éstas
- h) Descripción de cualquier movimiento del suelo o pérdida de éste así como sus métodos de control.
- i) Dimensiones del barreno en campo
- j) Método de limpieza de los barrenos
- k) Elevación del material de apoyo, velocidad de avance en el material de apoyo y profundidad de empotre y obtención de muestras para su clasificación.
- l) Método de colocación del concreto. Registro de la carga de altura del concreto y nivel de concreto al comenzar el vibrado.

- m) Registro de la condición del concreto entregado en obra, registrando pruebas de revenimiento y toma de muestras.
- n) Registro de cualquier desviación de especificaciones y decisiones tomadas con respecto a la obra durante el proceso constructivo, debe estar autorizado por el especialista en mecánica de suelos.

4.8 FIGURAS

4.8.1.- ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.- Croquis de localización del sitio y sondeos.
- 2.- Perfil estratigráfico del sondeo exploratorio mixto SM-1
- 3.- Perfil estratigráfico del sondeo exploratorio mixto SM-2
- 4.- Perfil estratigráfico del sondeo exploratorio SE-3
- 5.- Perfil estratigráfico del sondeo exploratorio SE-4
- 6.- Perfil estratigráfico del sondeo exploratorio a cielo abierto PCA-01.
- 7 a 11 Resúmen de propiedades índice.
- 12 a 17 Gráfica esfuerzo vs deformación del ensaye de resistencia a la compresión axial.
- 18 a 23 Gráfica esfuerzo vs deformación del ensaye de resistencia a la compresión triaxial.
- 24 a 27 Ensayes de consolidación unidimensional.
- 28 a 29 Propuesta de cimentación con pilas.
- 30 a 31 Esquema de las pilas en los sondeos.

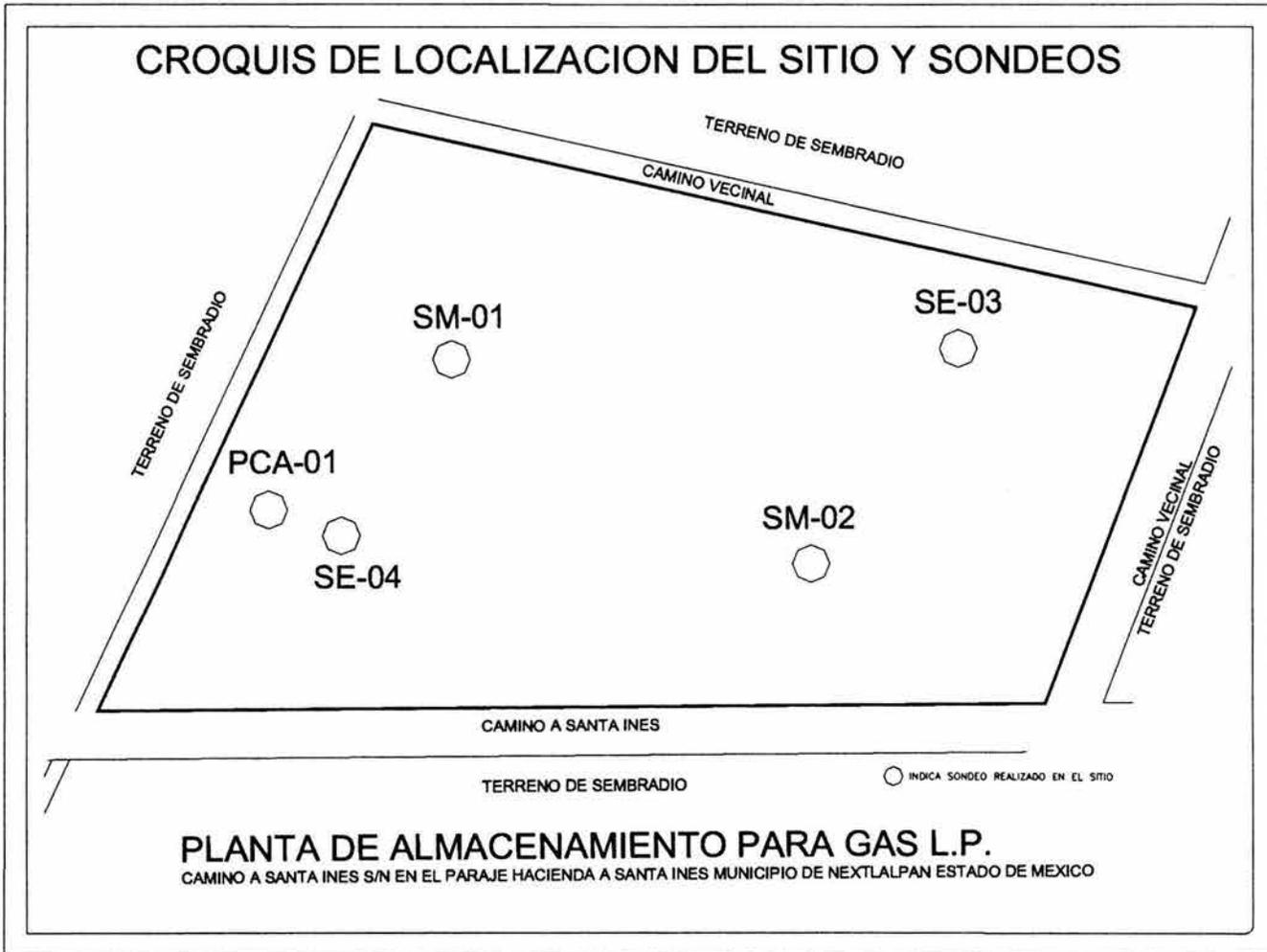
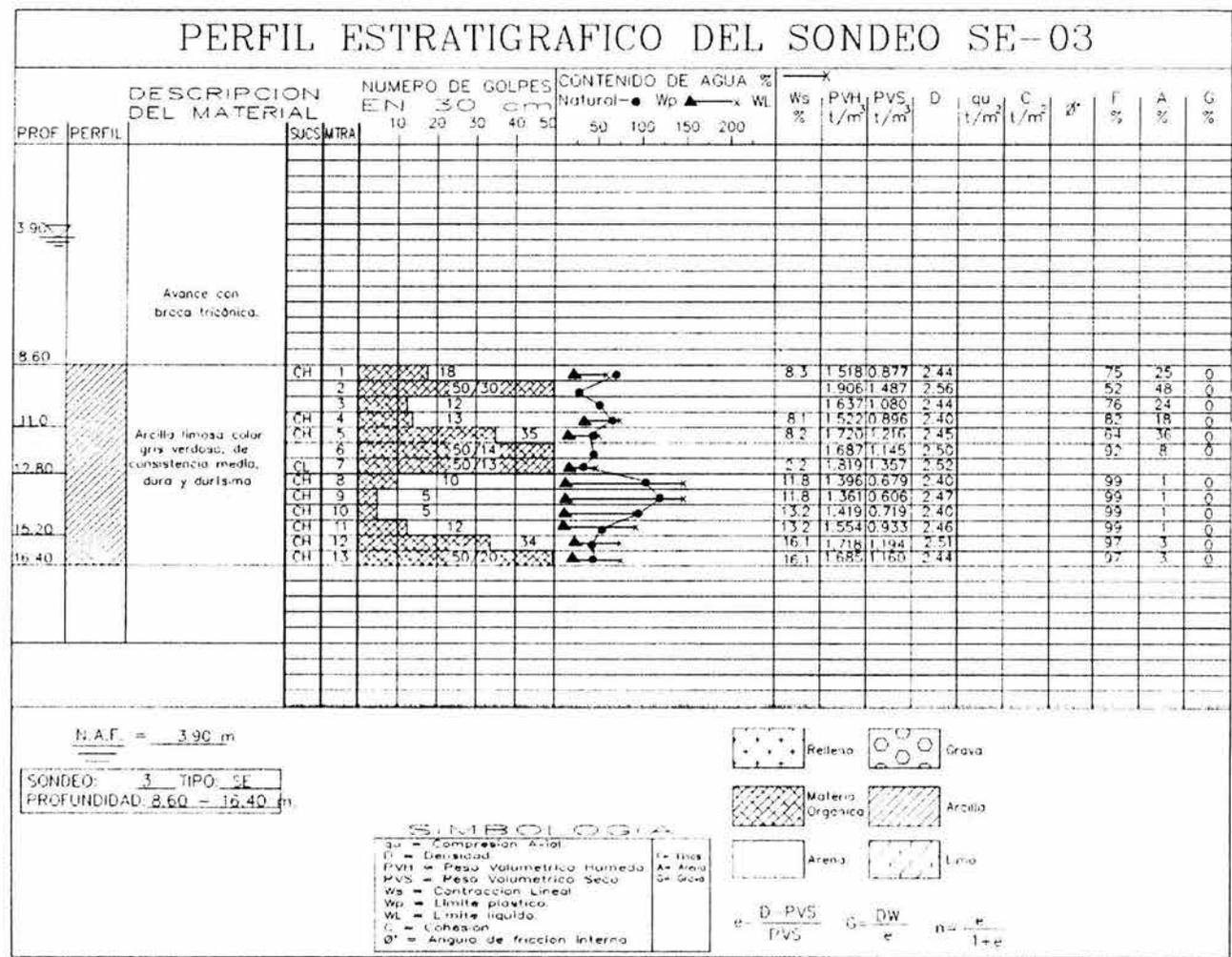


Fig. 1

Fig. 4



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO SE-04

PROF	PERFIL	DESCRIPCION DEL MATERIAL	SUCS	MTRA	NUMERO DE GOLPES EN 30 cm					CONTENIDO DE AGUA %				Ws %	PvH ₃ t/m ³	PVS ₃ t/m ³	D	qu t/m ²	C t/m ²	θ°	F %	A %	G %
					10	20	30	40	50	50	100	150	200										
3.90		Avance con broca tricónica																					
8.0																							
8.60		Arena arcillosa suelta	SC	1		3																	
9.20		Arcilla limosa dura	CH	2			15																
9.80		Arena arcillosa densa	SC	3		50	30	5															
				4				17															
				5					10														
11.60				6					20														
				7						39													
12.80		Arcilla limosa color gris verdoso, de consistencia media, dura y durísima	CH	8						40													
				9																			
				10						8													
				11						0													
15.20				12						6													
				13																			
				14																			
17.0				15																			
				16																			
21.0		Arcilla limosa color gris verdoso, de consistencia durísima	CH	16						28													
				17																			
22.45				18																			

N.A.F. = 3.90 m

SONDEO: 4 TIPO: SE
PROFUNDIDAD: 8.0 - 22.45m

SIMBOLOGIA

<p>qu = Compresion Axial D = Densidad PvH = Peso Volumetrico Humedo PVS = Peso Volumetrico Seco Ws = Contraccion Lineal Wp = Limite plastico WL = Limite liquido C = Cohesion θ = Angulo de friccion interna</p>	<p>F = Fines A = Arena G = Grava</p>
--	--

	Relleno		Grava
	Materia organica		Arcilla
	Arena		Limo

$$e = \frac{D - PVS}{PVS} \quad \gamma_s = \frac{DW}{e} \quad n = \frac{e}{1+e}$$

Fig. 5

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA-01

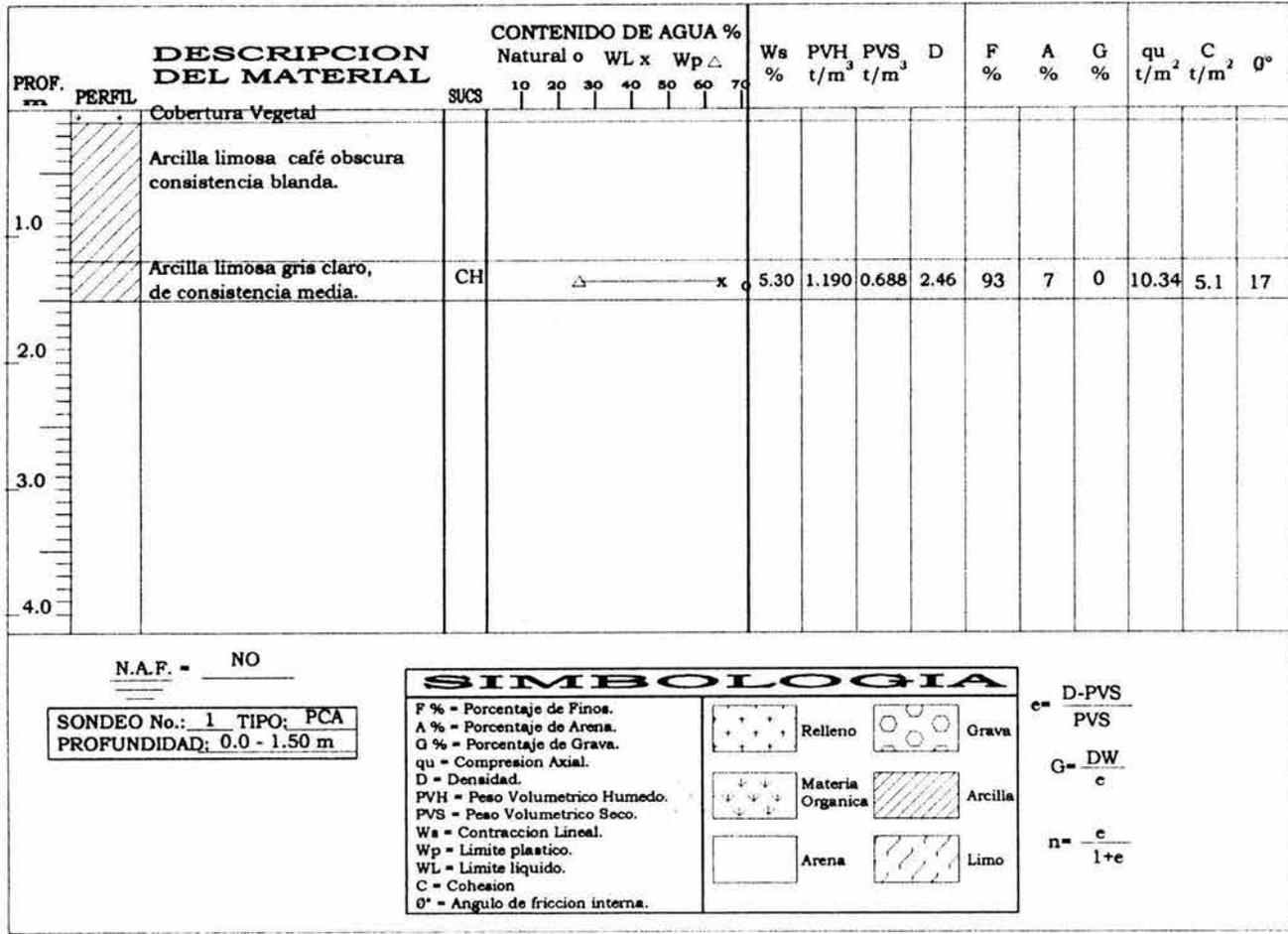


Fig. 6

	RESUMEN DE PROPIEDADES
--	-------------------------------

OBRA: PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. SONDEO: SM-01 HOJA:
 UBICACION: CAMINO A SANTA INES SN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. NEXTLALPAN EDO. MEXICO

PROF. DE A	No. Muestr	W %	LL %	LP %	IP %	C.Lin. %	SUC8	F %	A %	G %	8a	e	Gw %	γs kg/m ³	γh kg/m ³	S.P.T.	Qu kg/cm ²	C kg/cm ²	φ °	
0.0	0.6	1	46.27	72.22	30.36	41.86														
0.60	1.20	2	65.9	74.57	30.06	44.49	9.4	CH	88	12	0	2.24	1.34367	77	956	1368	10			
1.20	1.80	3	66.6	84.09	33.64	50.45	6.6	CH	90	10	0	2.30	1.57582	99	916	1520	6			
1.80	2.40	4	37.5						81	19	0									
2.40	3.00	5	234.1	151.57	48.2	103.37	19.0	CH	87	13	0	2.27	5.62943	94	342	1144	5			
3.00	4.00	6	188.1	126.93	36.13	87.8	18.2	CH	98	2	0	2.31	4.56913	95	415	1195	T.S.	0.449	0.38	8
4.00	4.60	7	185.3	194.16	66.21	127.95	17.6	CH	96	4	0	2.30	4.26215	100	437	1247	1			
4.60	5.20	8	49	41.63	17.22	24.41	5.3	CL	75	25	0	2.42	1.18696	100	1107	1649	6			
5.20	5.80	9	37.5	49.79	26.88	22.91	6.5	CL	76	24	0	2.44	0.91605	100	1273	1751	20			
5.80	6.40	10	24.8						7	93	0	2.57					50/30			
6.40	7.00	11	43.3	54.7	28.87	26.84	6.5	CH	79	21	0	2.42	1.04835	100	1181	1693	9			
7.00	7.60	12	43.9						71	29	0	2.38	1.04482	100	1164	1675	5			
7.60	8.20	13	38.6	35.5	16.94	18.56	4.1	CL	86	14	0	2.39	0.92254	100	1243	1723	15			
8.20	8.80	14	63.1	62.95	25.54	37.41	7.5	CH	95	5	0	2.31					4			
8.80	9.40	15	83.22	56.24	25.25	30.99	9.2	CH				2.31	1.92236	100	790	1448	25			
9.40	10.00	16	29.3	56.24	25.25	30.99	9.2	CH				2.46	0.72078	100	1430	1648	50/7			
10.00	10.60	17	40.5	60.91	21.03	36.88	11.6	CH	91	9	0	2.43	0.98415	100	1225	1721	42			
10.60	11.20	18	46.8	60.91	21.03	36.88	11.6	CH	91	9	0	2.39	1.11852	100	1128	1656	30			
11.20	11.80	19	34.7						81	19	0	2.35	0.81545	100	1284	1744	50/30			
11.80	12.40	20	41.66						81	19	0	2.34	0.97461	100	1186	1679	60/13			
12.40	13.00	21	31.8						86	14	0	2.38					50/10			
13.00	13.60	22	117.6	137.33	43.25	94.06	19.0	CH	88	1	0	2.28	2.68128	100	619	1348	12			
13.60	14.20	23	106.6	206.29	64.7	141.50	26.0	CH	97	3	0	2.40	2.5584	100	674	1393	T.S.	0.221	0.08	19
14.20	15.20	24	103.2	137.33	43.25	94.06	19.0	CH	98	1	0	2.32	2.36424	100	684	1368	13			
15.20	15.80	25	75.1	88.32	29.59	58.73	12.5	CH	96	2	0	2.34	1.75734	100	849	1486	45			
15.80	16.40	26	48.4	73.49	34.26	39.23	17.4	CH	97	3	0	2.48	1.19064	100	1123	1665	43			
16.40	17.00	27	52.6	73.49	34.26	39.23	17.4	CH	97	3	0	2.45	1.2887	100	1070	1634	50/30			
17.00	17.60	28	43.8	73.49	34.26	39.23	17.4	CH	98	2	0	2.47	1.08186	100	1186	1706	30			
17.60	18.20	29	47.8						97	3	0	2.42	1.15878	100	1122	1658	34			
18.20	18.80	30	46.44						97	3	0	2.36	1.08598	100	1126	1649	33			
18.80	19.40	31	61.8	82.2	32.55	49.65	14.4	CH	100	0	0	2.37	1.46466	100	962	1556	35			
19.40	20.00	32	67.3	82.2	32.55	49.65	14.4	CH	100	0	0	2.33	1.56809	100	907	1518	36			

FIG. 7

	RESUMEN DE PROPIEDADES
--	-------------------------------

OBRA: **PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.** SONDEO: **SM-02** HOJA: _____
 UBICACION: **CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN EDO. MEXICO**

PROF. DE A	No. Muestr	W %	LL %	LP %	IP %	C.Lln. %	SUC8	F %	A %	G %	8s	e	Qw %	Ts kg/m ³	γn kg/m ³	S.P.T.	Qu kg/cm ²	C kg/cm ²	φ °	
0.0	0.6	1	46.57	87.68	30.09	57.50	8	CL	95	5	0	2.29	1.13379	94	1073	1573	14			
0.60	1.20	2	76.4						91	9	0	2.55	2.06417	94	832	1468	10			
1.20	1.80	3	79.3	88.14	25	43.14	8.6	CH	88	32	0	2.60	2.36287	86	786	1374	7			
1.80	2.40	4	132.5	109.9	34.44	75.46	13.1	CH	79	21	0	2.56	3.72008	91	542	1261	2			
2.40	3.00	5	258.6	260.53	48.56	211.97	26.1	CH	98	2	0	2.37				1				
3.00	4.00	6	296.07	231.01	44.79	186.22	29.1	CH	89	11	0	2.28	6.73654	99	292	1157	T.S.	0.144	0.10	8
4.00	4.60	7	198.12						95	5	0	2.06	4.14071	100	407	1212.03	P.P.T.			
4.60	5.20	8	204.8	192.83	59.02	133.81	16.2	CH	93	7	0	2.23	4.56704	100	401	1221	1			
5.20	5.80	9	45.6	44.21	21.87	22.34	6.5	CL	72	28	0	2.45	1.1172	100	1157	1686	14			
5.80	6.40	10	32.1	44.36	25.99	18.37	5.2	SC	39	61	0	2.90	0.8025	100	1387	1832	20			
6.40	7.00	11	42.39	51.5	18.51	32.99	5.4	CH	88	12	0	2.42	1.02564	100	1195	1701	50/15			
7.00	7.60	12	41.5	51.5	18.51	32.99	5.4	CH				2.40	0.996	100	1202	1701	12			
7.60	8.00	13	36.06	25.48	13.06	12.42	2	SC	49	51	0	2.51	0.90561	100	1317	1792	T.S.	0.271	0.11	10
8.00	8.60	14	26.2					SC	30	70	0	2.53	0.66268	100	1521	1920	7			
8.60	9.20	15	64	61.14	22.07	39.07	7.3	CH	93	7	0	2.30	1.472	100	930	1526	12			
9.20	9.80	16	35.9	41.41	24.12	17.29	6.2	CL	71	29	0	2.37	0.85083	100	1261	1740	50/30			
9.80	10.40	17	40.2	41.41	24.12	17.29	6.2	CL	70	30	0	2.40	0.9648	100	1221	1713	30			
10.40	11.00	18	30.4	41.41	24.12	17.29	6.2	CL	72	28	0	2.42	0.73668	100	1394	1818	34			
11.00	11.60	19														50/15				
11.60	12.20	20	26.2						83	17	0	2.29	0.56996	100	1431	1808	50/20			
12.20	12.80	21														50/20				
12.80	13.40	22	116.78	138.89	45.64	90.25	21.2	CH	99	1	0	2.29	2.67426	100	823	1351	10			
13.40	14.00	23	125.48	140.57	33.69	106.88	15.1	CH	99	1	0	2.19	2.74801	100	584	1318	T.S.	0.479	0.45	9
14.00	15.00	24	79.6	98.19	35.71	82.48	12.1	CH	99	1	0	2.33	1.85488	100	816	1466	11			
15.00	15.60	25	70.6	98.19	35.71	82.48	12.1	CH	99	1	0	2.35	1.8591	100	864	1508	30			
15.60	16.20	26	65.03	73.11	34.09	39.02	10.0	CH	94	6	0	2.38	1.54771	100	934	1542	34			
16.20	16.80	27	46.8						99	1	0	2.38	1.11384	100	1126	1653	40			
16.80	17.40	28	51	73.39	26.02	47.37	15.7	CH	87	13	0	2.38	1.2138	100	1075	1623	50/30			
17.40	18.00	29	50.7	73.39	26.02	47.37	15.7	CH	87	13	0	2.40	1.2188	100	1083	1632	35			
18.00	18.60	30	122.6	134.68	42.23	92.45	20.0	CH	98	2	0	2.32	2.84432	100	603	1343	31			
18.60	19.20	31	117.35	134.68	42.23	92.45	20.0	CH	98	2	0	2.31	2.71079	100	623	1363	34			
19.20	19.80	32	123.5	134.68	42.23	92.45	20.0	CH	98	2	0	2.33	2.87755	100	601	1343	28			

FIG. 8

	RESUMEN DE PROPIEDADES
--	-------------------------------

OBRA: **PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.** SONDEO: **SE-03** HOJA: _____
 UBICACION: **CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN EDO.MEXICO**

PROF. DE A	No. Muestr	W %	LL %	LP %	IP %	C.Ln. %	SUCB	F %	A %	G %	Sa	e	Gw %	γs kg/m ³	γh kg/m ³	S.P.T.	Qu kg/cm ²	C kg/cm ²	φ °
SE-03																			
0.0	8.6																		
8.60	9.20	1	73.04	66.7	23.84	42.86	8.3	CH	75	25	0	2.44	1.78218	100	877	1518			
9.20	9.80	2	26.2						52	48	0	2.56	0.72192	100	1487	1906	50/30		
9.80	10.40	3	51.6						76	24	0	2.44	1.25904	100	1080	1637			12
10.40	11.00	4	70	75.59	32.63	42.96	8.1	CH	82	18	0	2.40	1.66	100	896	1522			13
11.00	11.80	5	41.4	50.96	18.15	32.81	8.2	CH	64	36	0	2.45	1.0143	100	1216	1720			36
11.80	12.20	6	47.32						92	8	0	2.50	1.183	100	1145	1687			50/14
12.20	12.80	7	34	48.32	21.54	26.78	2.2	CL				2.52	0.8568	100	1357	1819			50/13
12.80	13.40	8	105.6	148.82	15.8	133.02	11.8	CH	99	1	0	2.40	2.5344	100	679	1396			10
13.40	14.00	9	124.6	148.82	15.8	133.02	11.8	CH	99	1	0	2.47	3.07762	100	606	1361			5
14.00	14.80	10	97.5	91.02	35.95	55.07	13.2	CH	99	1	0	2.40	2.34	100	719	1419			5
14.80	15.20	11	66.51	91.02	35.95	55.07	13.2	CH	99	1	0	2.46	1.63615	100	933	1554			12
15.20	15.80	12	43.9	75.42	25.06	50.36	16.1	CH	97	3	0	2.51	1.10189	100	1194	1718			34
15.80	16.40	13	45.2	75.42	25.06	50.36	16.1	CH	97	3	0	2.44	1.10288	100	1160	1685			50/20

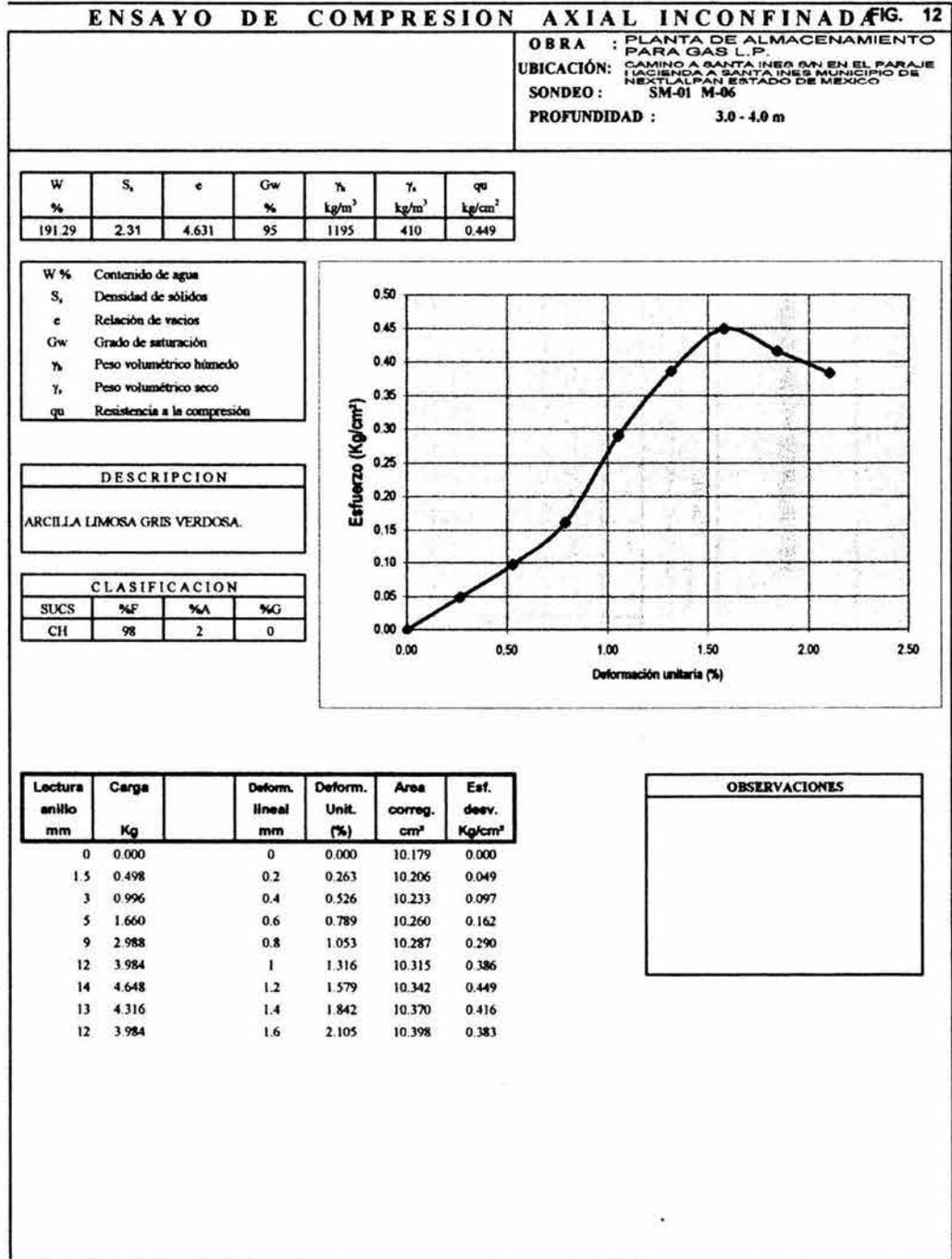
FIG. 9

	RESUMEN DE PROPIEDADES
--	-------------------------------

OBRA: **PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.** SONDEO: **SE-04** HOJA: _____
 UBICACION: **CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN EDO. DE MEXICO**

PROF. DE A	No. Muestr	W %	LL %	LP %	IP %	C.Lin. %	SUCS	F %	A %	G %	Se	e	Gw %	γs kg/m ³	γh kg/m ³	S.P.T.	Qu kg/cm ²	C kg/cm ²	φ °	
0.0	8.0	SE-04																		
8.00	8.80	1	79.11	71.98	26.41	45.55	8.1	SC	36	64	0	2.40	1.88664	100	828	1482.99	3			
8.80	9.20	2	39.6	53.62	19.04	34.58	7.2	CH				2.44	0.96624	100	1241	1732	15			
9.20	9.80	3	33.6	34.88	21.64	13.06	3.6	SC	25	75	0	2.48	0.83864	100	1366	1811	50/30			
9.80	10.40	4	47.9									2.43	1.16397	100	1123	1661	17			
10.40	11.00	5	76.9	86.01	32.16	53.85	10.6	CH	87	13	0	2.34	1.79946	100	836	1479	10			
11.00	11.60	6	55.71	86.01	32.16	53.85	10.6	CH	89	11	0	2.45	1.3649	100	1036	1613	20			
11.60	12.20	7	46.9						81	19	0	2.50	1.1725	100	1151	1690	39			
12.20	12.80	8	29.3	84.24	23.44	40.8	8.3	CH	86	12	0	2.26	0.86218	100	1360	1758	40			
12.80	13.40	9	87						99	1	0	2.60	2.262	100	797	1490	8			
13.40	14.00	10	125.1	142.08	40.19	101.9	19.2	CH	99	1	0	2.33	2.91483	100	595	1340	8			
14.00	14.60	11	86.7	92.7	34.88	57.82	13.6	CH	97	3	0	2.42	2.08814	100	781	1456	6			
14.60	15.20	12	66.6	92.7	34.88	57.82	13.6	CH	97	3	0	2.43	1.61838	100	928	1546	6			
15.20	15.80	13	44.4	72.32	31.46	40.86	14.2	CH	75	25	0	2.48	1.10112	100	1180	1704	32			
15.80	16.40	14	51.4	72.32	31.46	40.86	14.2	CH	74	26	0	2.37	1.21818	100	1068	1618	41			
16.40	17.00	15	49.1	72.32	31.46	40.86	14.2	CH	74	26	0	2.44	1.19804	100	1110	1656	39			
17.00	21.00																			
21.00	21.60	16	43.2	55.56	22.35	33.21	9.4	CH	76	24	0	2.46	1.06272	100	1193	1708	26			
21.60	22.20	17	32.7	56.56	22.35	33.21	9.4	CH	78	22	0	2.43	0.79461	100	1354	1797	50/30			
22.20	22.45	18	39.4	55.56	22.35	33.21	9.4	CH	77	23	0	2.46	0.97712	100	1254	1749	50/10			

FIG. 10



ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA FIG. 13

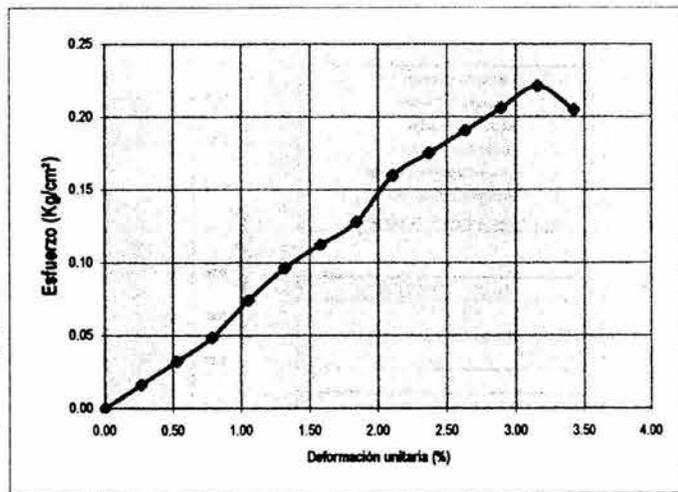
OBRA : PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
 UBICACIÓN: CAMINO A SANTA INES S/N EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO
 SONDEO : SM-01 M-23
 PROFUNDIDAD : 13.60 - 14.60 m

W %	S _s	e	G _w %	γ _h kg/m ³	γ _s kg/m ³	q _u kg/cm ²
104.72	2.4	2.527	99	1393	680	0.221

W %	Contenido de agua
S _s	Densidad de sólidos
e	Relación de vacíos
G _w	Grado de saturación
γ _h	Peso volumétrico húmedo
γ _s	Peso volumétrico seco
q _u	Resistencia a la compresión

DESCRIPCION	
ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSA.	

CLASIFICACION			
SUCS	%F	%A	%C
CH	97	3	0



Lectura anillo mm	Carga Kg	Defom. lineal mm	Defom. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. deav. Kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	10.179	0.000
0.5	0.166	0.2	0.263	10.206	0.016
1	0.332	0.4	0.526	10.233	0.032
1.5	0.498	0.6	0.789	10.260	0.049
2.3	0.764	0.8	1.053	10.287	0.074
3	0.996	1	1.316	10.315	0.097
3.5	1.162	1.2	1.579	10.342	0.112
4	1.328	1.4	1.842	10.370	0.128
5	1.660	1.6	2.105	10.398	0.160
5.5	1.826	1.8	2.368	10.426	0.175
6	1.992	2	2.632	10.454	0.191
6.5	2.158	2.2	2.895	10.482	0.206
7	2.324	2.4	3.158	10.511	0.221
6.5	2.158	2.6	3.421	10.539	0.205

OBSERVACIONES

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA FIG. 14

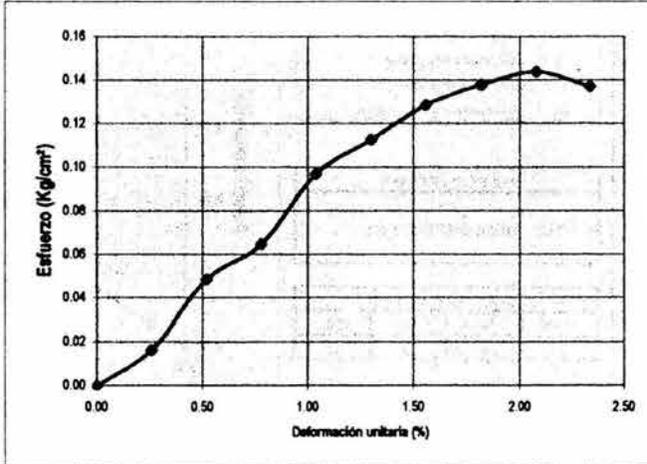
OBRA : PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
UBICACIÓN: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO
SONDEO : SM-02 M-06
PROFUNDIDAD : 3.0 - 4.0 m

W %	S _s	e	G _w %	γ _h kg/m ³	γ _s kg/m ³	q _u kg/cm ²
183.57	2.28	4.539	91	1157	408	0.144

W %	Contenido de agua
S _s	Densidad de sólidos
e	Relación de vacíos
G _w	Grado de saturación
γ _h	Peso volumétrico húmedo
γ _s	Peso volumétrico seco
q _u	Resistencia a la compresión

DESCRIPCION
 ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSA.

CLASIFICACION			
SUCS	%F	%A	%G
CH	89	11	0



Lectura anillo mm	Carga Kg	Defom. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. desv. Kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	10.179	0.000
0.5	0.166	0.2	0.260	10.205	0.016
1.5	0.498	0.4	0.519	10.232	0.049
2	0.664	0.6	0.779	10.259	0.065
3	0.996	0.8	1.039	10.286	0.097
3.5	1.162	1	1.299	10.313	0.113
4	1.328	1.2	1.558	10.340	0.128
4.3	1.428	1.4	1.818	10.367	0.138
4.5	1.494	1.6	2.078	10.395	0.144
4.3	1.428	1.8	2.338	10.422	0.137

OBSERVACIONES

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA FIG. 15

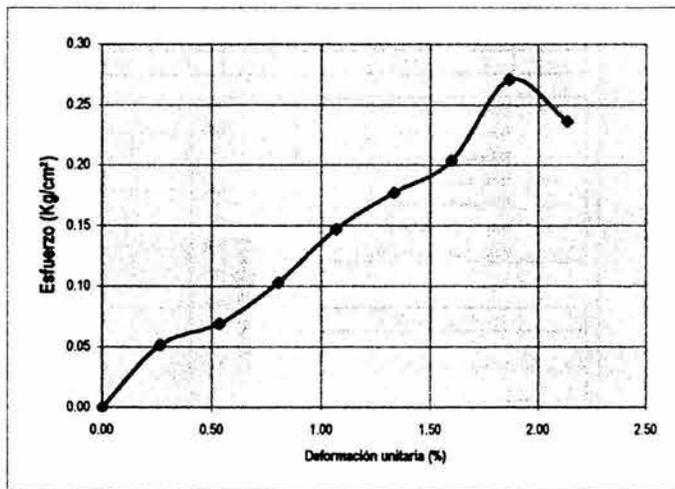
OBRA : PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
UBICACION: CAMINO A SANTA INES SN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO
SONDEO : SM-02 M-13
PROFUNDIDAD : 7.60 - 8.0 m

W %	S _s	e	G _w %	γ _h kg/m ³	γ _s kg/m ³	q _u kg/cm ²
183.57	2.51	2.972	155	1792	632	0.271

W %	Contenido de agua
S _s	Densidad de sólidos
e	Relación de vacios
G _w	Grado de saturación
γ _h	Peso volumétrico húmedo
γ _s	Peso volumétrico seco
q _u	Resistencia a la compresión

DESCRIPCION
ARENA ARCILLOSA GRIS.

CLASIFICACION			
SUCS	%F	%A	%G
SC	49	51	0



Lectura anillo mm	Carga Kg	Deform. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. dev. Kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	9.621	0.000
1.5	0.498	0.2	0.267	9.647	0.052
2	0.664	0.4	0.533	9.673	0.069
3	0.996	0.6	0.800	9.699	0.103
4.3	1.428	0.8	1.067	9.725	0.147
5.2	1.726	1	1.333	9.751	0.177
6	1.992	1.2	1.600	9.778	0.204
8	2.656	1.4	1.867	9.804	0.271
7	2.324	1.6	2.133	9.831	0.236

OBSERVACIONES

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA FIG. 16

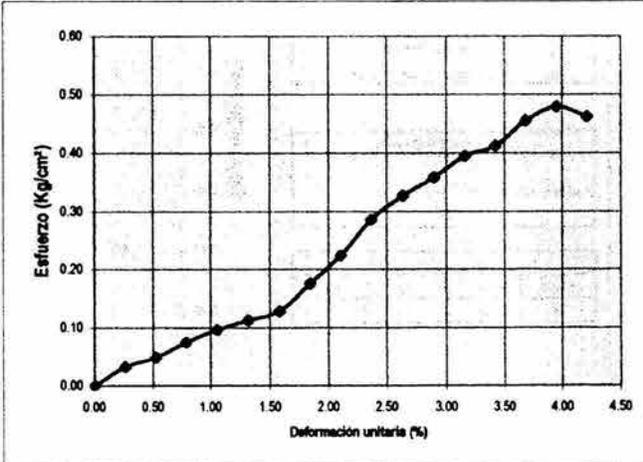
O B R A : PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
UBICACIÓN: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO
SONDEO : SM-02 M-23
PROFUNDIDAD : 13.40 - 14.40m

W	S _s	e	G _w	γ _s	γ _t	q _u
%			%	kg/m ³	kg/m ³	kg/cm ²
160.21	2.19	3.324	106	1318	507	0.479

W %	Contenido de agua
S _s	Densidad de sólidos
e	Relación de vacíos
G _w	Grado de saturación
γ _s	Peso volumétrico húmedo
γ _t	Peso volumétrico seco
q _u	Resistencia a la compresión

DESCRIPCION
 ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSA.

CLASIFICACION			
SUCS	%F	%A	%G
CH	99	1	0



Lectura anillo mm	Carga Kg	Defom. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. desv. Kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	10.179	0.000
1	0.332	0.2	0.263	10.206	0.033
1.5	0.498	0.4	0.526	10.233	0.049
2.3	0.764	0.6	0.789	10.260	0.074
3	0.996	0.8	1.053	10.287	0.097
3.5	1.162	1	1.316	10.315	0.113
4	1.328	1.2	1.579	10.342	0.128
5.5	1.826	1.4	1.842	10.370	0.176
7	2.324	1.6	2.105	10.398	0.224
9	2.988	1.8	2.368	10.426	0.287
10.3	3.420	2	2.632	10.454	0.327
11.3	3.752	2.2	2.895	10.482	0.358
12.5	4.150	2.4	3.158	10.511	0.395
13.1	4.349	2.6	3.421	10.539	0.413
14.5	4.814	2.8	3.684	10.568	0.456
15.3	5.080	3	3.947	10.597	0.479
14.8	4.914	3.2	4.211	10.626	0.462

OBSERVACIONES

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA FIG. 17

O B R A : PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
UBICACIÓN: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MPIO. DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO
SONDEO: PCA-01 M-02
PROFUNDIDAD: 1.20-1.50 m

W %	S _s	e	G _w %	γ _s kg/m ³	γ _s kg/m ³	q _u kg/cm ²
91.73	2.46	2.963	76	1190	621	1.034

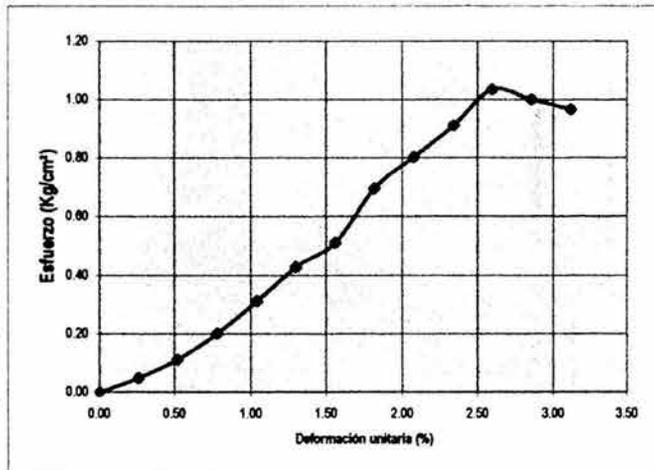
- W % Contenido de agua
- S_s Densidad de sólidos
- e Relación de vacíos
- G_w Grado de saturación
- γ_s Peso volumétrico húmedo
- γ_s Peso volumétrico seco
- q_u Resistencia a la compresión

DESCRIPCION

ARCILLA LIMOSA GRIS CLARO.

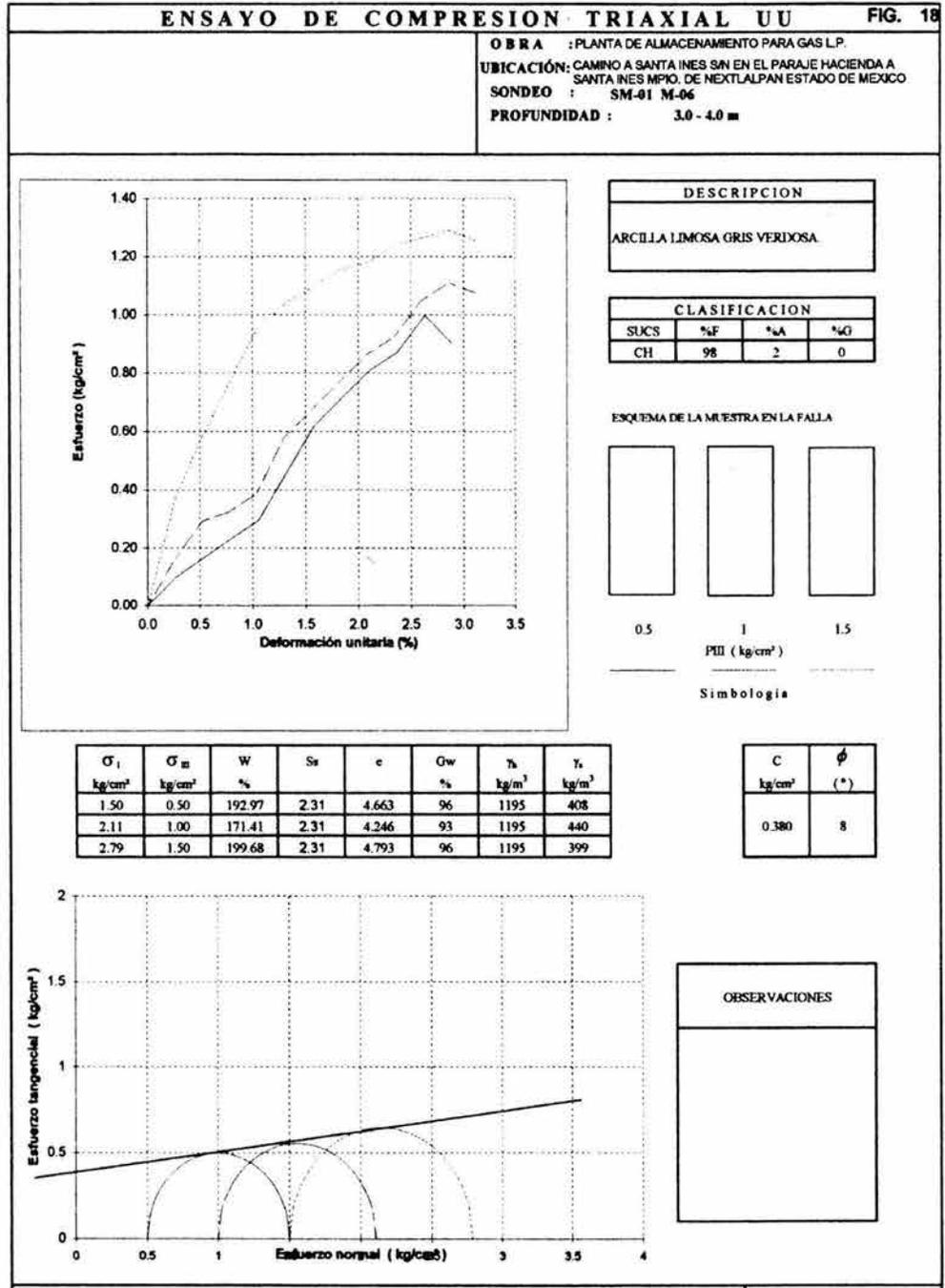
CLASIFICACION

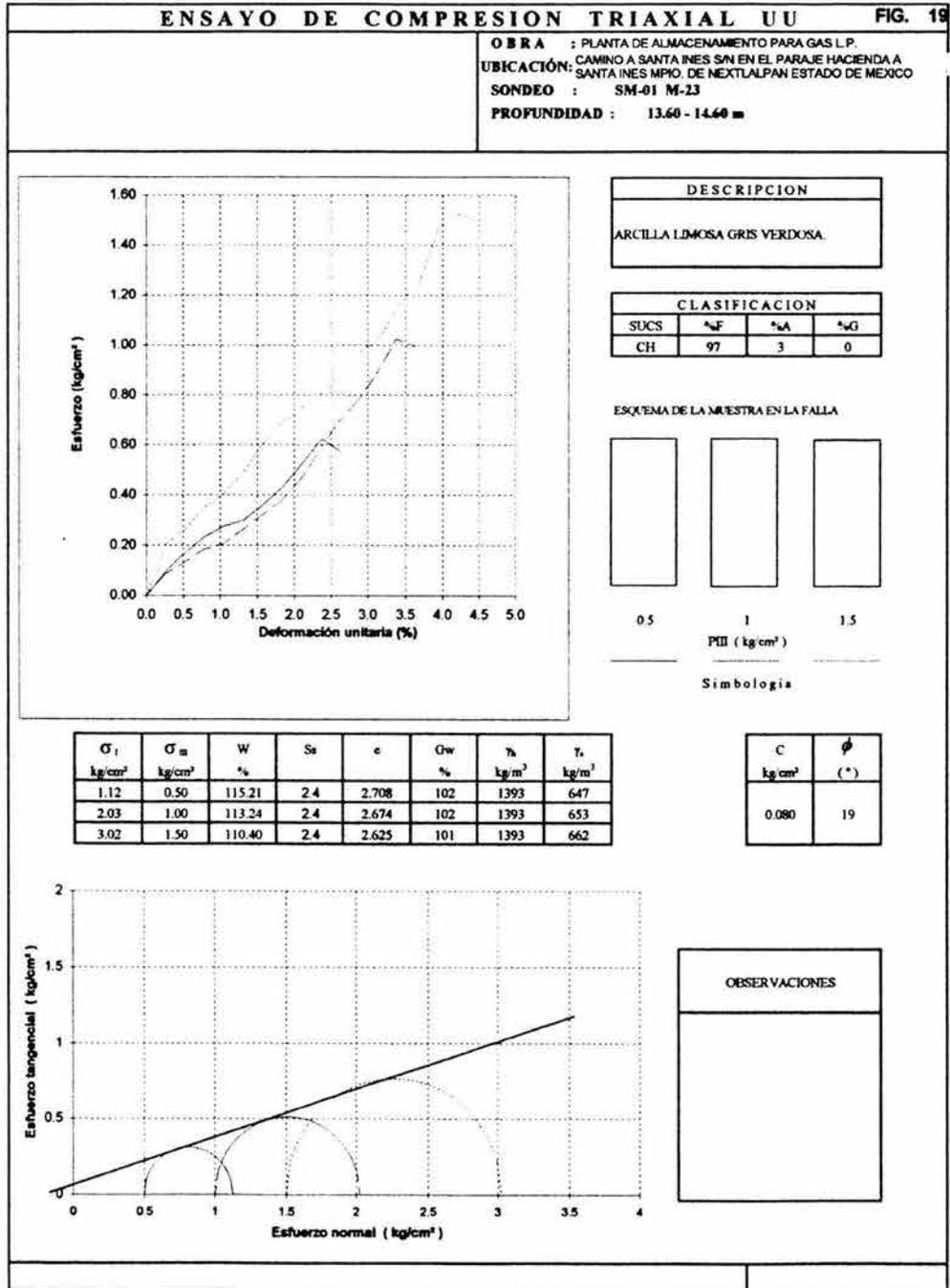
SUCS	%F	%A	%G
CH	93	7	0

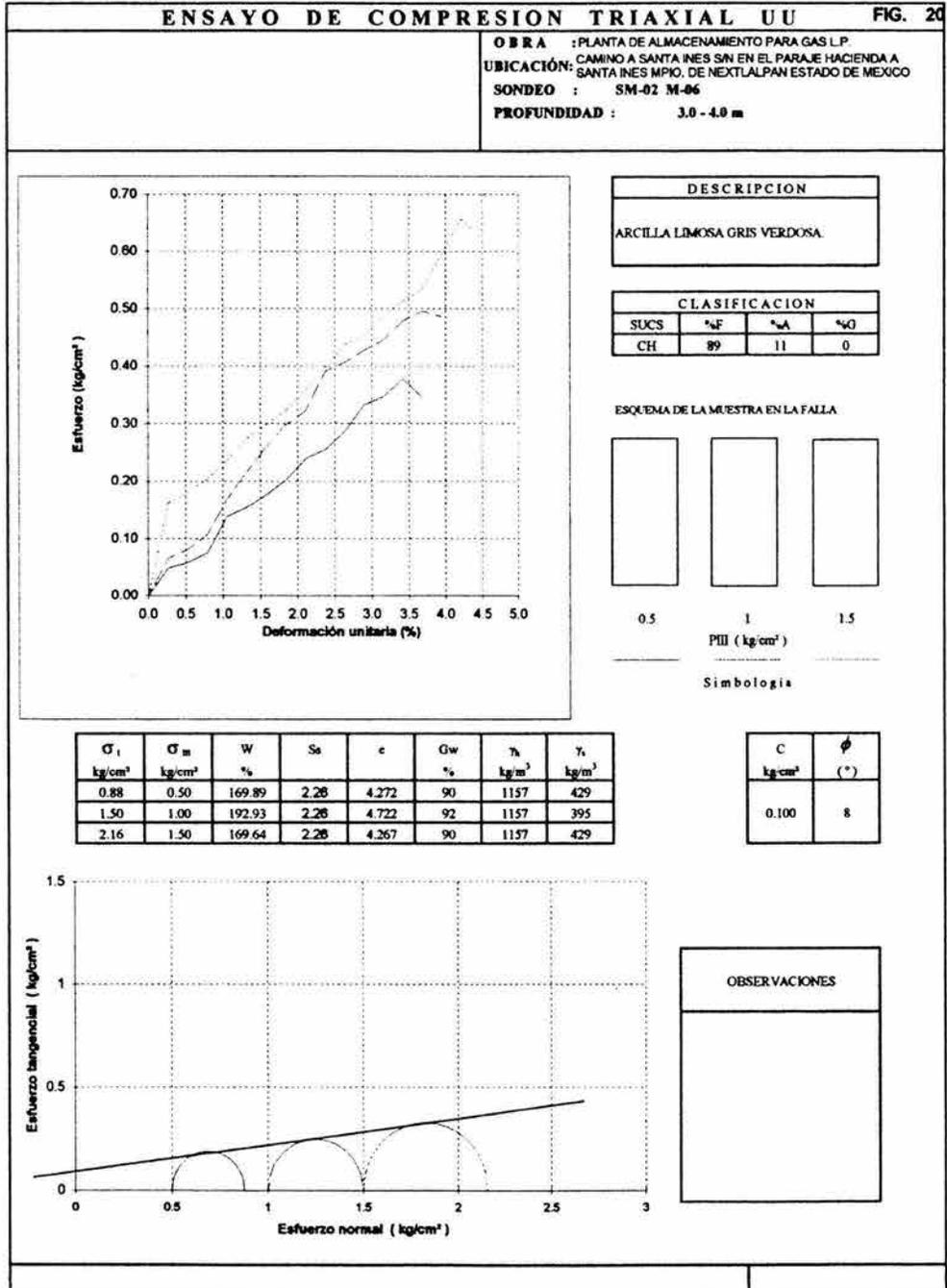


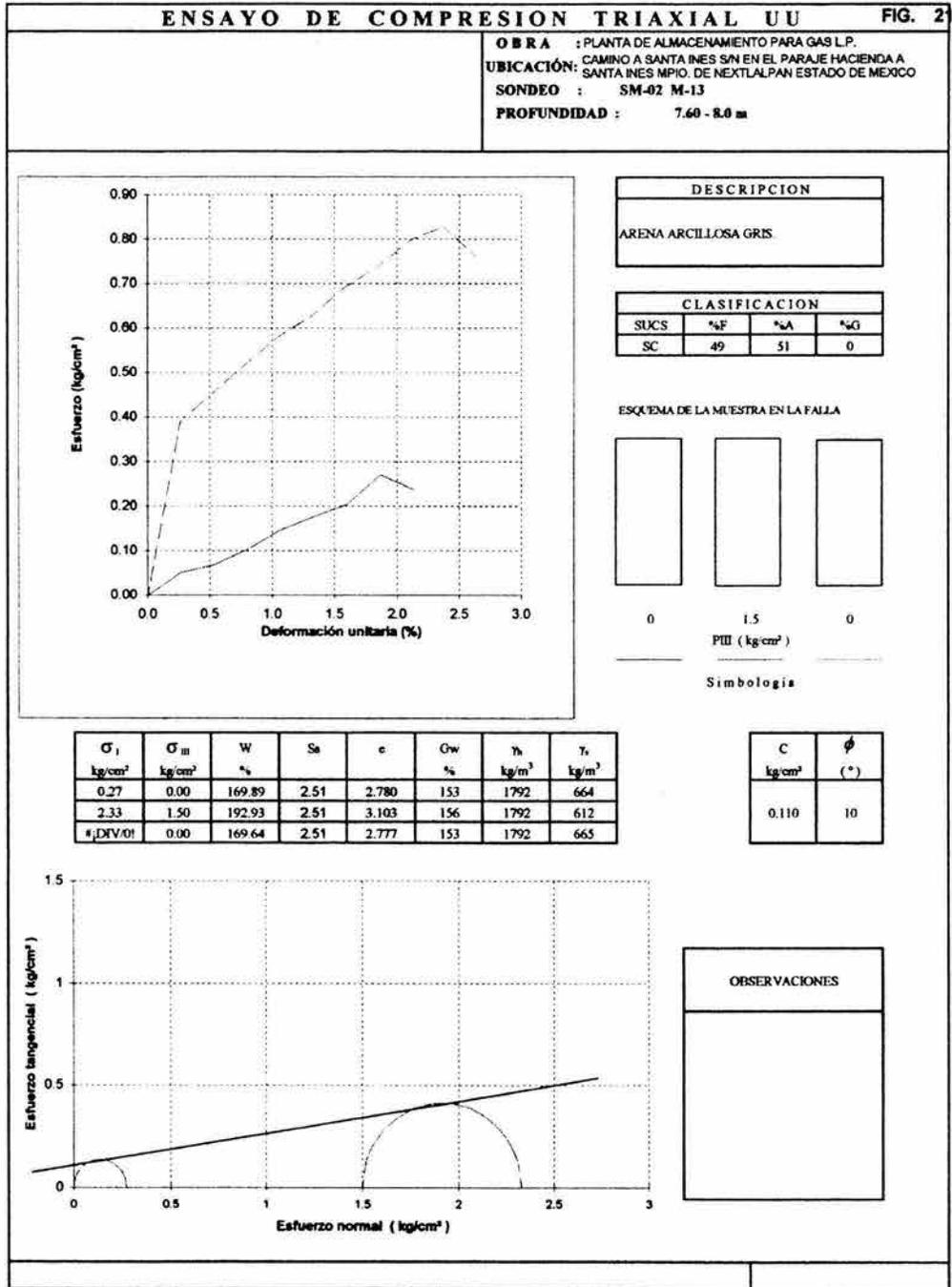
Lectura anillo mm	Carga Kg	Deform. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. desv. Kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	10.321	0.000
1.5	0.498	0.2	0.260	10.348	0.048
3.5	1.162	0.4	0.519	10.375	0.112
6.3	2.092	0.6	0.779	10.402	0.201
9.8	3.254	0.8	1.039	10.429	0.312
13.5	4.482	1	1.299	10.456	0.429
16.1	5.345	1.2	1.558	10.484	0.510
22	7.304	1.4	1.818	10.512	0.695
25.5	8.466	1.6	2.078	10.540	0.803
29	9.628	1.8	2.338	10.568	0.911
33	10.956	2	2.597	10.596	1.034
32	10.624	2.2	2.857	10.624	1.000
31	10.292	2.4	3.117	10.653	0.966

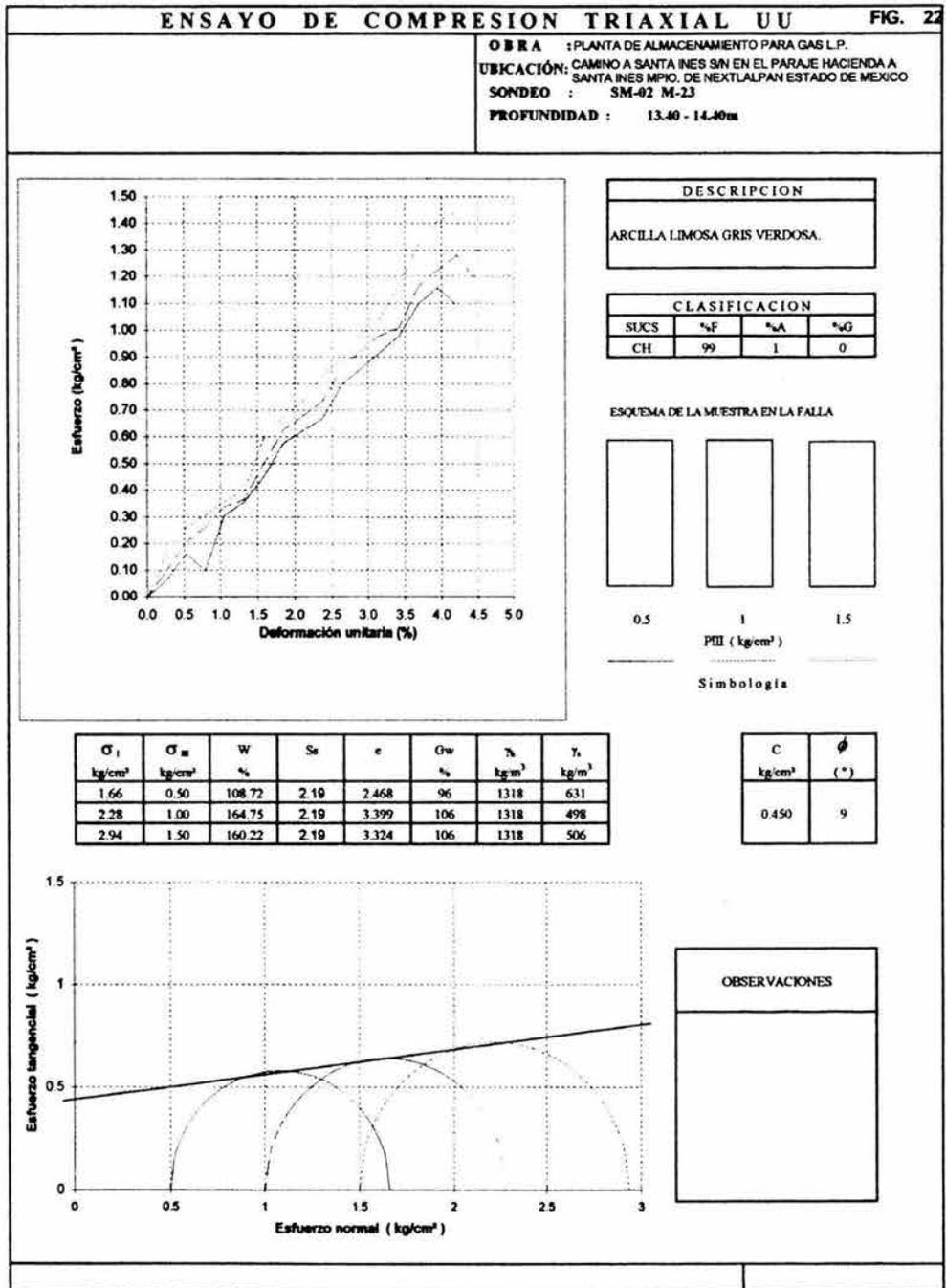
OBSERVACIONES

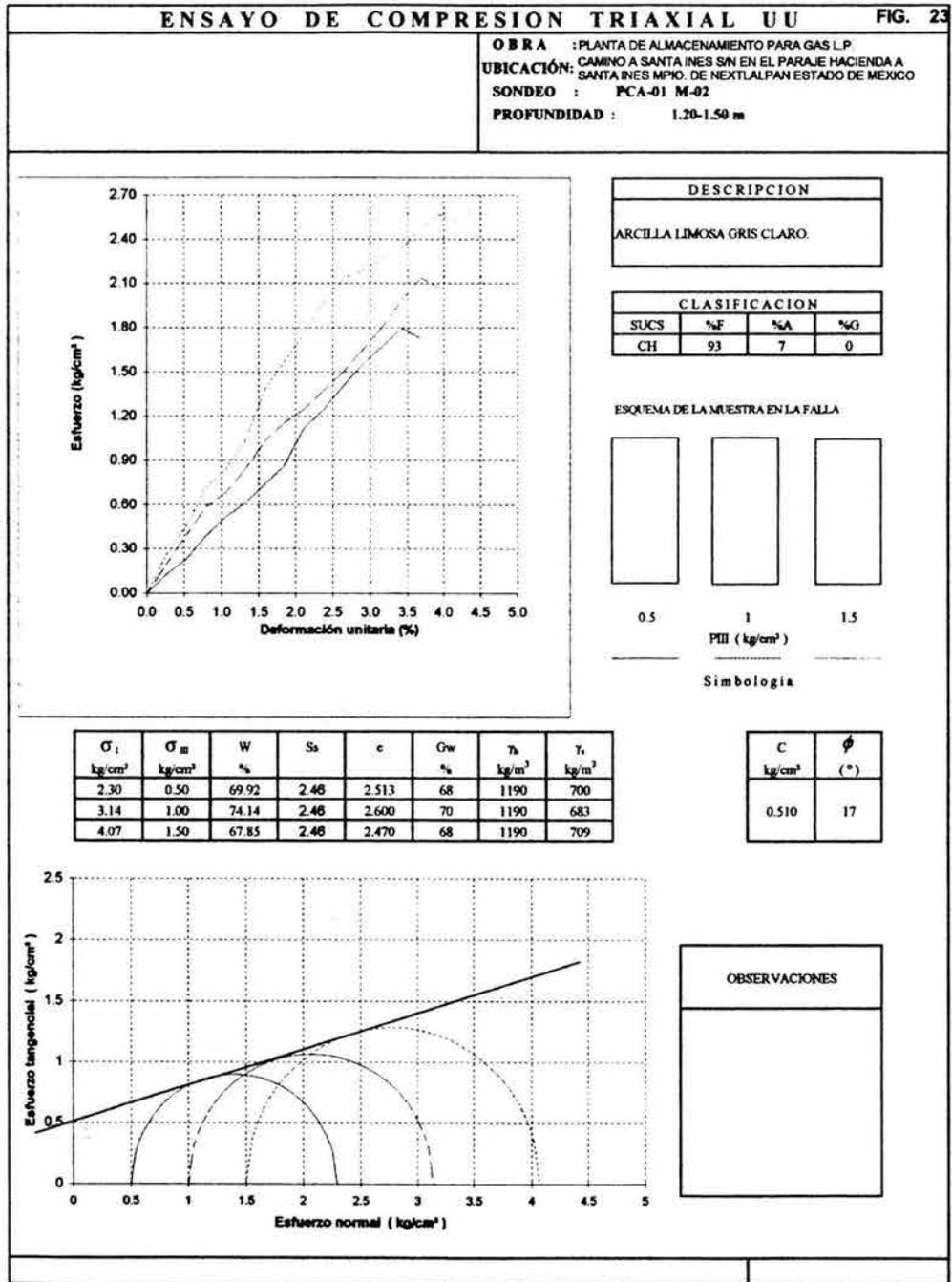




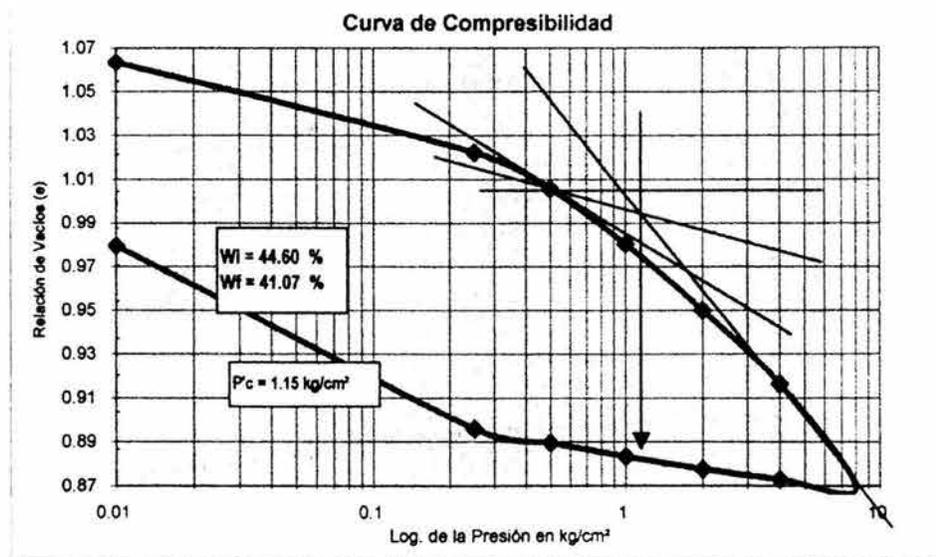








REGISTRO DE CONSOLIDACION FIG. 26						
PROYECTO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. LUGAR: CAMINO A SANTA INES S/N EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO SONDEO: SM-02 M-13 PROF: 7.60 - 8.0 m						
lecturas que aparecen en el registro.	PRESION P kg/cm ²	DEFORMACION LINEAL mm	DEFORMACION UNITARIA %	ESPESOR COMPRIMIDO 2H mm	2H - 2 H _o	RELACION VACIOS %
0	0	0	0	20	10.308	1.063
0.4	0.25	0.4	2	19.6	9.908	1.022
0.161	0.5	0.561	2.805	19.439	9.747	1.006
0.245	1	0.806	4.03	19.194	9.502	0.980
0.295	2	1.101	5.505	18.899	9.207	0.950
0.325	4	1.426	7.13	18.574	8.882	0.916
0.46	8	1.886	9.43	18.114	8.422	0.869
-0.04	4	1.846	9.23	18.154	8.462	0.873
-0.045	2	1.801	9.005	18.199	8.507	0.878
-0.055	1	1.746	8.73	18.254	8.562	0.883
-0.06	0.5	1.686	8.43	18.314	8.622	0.890
-0.063	0.25	1.623	8.115	18.377	8.685	0.896
-0.81	0	0.813	4.065	19.187	9.495	0.980



PROPUESTA DE CIMENTACION CON PILAS

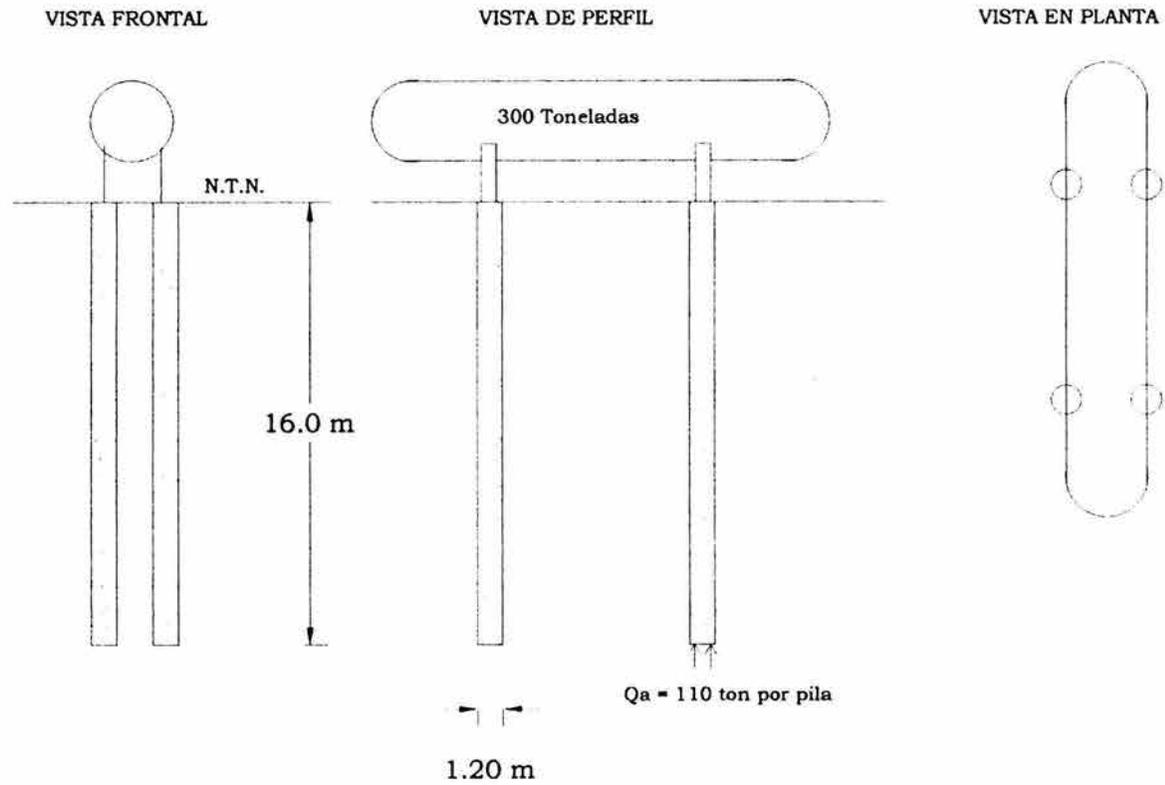


Fig. 28

PROPUESTA DE CIMENTACION CON PILAS

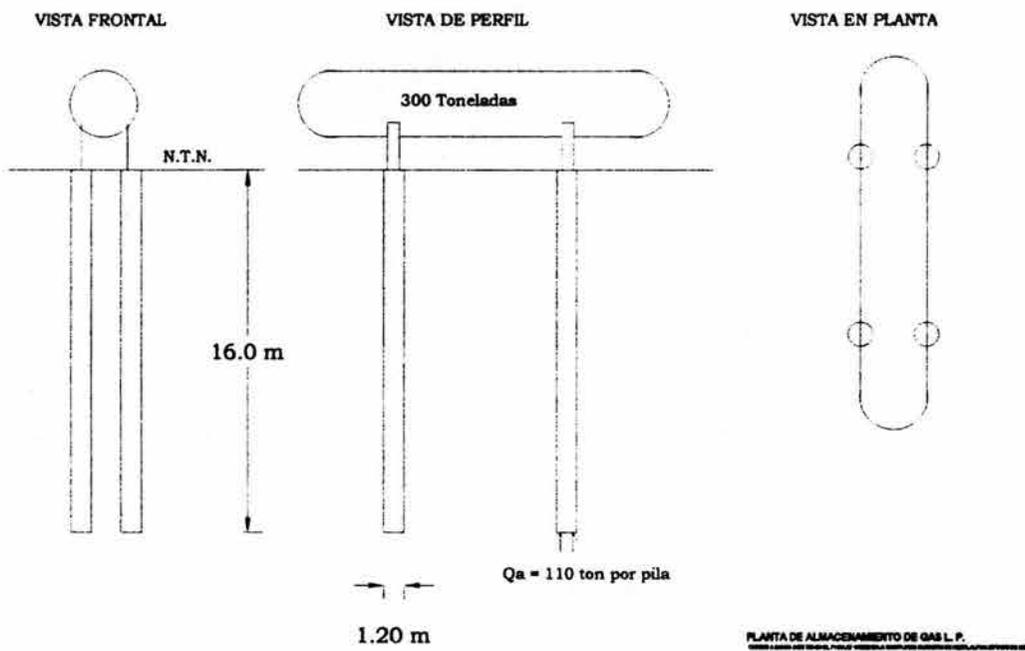
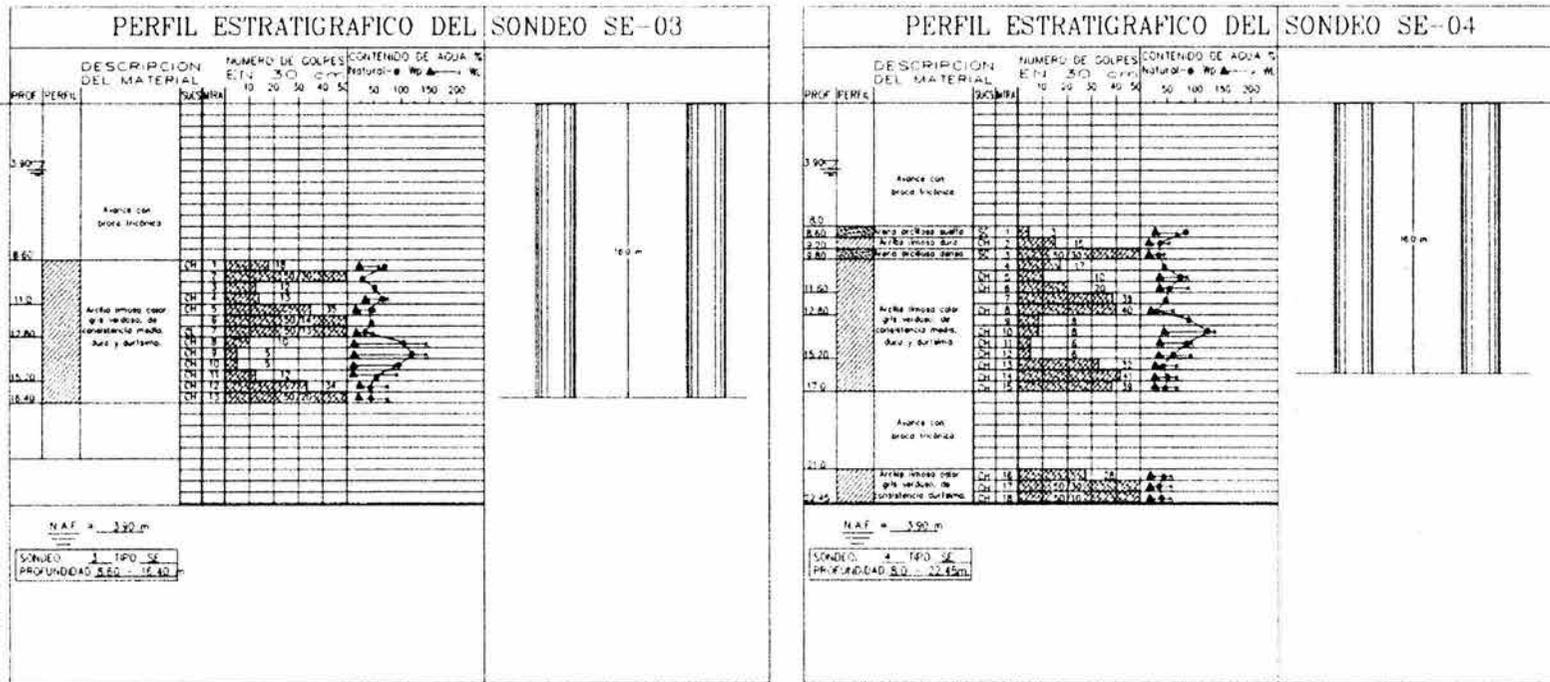


Fig. 29

ESQUEMA DE LAS PILAS EN LOS SONDEOS



ESQUEMA DE LAS PILAS EN LOS SONDEOS

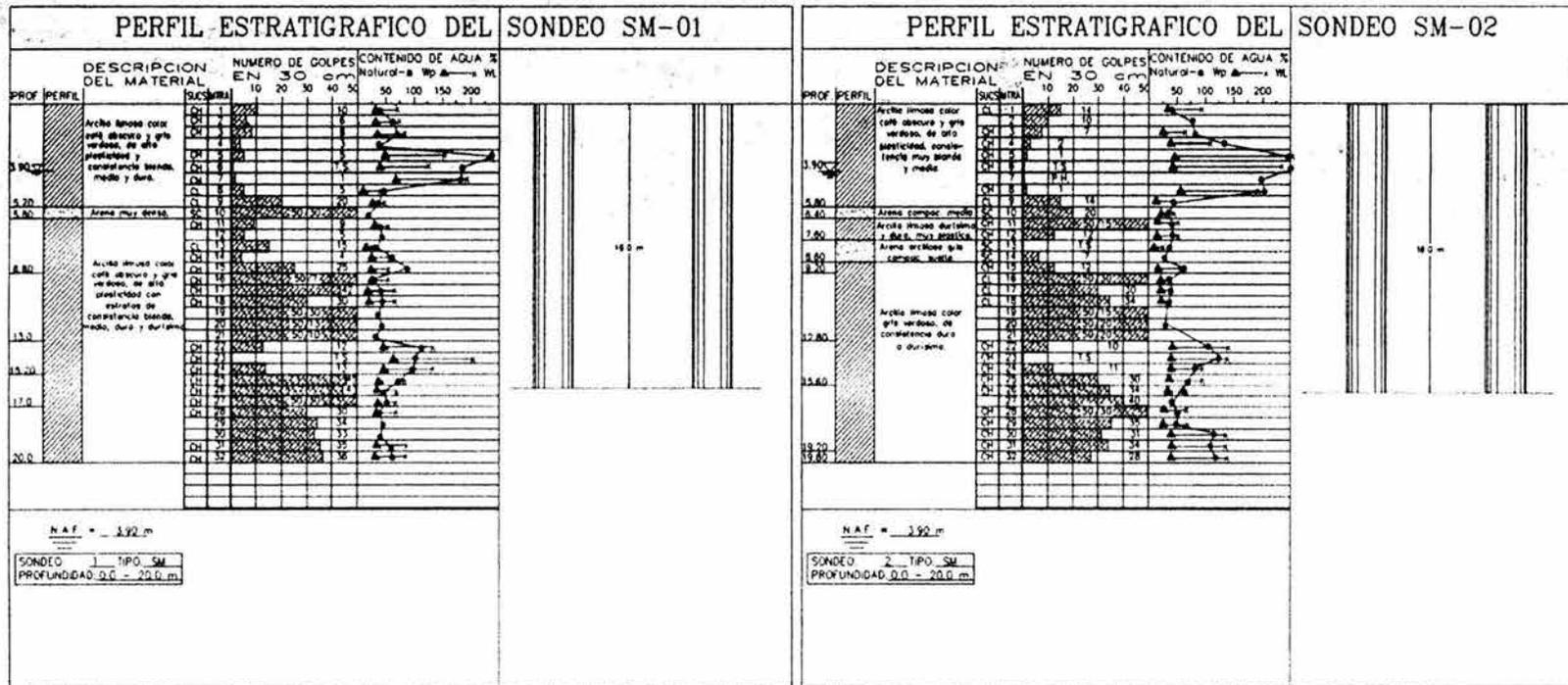
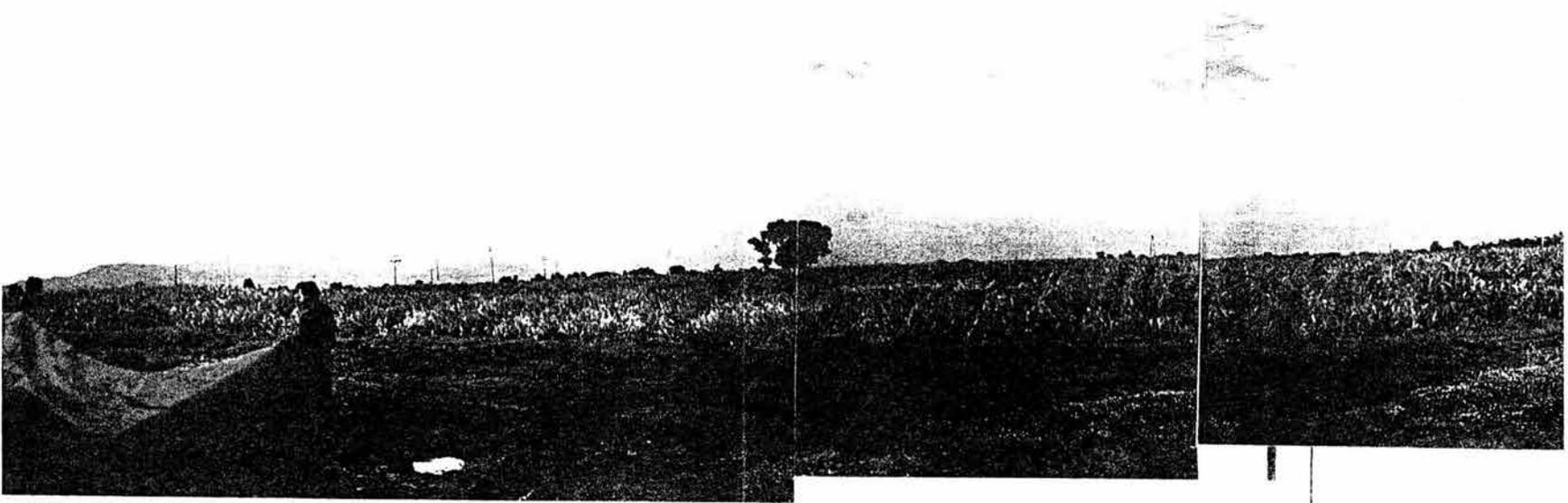


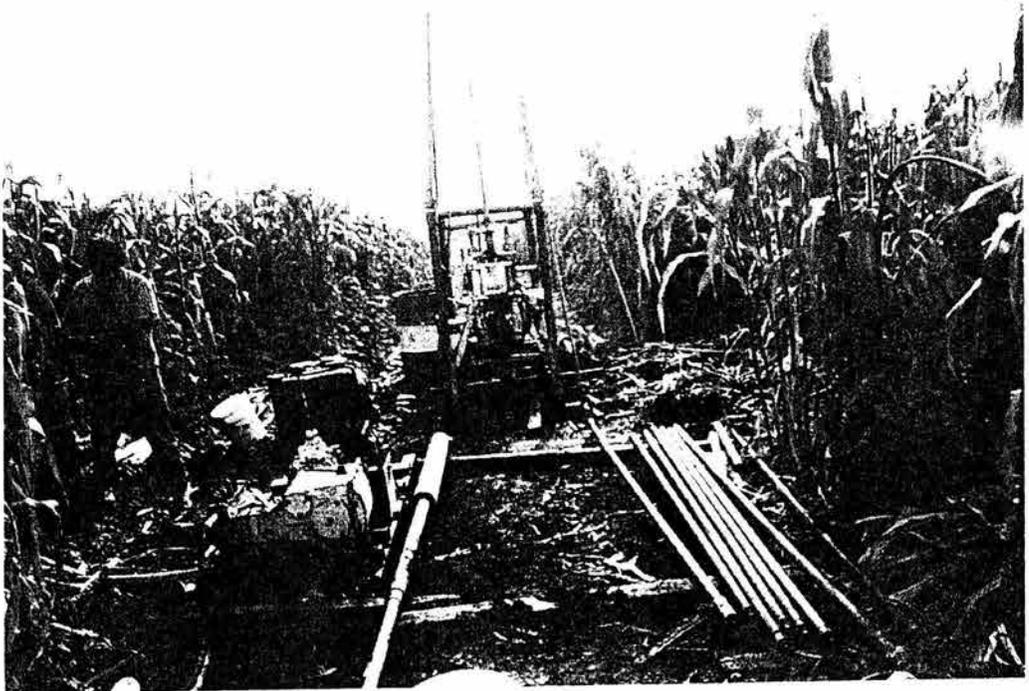
Fig. 31



panoramica que muestra gran parte del terreno donde se construirá la gasera. la foto fue tomada de Norte a Sur



Lugar donde se realizó el sondeo SM-01



Realización del sondeo SM-02, en esta foto se aprecia el equipo empleado, consistente en una máquina rotaria, una bomba de lodo, un martinete, tubería y accesorios.



Aspecto que muestra el pozo a cielo abierto denominado PCA-01.

CAPITULO V

ESTUDIO DE GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

CAPITULO V

ESTUDIO DE GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

5.1 ANTECEDENTES.

Se realizó estudio de geotécnico y diseño de pavimentos para el proyecto denominado "Planta de Almacenamiento de Gas I.p. ", ubicado en camino a Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda a Santa Inés, Estado de México, el presente estudio tuvo la finalidad de obtener información suficiente de la calidad del suelo superficial, para diseñar los espesores de un pavimento adecuado para la obra en cuestión.

5.2 TRABAJOS DE CAMPO

Para la programación de ubicación de los muestreos, se realizó un recorrido en el sitio de estudio y con esto se determinó la ubicación de los lugares de obtención de las muestras.

5.2.1 POZOS A CIELO ABIERTO (PCA).

Para el diseño de los pavimentos se muestreó el pozo a cielo abierto que se realizó para el estudio de mecánica de suelos, el cual se denominó PCA-01, de este sondeo se obtuvo material representativo del Terreno Natural, que permitió determinar el valor portante del suelo para el diseño de pavimentos.

Los materiales detectados se clasificaron de acuerdo a sus propiedades "in situ" con miras a la clasificación y estudio en el laboratorio central.

De tales sondeos se obtuvieron muestras representativas del material del que están constituidos los estratos.

5.2.2 BANCOS DE MATERIALES DE PRESTAMO.

Se realizó un recorrido en los alrededores del predio con la finalidad de detectar bancos de materiales de préstamo, localizando los siguientes: "Banco Los Gallos" y "Banco La Aurora". De dichos bancos se recuperaron muestras representativas de sus frentes de ataque, mismas que se analizaron en el laboratorio para sus respectivos estudios de calidad.

El banco "Los Gallos" cuenta con material constituido por una grava limosa café claro, que puede ser usado para conformar las capas del pavimento.

El banco "La Aurora" cuenta con una grava arcillosa café claro y arcilla limosa café claro; material que en combinación con otros por si solo puede servir para conformar capas de los pavimentos.

5.3 PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras debidamente identificadas y protegidas contra la pérdida de humedad, fueron transportadas al laboratorio central, donde se sometieron a los ensayos usuales de geotécnica, que son:

- Clasificación
- Granulometría
- Pesos volumétricos secos sueltos y varillados.
- Densidad de sólidos.
- Límites de Atterberg.
- Contracción Lineal
- Humedad natural
- Valor relativo de soporte natural al 90% y 100%
- Valor relativo de soporte modificado al 90% de su P.V.S.M.
- Expansión

5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE ESTABILIZACIÓN CON CAL HIDRATADA

Como estabilización se entiende el proceso mediante el cual se altera químicamente el material mediante la adición de un reactivo para lograr un material con menor plasticidad y mayor resistencia al esfuerzo portante.

La aplicación del sistema de estabilización de suelos, permite utilizar los suelos existentes evitando sustitución de materiales, que en su caso podría encarecer considerablemente el costo de la obra, además de que se logran los siguientes efectos:

Las ventajas que presenta el proceso son las siguientes:

- La estabilización mejorará la plasticidad del material cementante, reduciendo a la vez el fenómeno de contracción-expansión.
- Incrementa la resistencia al esfuerzo portante (VRS), como se puede apreciar en los resúmenes de ensayos.
- La capa estabilizada se convierte en un material menos permeable, evitando con esto que las filtraciones de agua de las capas superiores afecten su calidad.
- El agua y la cal colaboran para acelerar la disgregación de los grumos de arcilla durante la operación de pulverización, lo cual facilita el trabajo de aplicación de dicho material.
- Las expansiones provocadas por cambios de humedad se reducen considerablemente.

- La capa estabilizada, proporciona una excelente plataforma de trabajo para la construcción de la capa superior estructural del pavimento y funciona como una membrana impermeable que protege a las arcillas subyacentes de la acción del agua.

El proceso de estabilización es la consecuencia de una reacción entre la cal hidratada (CaOH_2) y la arcilla. Dentro de la clasificación de las arcillas se destacan las arcillas montmorilloníticas, formadas fundamentalmente por alteraciones de materiales de origen volcánico y que están compuestas en su mayoría por materiales de montmorillonita.

Debido a la naturaleza aleatoria de la composición química de las arcillas del lugar, se presenta a continuación la reacción característica del proceso de estabilización que sucederá en la mayor parte del material mezclado.

En el material arcilloso, los átomos de Si, Al, O y los grupos (OH) están ordenados de tal manera que no existe un equilibrio completo entre sus cargas; si el Si con el O forman capas de tetraedros opuestos por sus vértices, entre dos capas de tetraedros, se sitúa el Al formando octaedros con los oxígenos de los vértices tetraédricos y los grupos (OH). Estas capas triples se repiten indefinidamente en cada fragmento mineral, pero las uniones entre unas y otras son débiles e incompletas a consecuencia del desequilibrio entre las capas; debido a ello, entre capa y capa, pueden entrar moléculas de agua o cationes que estén disueltos en ella para compensar el desequilibrio de las cargas eléctricas, provocando una dilatación de la estructura que se refleja en un "hinchamiento" considerable en las partículas minerales.

En la reacción de estabilización, se añade cal hidratada NOM C-3 (Ca OH_2) que en solución tiene una gran concentración de iones oxhidrilo, que se contraponen al hinchamiento, debido a la repulsión electroquímica entre las estructuras de las capas.

5.3.2 PROCESO DE ESTABILIZACIÓN EN LABORATORIO.

Con base a los resultados de las pruebas de plasticidad y valor relativo de soporte de los materiales que se analizan, proceso que se lleva de 3 a 4 días, se determina si el material es factible de estabilizarse por una acción química, agregándole cal, procediendo a realizar determinaciones del PH de varias mezclas de suelo-cal, en diferentes proporciones, hasta lograr un PH de 12 aproximadamente, dando como resultado finalmente el porcentaje de cal más adecuado para una buena reacción.

Con el porcentaje de cal determinado con más aceptable, se procede a preparar las muestras, mismas que se sujetan a un periodo 72 hrs, en reposo para que se genere la reacción química y posteriormente se elaboran probetas en los moldes Pórtier a grados de compactación que sea factible para el proyecto y se someten a un proceso de saturación de tres días, como lo indica las normas de la S.C.T., transcurrido esos tiempos se procede a sus respectivos ensayos de Valor Relativo de Soporte (VRS).

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

5.4.1 TERRENO NATURAL

En base a los sondeos de exploración de geotecnia para diseño de pavimentos, se puede observar lo siguiente:

Durante el procedimiento de exploración y muestreo, se observó que el material es homogéneo en toda la zona en estudio.

De acuerdo a la estratigrafía que se encontró en la excavación del sondeo a cielo abierto, se presenta un material constituido por una arcilla limosa gris claro de mediana plasticidad, clasificando de acuerdo al S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como CL. Presentan un Valor Relativo de Soporte (VRS) natural al 90 % de 5.7% y al 100 % de 15.6% respectivamente, lo que califica al terreno natural como de mala calidad, por lo que es necesario sustituirlo o realizar la estabilización con cal (Ver figura 2).

5.4.1.1.- Valor Relativo de Soporte del Terreno Natural

Por las características de valor relativo de soporte que presentó el terreno natural "in situ" y saturado, se califica como subrasante de mala calidad.

Valor Relativo de Soporte Modificado al 90 % con la Inclusión de Cal (VRS90).

El valor portante del terreno natural escarificado y compactado al 90%, se le realizó la estabilización con cal hidratada en una proporción del 2%, 3%, 4% y al 90% de su peso volumétrico seco máximo. A continuación se presenta una tabla de los resultados obtenidos:

TABLA No. 1

Sondeo a Cielo Abierto No.	V.R.S. del Terreno Natural al 90%	V.R.S. del Terreno Natural al 100%	V.R.S. al 90% Con Cal al 2%	V.R.S. al 90% Con Cal al 4%	V.R.S. al 90% Con Cal al 6%
1	5.7	15.6	13.9	32.34	39.90

En vista a lo anterior, se recomienda que usando el terreno natural se haga la mezcla suelo-cal en un 4% con la finalidad de mejorar el terreno existente y funcione como capa subrasante o Capa de Mejoramiento para el proyecto en cuestión o sustituirlo por material de banco.

Para los bancos de materiales analizados, en laboratorio se efectuaron sus respectivos pruebas para la obtención del Valor Relativo de Soporte (VRS) y se obtuvo mediante la reproducción del peso volumétrico seco máximo y humedad óptima, aplicando el procedimiento de la prueba porter modificada.

A continuación se presenta una tabla del valor relativo de soporte, obtenidos de las diferentes condiciones y grado de compactación bajo las cuales fue ensayada cada una de las muestras representativas del banco.

TABLA No. 2

Sondeo N°	Muestra N°	Material	VRS Mod. 100% (VRS100)
Banco "Los Gallos"	UNICA	Grava Limosa café claro	83.6
Banco "La Aurora"	UNICA	Grava arcillosa café claro	44.22
Banco "La Aurora"	UNICA	Arcilla limosa café claro.	24.37

En base a los ensayos de valor relativo de soporte modificado al 100% de su peso volumétrico seco máximo, presentados en la tabla anterior, de los bancos analizados, el valor del V.R.S. es aceptable para conformar las terracerías del pavimento.

5.5 DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Un pavimento puede definirse como la capa que existe entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son la de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y textura; además resistente a la acción del tránsito o la del intemperismo, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

5.5.1 DISEÑO DE ESPESORES POR EL MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO.

Para el diseño del espesor de los pavimentos, se hizo uso del criterio de diseño presentado por el Método del Instituto del Asfalto, donde las principales variables la componen el valor relativo de soporte (VRS) de la capa de apoyo, como lo ilustra el nomograma de la figura No. 10. Además del VRS de la capa de apoyo involucra las siguientes variables.

- Carga Máxima por eje sencillo.
- Intensidad del tránsito.

Para este diseño se tomó en cuenta un vehículo C3 para la zona de vialidades de acuerdo al "Capítulo XI del Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías de Comunicación, S.C.T. " y considerando que la capa de apoyo es el terreno natural formado por un material de mala calidad.

- **Valor Relativo de Soporte.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de las pruebas efectuadas a las muestras del terreno natural, en promedio arrojaron un valor de 5%, mismo que se empleó para el diseño.

- **Carga Máxima por Eje Sencillo.**

De acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación, S.C.T.", se determinó una carga máxima por eje de 12000 lb (5.5 ton).

- **Intensidad de Tránsito.**

La intensidad del tránsito se evaluó con base a la experiencia previa en proyectos de similar magnitud, para zonas de vialidades y zonas de estacionamiento.

Para este caso, el tránsito se clasificó como: **Pesado**, clasificación proporcionada por el mismo método, según características que se indican en la siguiente tabla:

TABLA No. 3

Clasificación del Tránsito	Volúmen Diario de Automóviles y Camiones Livianos	Volúmen Diario de Camiones Comerciales
Liviano	<300	<20
Medio	<2000	<50
Pesado	<2000	<500
Muy pesado	>2000	>500

5.5.2 ESPESORES DE PAVIMENTOS

Como resultado de aplicar el criterio descrito en el punto "5.1" el espesor del pavimento como se aprecia en el nomograma, considerando un tránsito pesado y los espesores que marca el método, para esta zona el espesor de base negra y carpeta asfáltica resultó de 34.04 cm, haciendo la conversión a pavimento flexible estándar integrado por carpeta, base, sub-base y Capa Subrasante (capa de mejoramiento), los espesores quedan como se indica en la siguiente tabla:

TABLA No. 4

Capa del Pavimento	Espesor.
Carpeta asfáltica	8.0 cm
Capa de Base.	15.0 cm
Capa de Sub-base.	20.0 cm
Capa subrasante (Terreno Natural estabilizado con cal al 4%) o material proveniente de banco.	40.0 cm

Para la construcción de estos pavimentos, deberán involucrarse los espesores anteriormente descritos, tomando en cuenta las recomendaciones y especificaciones que se indican a continuación.

5.6 RECOMENDACIONES DE PROCESO CONSTRUCTIVO PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

Para un mejor funcionamiento del pavimento proyectado, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Como el proyecto así lo requiere, se deberá eliminar la capa de cobertura vegetal en un espesor promedio de 0.30 m, procediendo a colocar la capa de mejoramiento. Como se desconoce la topografía del terreno puede que en algunas zonas se presente con mayor o menor espesor.

5.6.1 RECOMENDACIONES DE TERRACERÍAS, CAPA SUBRASANTE O CAPA DE MEJORAMIENTO.

- Capa de subrasante o Capa de Mejoramiento. Para construir esta capa se proponen dos alternativas: la primera es con material de terreno natural adicionándole cal en un 4% ó material proveniente de banco "La Aurora" cumpliendo con especificaciones de la S.C.T., para capa de mejoramiento (figura 9). Esta capa se construirá en un espesor de 40 cm compactado en dos capas de 20 cm, al 90% de su peso volumétrico seco máximo Próctor y 2% por arriba de su humedad óptima.
- Como medida inicial, se deberá eliminar la cobertura vegetal en un espesor de 0.30 m. en promedio.
- Continuando, se deberá escarificar 30 cm promedio de la capa de terreno natural existente, misma que se mezclará con cal hidratada en una proporción de 45 kg por metro cúbico y se acamellonarán para convertirlos posteriormente en capa de

subrasante o Capa de Mejoramiento y tenderlo en dos capas de 20.0 cm compactos respectivamente.

- En caso de que el material se encuentre saturado, se le harán mezclados sucesivos para hacerle perder humedad.
- Estos procesos se realizarán en franjas de 10.0 m en formas alternas, realizando el proceso de estabilización. Cuando cada una de las capas se encuentren ya procesada en mezclado y tiempo de reposo, se procederá a su compactación, verificando que su humedad se encuentre en un 2 % por arriba de la óptima.
- La compactación se realizará a un grado el 90% para el terreno natural estabilizado, de su peso volumétrico seco máximo de la prueba próctor S.C.T.
- El equipo podrá ser el rodillo pata de cabra o neumático con presiones inducidas al suelo de 8.0 a 12.0 Kg/cm².

5.6.2 PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACIÓN CON CAL HIDRATADA (NOM C-3)

Para el proceso de estabilización se procederá de la siguiente manera:

- La capa de Mejoramiento, se estabilizará con cal hidratada (NOM C-3), en capas de 20 cm de espesor, y en una proporción de 45 kg de cal por metro cúbico de suelo respectivamente.
- Se adicionará la cantidad estipulada de cal dosificada, según sea el caso. Se puede colocar la bolsa de cal sobre el terreno, o bien se puede colocar con la ayuda de camiones de volteo debidamente equipados, la utilización de un rociador sería lo más adecuado para lograr una distribución uniforme, se le deberá agregar un poco de agua para evitar que el aire la remueva. Si la cal se coloca en bolsas deberá distribuirse con rastras antes de iniciar el mezclado. Nunca deberá utilizarse motoconformadora para distribuir la cal.
- Una vez colocada la cal, se procederá a homogeneizar con el terreno natural por medio de un arado de disco y motoconformadora y se procederá a acamellonarse.
- Al suelo resultante de la estabilización se procederá a aplicarle una ligera compactación dejando reposar 48 horas como mínimo, regándola periódicamente con agua. Una vez transcurrido el tiempo, se procederá a escarificar para el inicio de su proceso de compactación.
- Estos procesos se realizarán en franjas de 10.0 m en forma alterna, realizando el proceso de estabilización. Cuando cada una

de las capas se encuentren ya procesada en mezclando y tiempo de reposo, se procederá a su compactación, verificando que su humedad se encuentre en un 2% por arriba de la óptima.

5.6.3 CAPA DE BASE Y SUB-BASE DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

- La capa de base y sub-base hidráulica, se construirá con materiales procedentes de un banco cercano a la obra, en este caso se puede emplear material proveniente de los bancos "Los Gallos" y "La Aurora", para lo cual se podrá emplear el material denominado "grava controlada" preparada en el banco con grava no degradable, mezclando con un limo arenoso (Tepetate), que en proporciones adecuadas o de manera independiente, cumpla con sus respectivas calidades como lo marcan las especificaciones de la S.C.T. para capa de Base y Sub-base, (figura 7 y 8).
- Deberá verificarse la calidad del material para el banco de préstamo, debido a la posibilidad de variación en los frentes de ataque.
- La capa de sub-base se construirá en una sola capa de 20.0 cm compactos y la capa de base se construirá en una sola capa de 15.0 cm compactos.
- Se procederá extendiendo parcialmente el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá el material para su compactación.
- El material extendido se compactará hasta alcanzar un grado mínimo de 95% para la capa de base y sub-base, con respecto a su peso volumétrico seco máximo (PVSM Pórtter y H.O.) con el espesor y sección de proyecto.
- Se darán riegos superficiales durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.
- La compactación inicial podrá lograrse con rodillos vibratorios del tipo VAP-70 "Muller" o equivalente, que proporcione un impacto sobre el suelo de 21 toneladas mínimo.
- Deberá cuidarse la compactación con los equipos de vibración, ya que si se excede demasiado ésta, el grado de compactación se reducirá en lugar de aumentar, debido a que se rompe la estructura de las capas inferiores.

5.6.4 RIEGO DE IMPREGNACIÓN.

- Se barrerá la superficie de la base con cepillo de raíz y escoba para abrir un poco la textura y eliminar el polvo antes de aplicar el riego de impregnación, que consistirá en una emulsión asfáltica del tipo RLI-2K (Rompimiento Lento), en proporción de 1.0 a 1.5 lt/m². Este riego se dejará reposar un mínimo de 48 horas para que penetre en la base un mínimo de 3 mm.

5.6.5 RIEGO DE LIGA.

- Se barrerá la superficie de la base con cepillo de raíz y escoba para abrir un poco la textura y eliminar el polvo antes de aplicar el riego de liga, que consistirá en una emulsión asfáltica del tipo RR-2K (rompimiento rápido) o equivalente, en proporción de 0.5 a 0.7 lt/m².

5.6.6 CARPETA ASFÁLTICA.

- La carpeta asfáltica será en caliente y de planta y podrá emplearse la mas cercana a la obra.
- En la elaboración del concreto asfáltico se empleará cemento asfáltico.
- Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo; además no deberá haber material asfáltico encharcado.
- El material pétreo deberá ser calentado y secado para que la humedad que contenga sea inferior al 1 %, antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo deberá estar comprendida entre 120 y 150°C, al salir de la planta de elaboración.
- El concreto asfáltico deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierto con lona que lo preserve de polvo, materias extrañas y la pérdida de calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar siempre libre de residuos de concreto asfáltico, para evitar que la mezcla se adhiera.
- El concreto asfáltico deberá tenderse con máquina especial para trabajo de propulsión propia con dispositivos para ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida y dotada de un sistema que permita la repartición uniforme de la mezcla sin que presente segregación por tamaños en la misma. Deberá estar dotada de un calefactor en la zona de acabado superficial.
- El concreto asfáltico, deberá tenderse a una temperatura mínima de 110°C.

-
- Después de tendido el concreto asfáltico, deberá inmediatamente plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo Tándem adecuada para dar un acomodo inicial a la mezcla; éste planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda. A continuación se compactará el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas adecuadas para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo; inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso adecuado para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas.
 - La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el acomodo, deberá ser de 100 a 110°C en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de 70 C.
 - No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada ó cuando este lloviendo.
 - Sobre la carpeta terminada se dará un riego de sello con cemento Portland en proporción de un saco de cemento por cada 20 m² de carpeta, cuando este resulte con mayor permeabilidad del 10 % permitido. La proporción podrá ser mayor o menor de acuerdo con los resultados obtenidos.
 - Para cumplir con las recomendaciones de construcción y especificaciones de calidad de los materiales, es necesario contar un laboratorio de control de calidad.

5.7 FIGURAS.

5.7.1 Índice de Figuras.

- 1.- Croquis de localización del lugar.
- 2.- Estudio de calidad de materiales del Pozo a Cielo Abierto No. 1, M-1.
- 3.- Estudio de calidad de materiales del Banco de Materiales "Los Gallos".
- 4.- Estudio de calidad de materiales del Banco de Materiales "La Aurora".
- 5.- Estudio de calidad de materiales del Banco de Materiales "La Aurora".
- 6.- Perfil estratigráfico del sondeo a cielo abierto 1 (PCA-1)
- 7.- Nomograma de diseño de Pavimentos Flexibles por el Método del Instituto del Asfalto.
- 8.- Especificaciones para base de pavimentos flexibles.

- 9.- Especificaciones para Sub-base de pavimentos flexibles.
- 10.- Especificaciones para Capa de Mejoramiento.

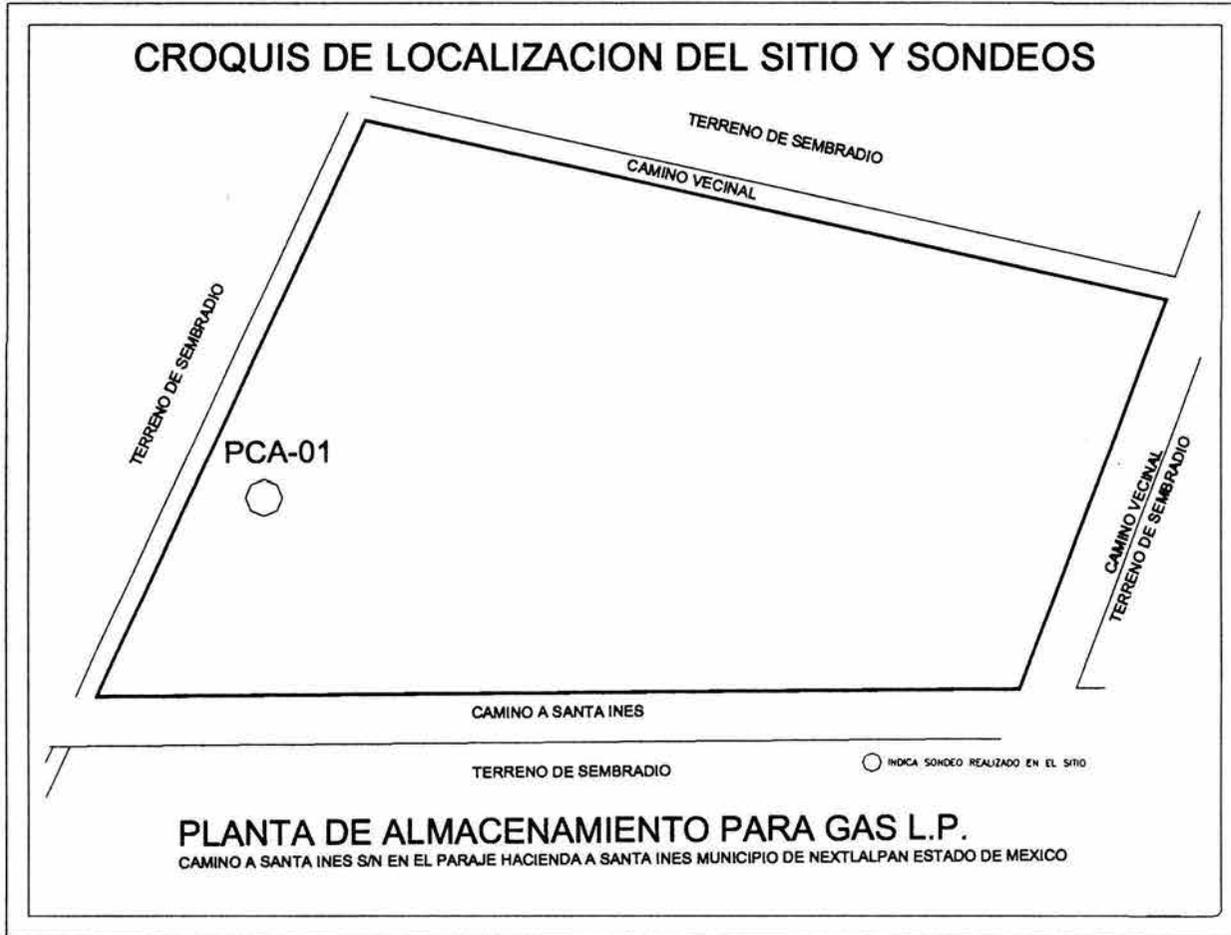


Fig. 1

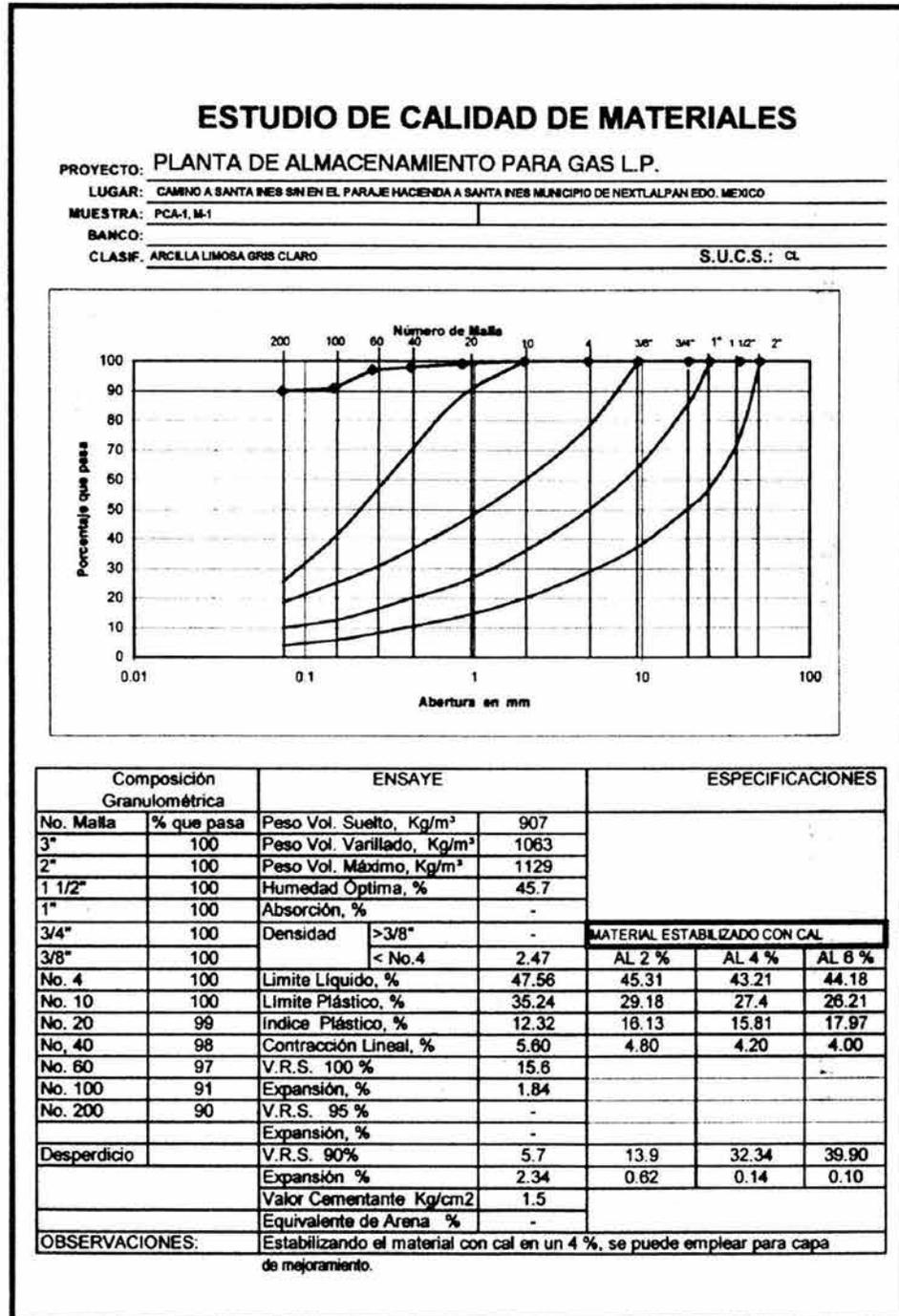
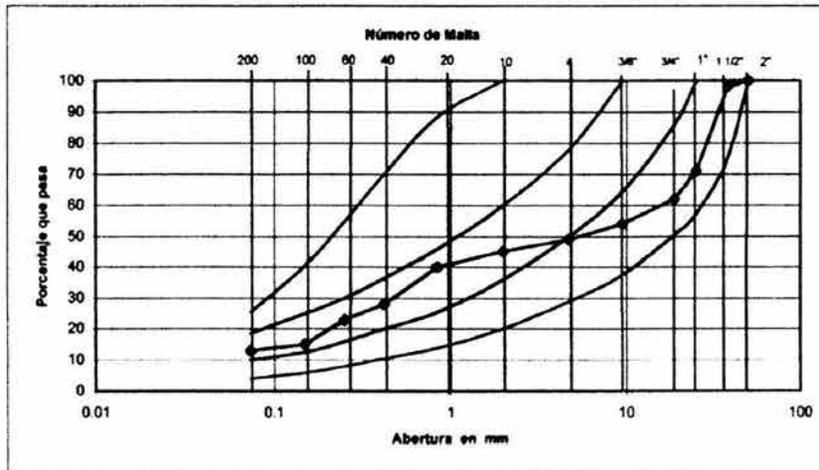


Fig. 2

ESTUDIO DE CALIDAD DE MATERIALES

PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.

PROYECTO: _____
LUGAR: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEXTLALPAN EDO. MEXICO
MUESTRA: LA UNICA
BANCO: LA AURORA
CLASIF. GRAVA ARCILLOSA CAPE CLARO **S.U.C.S.: gc**



Composición Granulométrica		ENSAYE		ESPECIFICACIONES PARA CAPA DE BASE.
No. Malla	% que pasa	Peso Vol. Suelto, Kg/m ³	1221	
3"	100	Peso Vol. Variado, Kg/m ³	1453	
2"	100	Peso Vol. Máximo, Kg/m ³	1844	
1 1/2"	98	Humedad Óptima, %	16.1	
1"	71	Absorción, %	4.6	
3/4"	62	Densidad	>3/8"	2.3
3/8"	54		< No. 4	2.57
No. 4	49	Límite Líquido, %	48.32	30% Máx.
No. 10	45	Límite Plástico, %	28.25	
No. 20	40	Índice Plástico, %	20.07	
No. 40	28	Contracción Lineal, %	4.90	3.5% Máx.
No. 60	23	V.R.S. 100 %	44.22	80% Min.
No. 100	15	Expansión, %	0.16	
No. 200	13	V.R.S. 95 %	-	
		Expansión, %	-	
Desperdicio		V.R.S. 90%	-	
		Expansión, %	-	
		Valor Cementante Kg/cm ²	7.96	3.5 kg/cm ² Min.
		Equivalente de Arena %	40	30% Min.

OBSERVACIONES: El material no cumple para capa de base según las especificaciones de la S.C.T.

Fig. 3

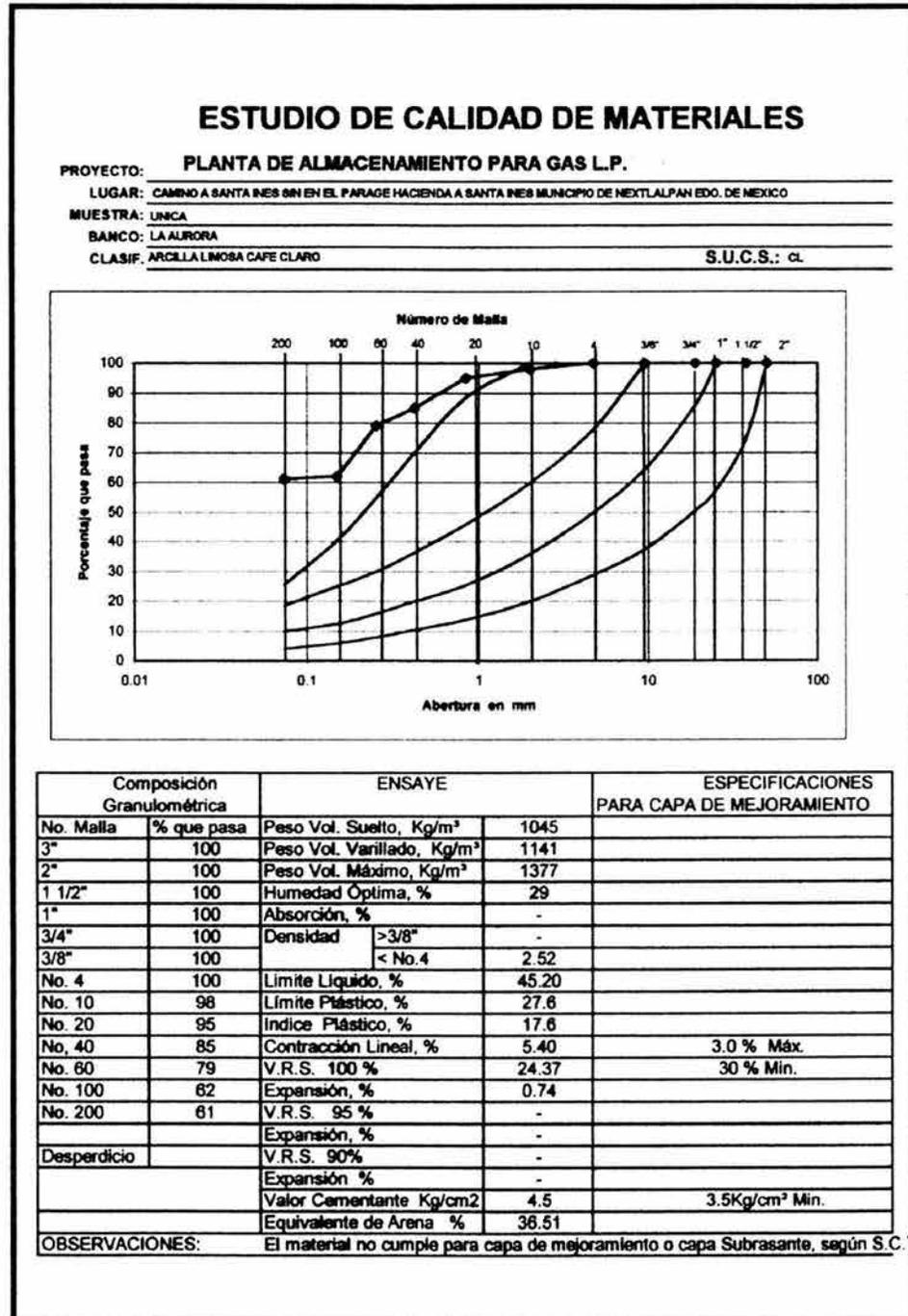
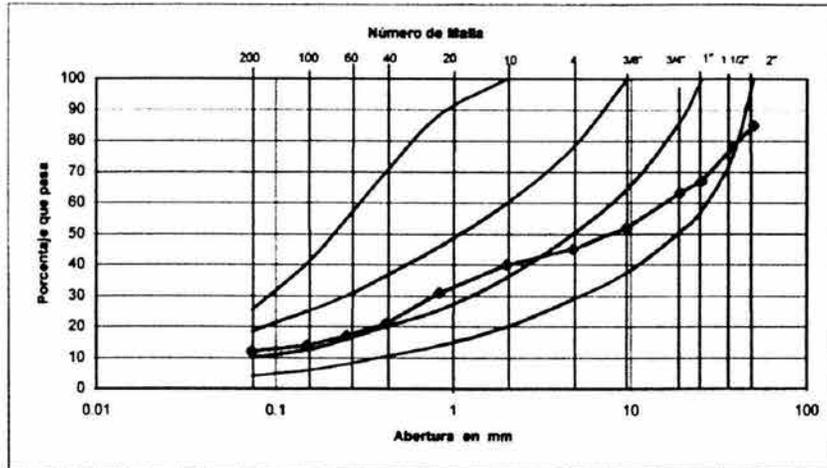


Fig. 4

ESTUDIO DE CALIDAD DE MATERIALES

PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.

PROYECTO: _____
 LUGAR: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEXTLALPAN EDO. DE MEXICO
 MUESTRA: UNICA
 BANCO: LA AURORA
 CLASIF: GRAVA ARCILLA CAFE CLARO S.U.C.S.: GM



Composición Granulométrica		ENSAYE		ESPECIFICACIONES PARA CAPA DE BASE.	
No. Malla	% que pasa	Peso Vol. Suelto, Kg/m ³	1394		
3"	100	Peso Vol. Varillado, Kg/m ³	1464		
2"	85	Peso Vol. Máximo, Kg/m ³	1860		
1 1/2"	78	Humedad Óptima, %	12.5		
1"	67	Absorción, %	4.6		
3/4"	63	Densidad >3/8"	2.4		
3/8"	52	< No.4	2.63		
No. 4	45	Límite Líquido, %	39.40		
No. 10	40	Límite Plástico, %	25.2		
No. 20	31	Índice Plástico, %	14.2		
No. 40	21	Contracción Lineal, %	3.60	3.5 % Máx.	
No. 60	17	V.R.S. 100 %	83.6	80 % Min.	
No. 100	14	Expansión, %	0.34		
No. 200	12	V.R.S. 95 %	-		
		Expansión, %	-		
Desperdicio		V.R.S. 90%	-		
		Expansión %	-		
		Valor Cementante Kg/cm ²	1.9	5.0 Kg/cm ² Min.	
		Equivalente de Arena %	-		
OBSERVACIONES:		Cumple para material de capa Base de acuerdo a las Normas de S.C.T.			

Fig. 5

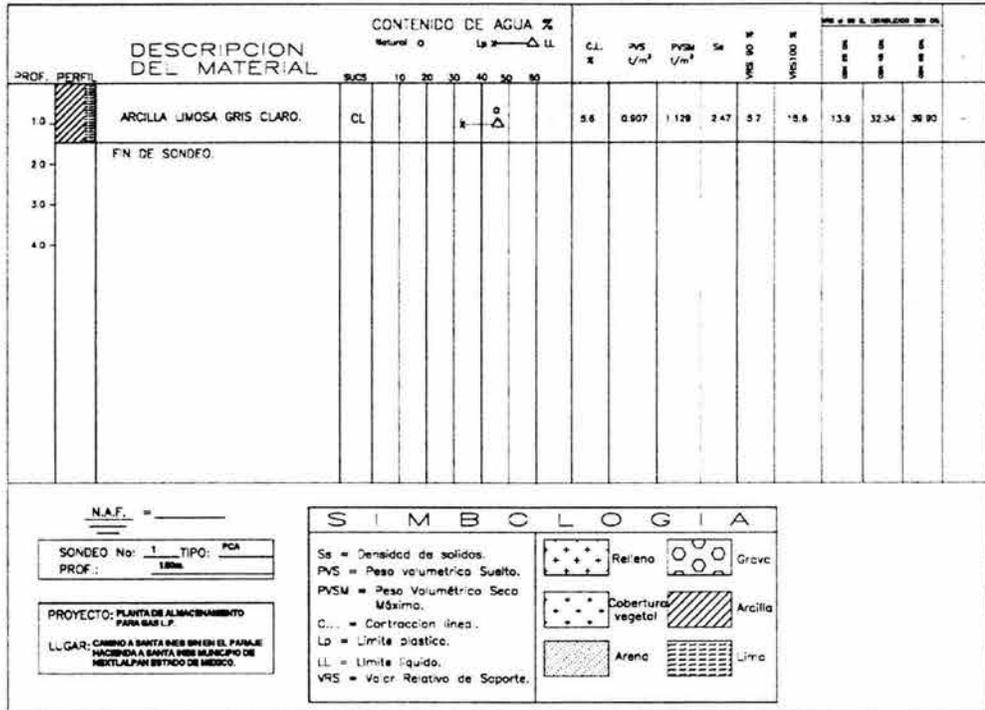


Fig. 6

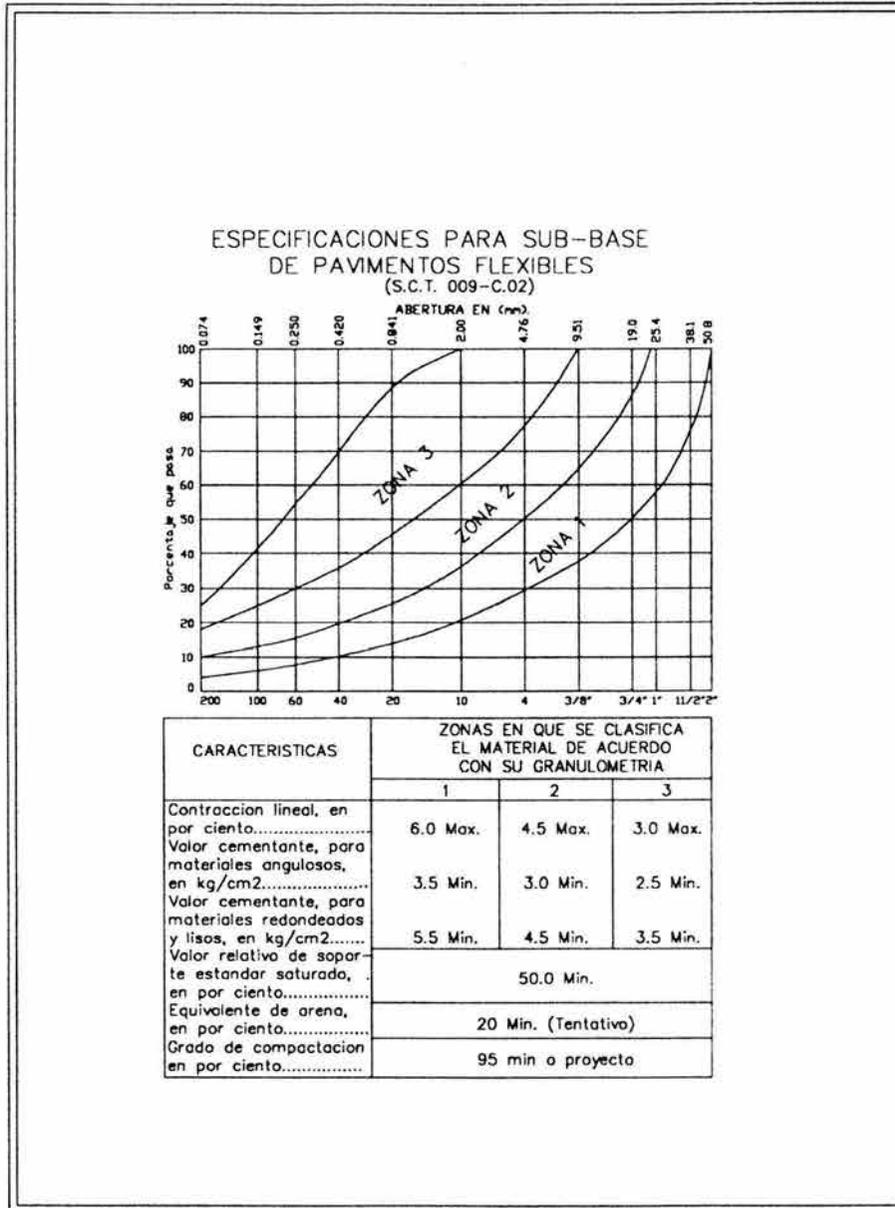
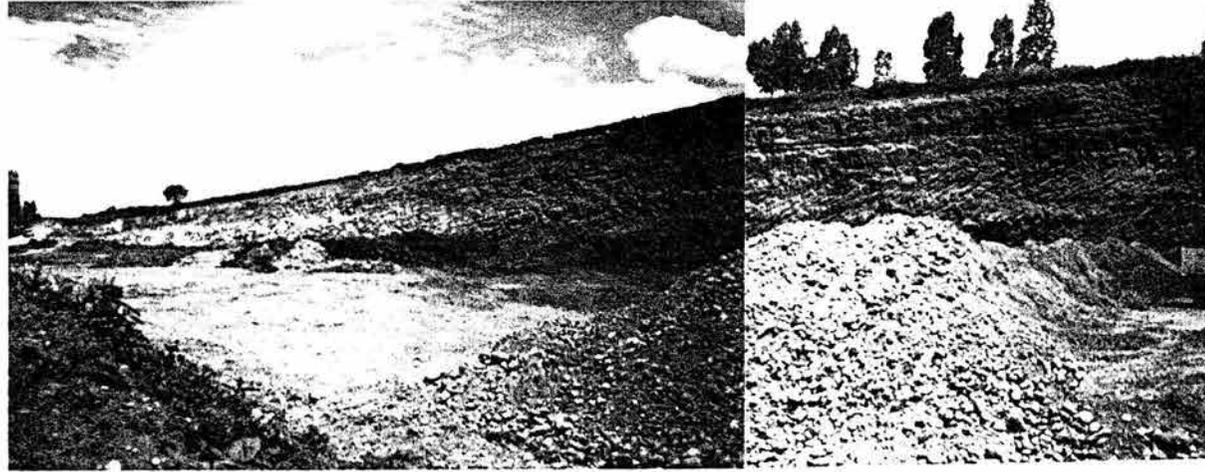


Fig. 7



Fotografía No.1 Fotografía que muestra una panorámica del banco "La Aurora", donde se puede encontrar material para capa de Sub-base y Capa de Mejoramiento



Fotografía No 2 Fotografía que muestra una panorámica del banco "Los Gallos", donde se puede encontrar material para capa de Base, Sub-base.



Fotografía No.3

Fotografía que muestra la estratigrafía del Pozo a Cielo Abierto No.1,
que se muestreó para este estudio.

CAPITULO VI

PROYECTO CIVIL

CAPITULO VI

PROYECTO CIVIL

6.1 DISEÑO

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos de la ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo y en el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de fecha 28 de junio de 1999, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996 "Plantas de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. -Diseño y Construcción", editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Normas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de Septiembre de 1997.

6.2 SUPERFICIE DEL TERRENO.

El terreno que ocupará la Planta afecta una forma irregular y tendrá una superficie de 26,377.28 m²

6.3 UBICACIÓN, LINDEROS, COLINDANCIAS Y ACTIVIDADES

a) UBICACIÓN

Esta Planta se encuentra ubicada en el Camino Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda a Santa Inés, Nextlalpan, Estado de México.

b) LINDEROS

Cada uno de los linderos de la Planta contará con muro de block y cemento y su altura será de 3 m. Por el lado Oriente se cuenta con un acceso de 7.00 metros de ancho, mismo que es usado para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Por éste mismo lado se cuenta con una salida de emergencia de idénticas dimensiones, la cual permanece normalmente cerrada.

c) COLINDANCIAS

Las colindancias del terreno que ocupa la Planta son las siguientes:

Al Norte, en 156.42 m. colinda con Terreno Agrícola

Al Este, en 202.93 m. colinda con Terreno Agrícola

Al Sur, en 102.33 m. colinda con Camino Vecinal y Terreno Agrícola.

Al Oeste, en 202.93 m. colinda con el Camino Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda a Santa Inés.

El acceso a la Planta así como la puerta de emergencia es por el lado Oeste, contándose con acceso apropiado para la entrada y salida de vehículos.

d) ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LAS COLINDANCIAS

En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la actividad normal de la Planta, ya que el terreno que ocupa la misma colinda como se mencionó anteriormente con Terrenos Agrícolas y caminos vecinales.

De acuerdo a lo anterior, se determina que los colindantes no representan riesgos para las operaciones normales de la Planta, considerándose técnicamente correcta su ubicación.

6.4 EDIFICACIONES Y URBANIZACION DE LA PLANTA.

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán debidamente compactadas con terminación de asfalto y por el lado Norte con sello 3 A debidamente compactado, contarán con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y contará con un declive del 1 % para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

A) OFICINAS

Las construcciones destinadas para las oficinas del personal administrativo, taller de servicios sanitarios para el personal obrero, se localizarán por el lado Oeste del terreno de la Planta. La construcción más cercana al muelle de llenado (zona de almacenamiento y/o trasiego), se localizará a una distancia de 37.98 metros.

Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta, mismo que se anexa a esta memoria técnica.

Los materiales utilizados en estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta, mismo que se anexa a esta memoria técnica.

B) BARDAS O DELIMITACION DEL PREDIO:

El terreno que ocupará la Planta, se encuentra delimitado por sus linderos Norte, Sur, Este y Oeste con barda de block de concreto de 3.00 metros de altura.

C) ACCESOS

Por el lado Oeste se contará con un acceso de 7.00 metros de ancho, mismo que será usado para la entrada y salida de los vehículos propiedad de la empresa. Por este mismo lado se contará con una salida de emergencia de 7.00 metros de ancho.

D) ESTACIONAMIENTO

Por el lado Sur del terreno que ocupará la Planta y de manera independiente, se localizará la zona destinada para el estacionamiento de los vehículos repartidores propiedad de la empresa, esta área permanecerá sin techar, por lo que su piso tendrá terminación de asfalto y contará con la pendiente apropiada para el desalojo de las aguas de lluvia. Este estacionamiento estará localizado de tal manera que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiera con la libre circulación de los demás.

E) TECHOS O COBERTIZOS PARA VEHÍCULOS

Esta Planta no cuenta con cobertizos para vehículos.

F) TALLERES

Esta Planta contará con un taller de servicio mecánico para reparación de los vehículos de reparto propiedad de la empresa. La localización de este taller, queda por el lado Oeste del terreno destinado a la Planta de almacenamiento a 75.92 metros del tanque de almacenamiento.

G) ZONAS DE PROTECCION

La protección de la zona de almacenamiento será de murete de concreto armado con altura de 0.60 metros, las bombas y los compresores se encontrarán dentro de la misma zona de almacenamiento y además cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.

H) MUELLE DE LLENADO

El muelle de llenado se localizará por el lado Oeste de los tanques de almacenamiento y a una distancia de 6.00 metros de los mismos. Estará construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada y soportado por columnas metálicas; su piso será relleno de tierra con terminación de concreto, contando este en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

Además contará con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Sus dimensiones serán las siguientes:

Largo total:	26.86 m.
Ancho:	9.00 m.
Altura del piso:	1.20 m.
Altura del techo:	2.70 m.
Superficie:	238.51 m ²

I) MUELLE DE VENTA AL PUBLICO

Esta Planta no contará con área de venta al público en cilindros portátiles.

J) SERVICIOS SANITARIOS

- a) En la construcción que se localizará por el lado Suroeste del terreno que ocupará la Planta se tendrán los servicios sanitarios para el personal obrero, el cual contará con doce tazas, Doce regaderas, Seis lavabos y dos mingitorio múltiples.

Estará construido con materiales incombustibles en su totalidad, siendo su techo de losa de concreto con paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas, describiéndose en el plano anexo sus dimensiones, de acuerdo a la Norma NOM-001-SEDG-1996.

Para el servicio del personal de oficinas, se contará con un servicio sanitario, que contará con dos tazas, dos lavabos y dos mingitorios y otro que constará de una taza y un lavabo, los servicios sanitarios quedarán dentro de la misma construcción destinada a las oficinas.

- b) El drenaje de las aguas negras estará conectado por medios de tubos de concreto de 0.15 cms. de diámetro, con una pendiente del 1% a una fosa séptica, la cual se localizará en el lado Suroeste del terreno, y sus características de construcción se detallan en el plano anexo.

Todos los servicios contarán con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros estarán contruidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

K) COBERTIZO DE MAQUINARIA

Esta Planta no contará con cobertizos para maquinaria.

6.5 CIMENTACION DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.**6.5.1 DESCRIPCION GENERAL.**

Las bases han sido diseñadas para garantizar un hundimiento uniforme en caso de existirlo. Se tiene contemplado la instalación de 8 tanques de 250,000 lts agua al 100% en dos módulos de 4 tanques cada uno, existiendo entre dichos módulos dos Isletas para descarga de semi-remolques, por lo que para fines de cálculo solo se analizará uno de los módulos.

Los 4 tanques para almacenamiento de gas l.p. tienen una capacidad de 250,000 litros cada uno y tienen las siguientes dimensiones:

Longitud del cilindro:	21.867 m	
Diámetro del cilindro:	3.660 m	
2 Semiesferas de 1.83 m:	3.660 m	
Longitud total:	<u>25.527 m</u>	
Distancia entre apoyos:	17.805 m	
Tara entre apoyos:	23.895 ton	
Tara total	47.790 ton	
Agua:	250.090 ton	
Peso total:	<u>297.880 ton</u>	
Peso en cada soporte:	148.940 ton	(lleno)
Peso en cada soporte:	23.890 ton	(vacio)

Cada tanque estará soportado sobre pedestales de concreto con columnas de 80x120 cm., los cuales se apoyan sobre cajón de cimentación como se indica en el plano estructural.

6.5.2 ANALISIS ESTRUCTURAL.

A) Carga Vertical.

Se analizó cada pedestal por concepto de carga vertical considerando el peso del tanque como si estuviera lleno de agua, dando en cada apoyo el peso correspondiente indicado en la sección anterior, que debe ser transmitido a la cimentación.

B) Análisis Sísmico.

Para los estudios del efecto sísmico se consideró un coeficiente $c = 0.40$ para suelo tipo III ó zona del lago, de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el D.F., afectado por un factor de 1.5 que considera a la estructura como perteneciente al Grupo A, y un factor de comportamiento sísmico $Q = 2.0$ por el tipo de estructuración utilizado de acuerdo con el Reglamento vigente.

Se realizó un análisis sísmico dinámico de la estructura en dos direcciones ortogonales. El análisis se realizó con un programa tridimensional basado en el Método de Vectores Ritz, considerando las masas localizadas en su lugar preciso. Se empleó el espectro de respuesta indicado en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento vigente.

La respuesta sísmica se obtuvo como la raíz cuadrada, de la suma de los cuadrados de la respuesta modal. Las deformaciones máximas de la estructura ante el efecto sísmico cumplen con los límites permisibles indicados en el reglamento vigente.

C) Diseño Estructural.

Se utilizaron las siguientes calidades de materiales para el diseño estructural:

Concreto	$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$	Clase I
Acero de refuerzo	$f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	
Acero Estructural	A-36	$f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$
Electrodo	Serie E-70	para acero estructural
Electrodo	Serie E-90	para acero de refuerzo.

Las áreas de acero de refuerzo en concreto se obtuvieron con el método de carga última, con los factores de carga y reducción indicados en las NTC para estructuras del grupo A.

Las columnas de concreto se revisaron con los diagramas de interacción de carga axial y momento flexionante, y con la fórmula de Bresler.

D) Cimentación

Con los datos obtenidos de los distintos análisis fue posible conocer los valores de las descargas de la estructura a nivel de cimentación.

De acuerdo con el estudio de Mecánica de Suelos, la cimentación se resolvió de tipo cajón de cimentación de 2.30 m. de profundidad para lograr una cimentación compensada. El incremento de carga total sobre el terreno es de 1.241 ton/m² para el tanque lleno de agua y de 0.341 ton/m² para el tanque trabajando con gas l.p. a su capacidad máxima.

El estudio de Mecánica de Suelos indica que para un esfuerzo en el suelo de 3.41 kg/cm² se asocia un desplazamiento a largo plazo máximo de 6.0 cm.

Los armados de las contratrabes y trabes de liga se obtuvieron con el Método de Carga Última.

En el plano estructural se indican las secciones y detalles que se consideran adecuados y necesarios para llevar a cabo la construcción.

E) Planteamiento con cajón de cimentación compensado

Desplante de cajón a 2.0 m.

Capacidad del suelo 6.8 ton/m²

Peso del suelo $\gamma = 1.323 \text{ ton/m}^2$

Peso total del tanque

$P_t = 290.346 \text{ ton}$

Peso de las bases

Pb= 16.060 ton

Sobrecarga 1.5 ton/m² Ko = 0.6

&concreto &c = 2.3 ton/m³

Peso de la cimentación

			Concreto
Tapa	5.00 X 0.12 X 25 X 2.3	=	34.50 ton
Fondo	5.00 X 0.15 X 25 X 2.3	=	43.125 ton
Orilla larga	0.2 X 2.00 X 25 X 2.3 X 2	=	46.000 ton
Orilla corta	0.2 X 2.00 X 4.60 X 2.3 X 2	=	8.464 ton
Centro larga	0.3 X 2.00 X 27.6 X 2.3	=	31.188 ton
Centro corta	0.3 X 2.00 X 3.2 X 2.3 X 2	=	8.832 ton
Centro	0.3 X 2.00 X 4.3 X 2.3	=	5.934 ton
Lado	1.4 X 1.00 X 2.0 X 2.3 X 2	=	12.880 ton
			<u>190.923 ton</u>

Block

L = 4.30 X 0.15 X 1.30 X 2.00 X 12.00 = 20.124 ton

Pcim = 211.047 ton

Pest = 306.406 ton

P ToT = 517.453 ton/ (25X5)=4.1396 ton/m²

Peso del suelo 1.323 X 2.27 =3.0032 ton/m²

Pe= 4.1396 -3.0032 ton/m²

Plantilla 0.05 X 5.00 X 25.00 X 2.10 = 13.125

Pcim = 530.578 ton W= 4.2446

Pe = 1.241 ton/m² < 1.5 ton/m²

Alternativa con cajón de cimentación

Para trabajo normal

Peso del tanque con gas

Pt 177.846 ton

Bases 16.060 ton

Estructura 193.906 ton

Cimentación 224.172 ton

Total 418.078 ton

W est =3.345 ton/m²

Pe=3.0032 tn/m²

AP= 0.341 ton/m² <1.00 ton/m²

Hundimiento a largo plazo

Extremo 3.41 kg/cm² +/- 6.00cm

Cimentación de 4 tanques

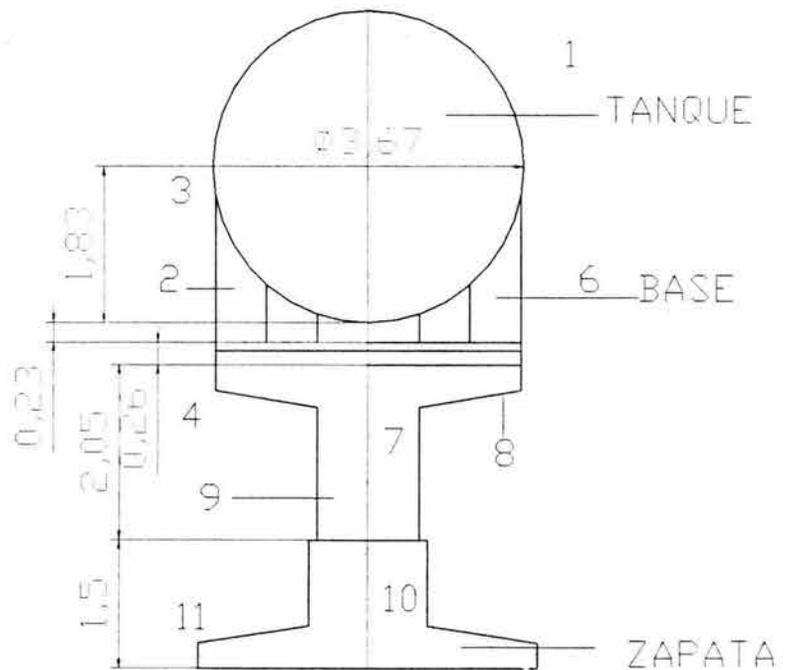
Capacidad = 250,000 litros

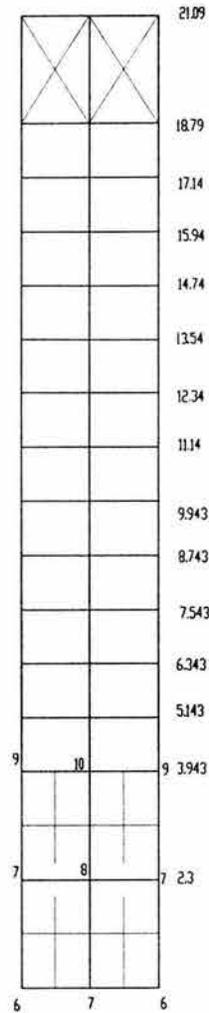
De acuerdo a especificación de TATSA

Tara	40.346	Ton
Peso lleno de agua	<u>252.912</u>	Ton
Peso total	293.258	Ton

Peso en cada soporte

P= 146.629 ton (máximo)





$$A = \frac{PL}{EA}$$

$$A = 1.5\text{cm}$$

$$A = \frac{PL}{EA}$$

$$E = 221359.4$$

$$L = 100$$

$$L = 1.835$$

$$2.54$$

$$3.306$$

$$1.945$$

$$2.692$$

$$6) 1.175 \times 1.175 = 1.381 \text{ m}^2$$

$$7) 1.175 \times 2.25 = 2.644 \text{ m}^2$$

$$8) 1.991 \times 2.25 = 4.48 \text{ m}^2$$

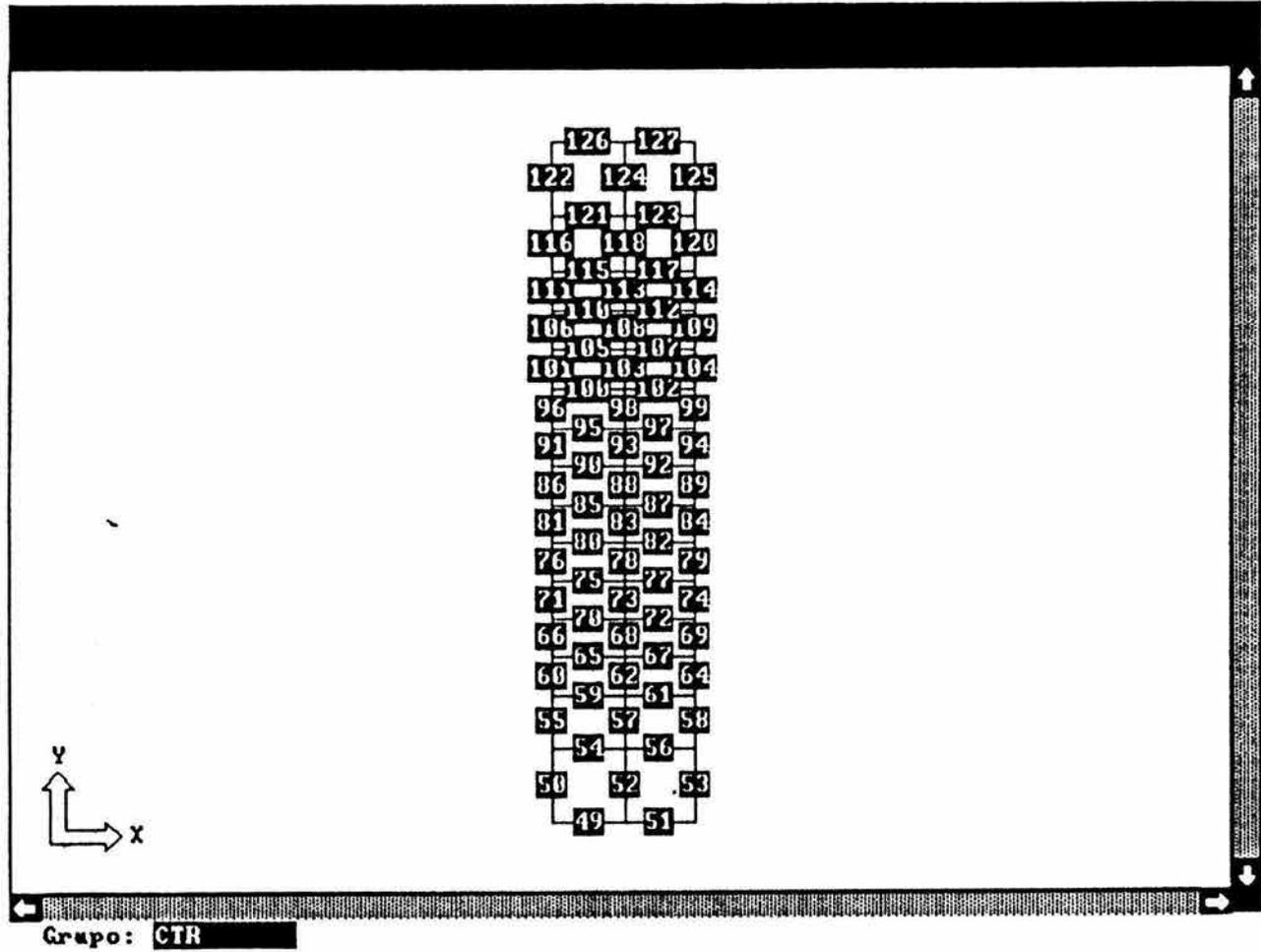
$$9) 1.175 \times 1.32 = 1.551 \text{ m}^2$$

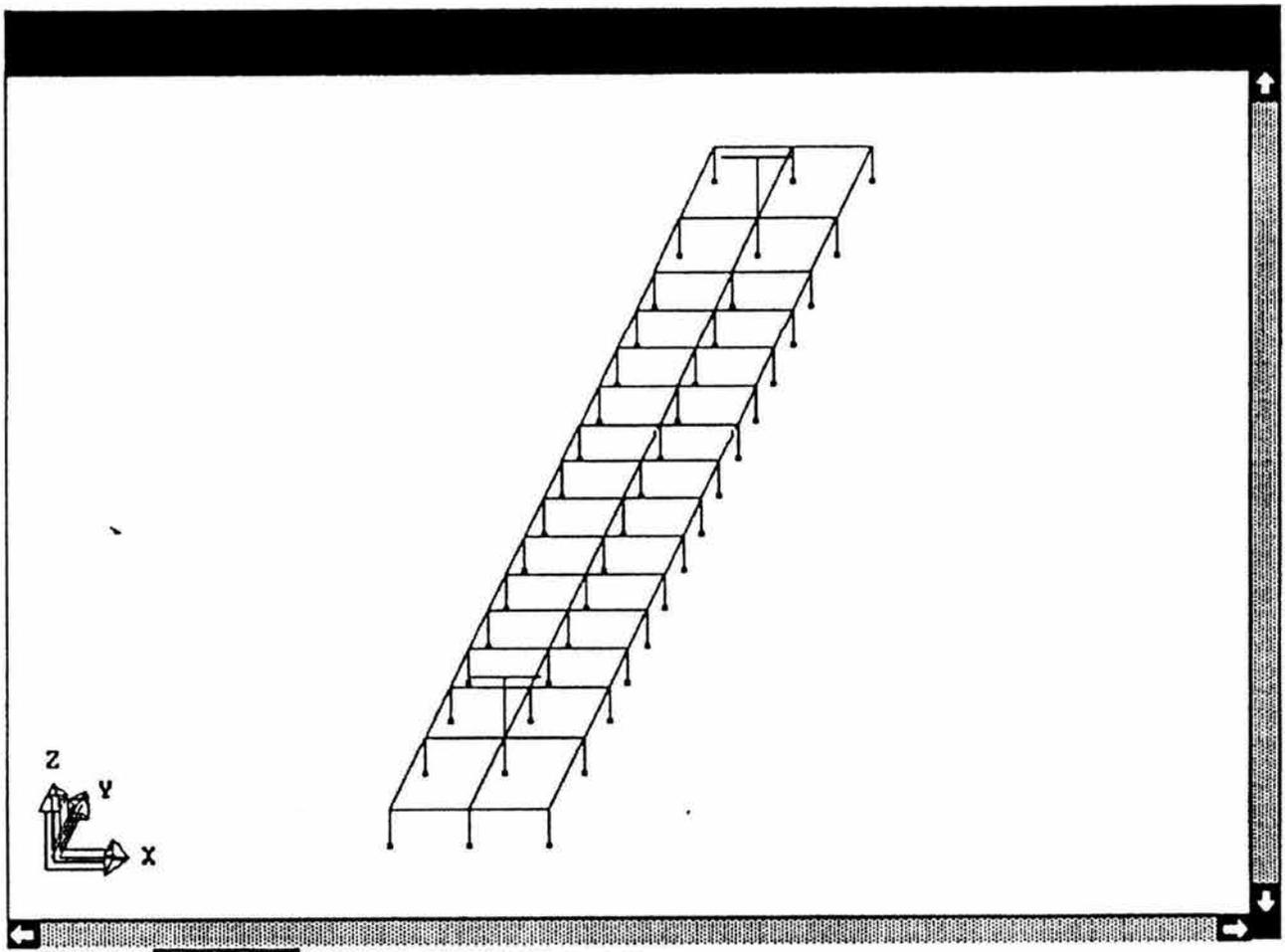
$$10) 1.32 \times 2.25 = 2.97 \text{ m}^2$$

$$0.3 \times 2.8 \times 2.4 = 1.70 \text{ T/M}$$

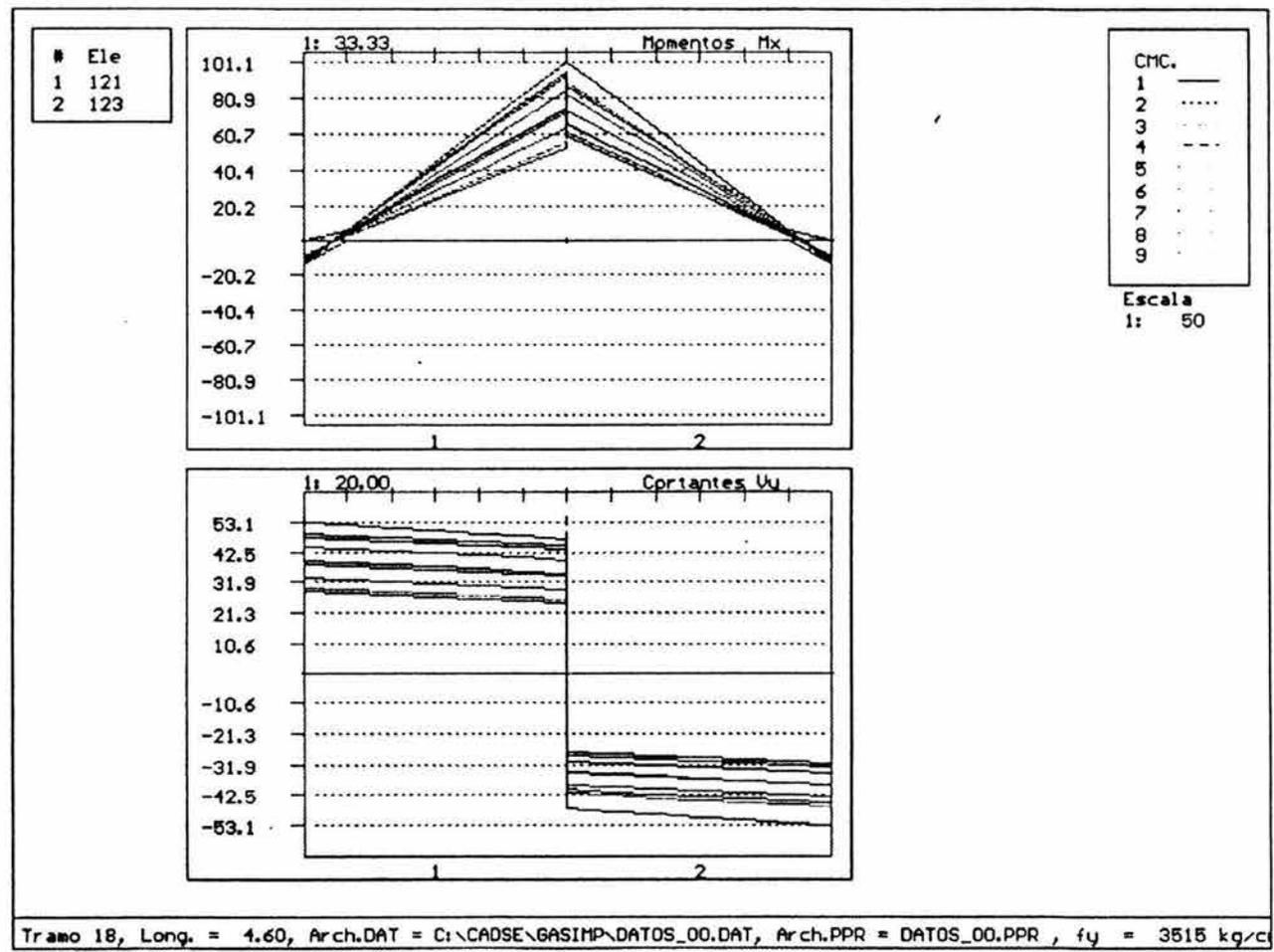
$$0.2 \times 2.8 \times 2.4 = 1.40 \text{ T/M}$$

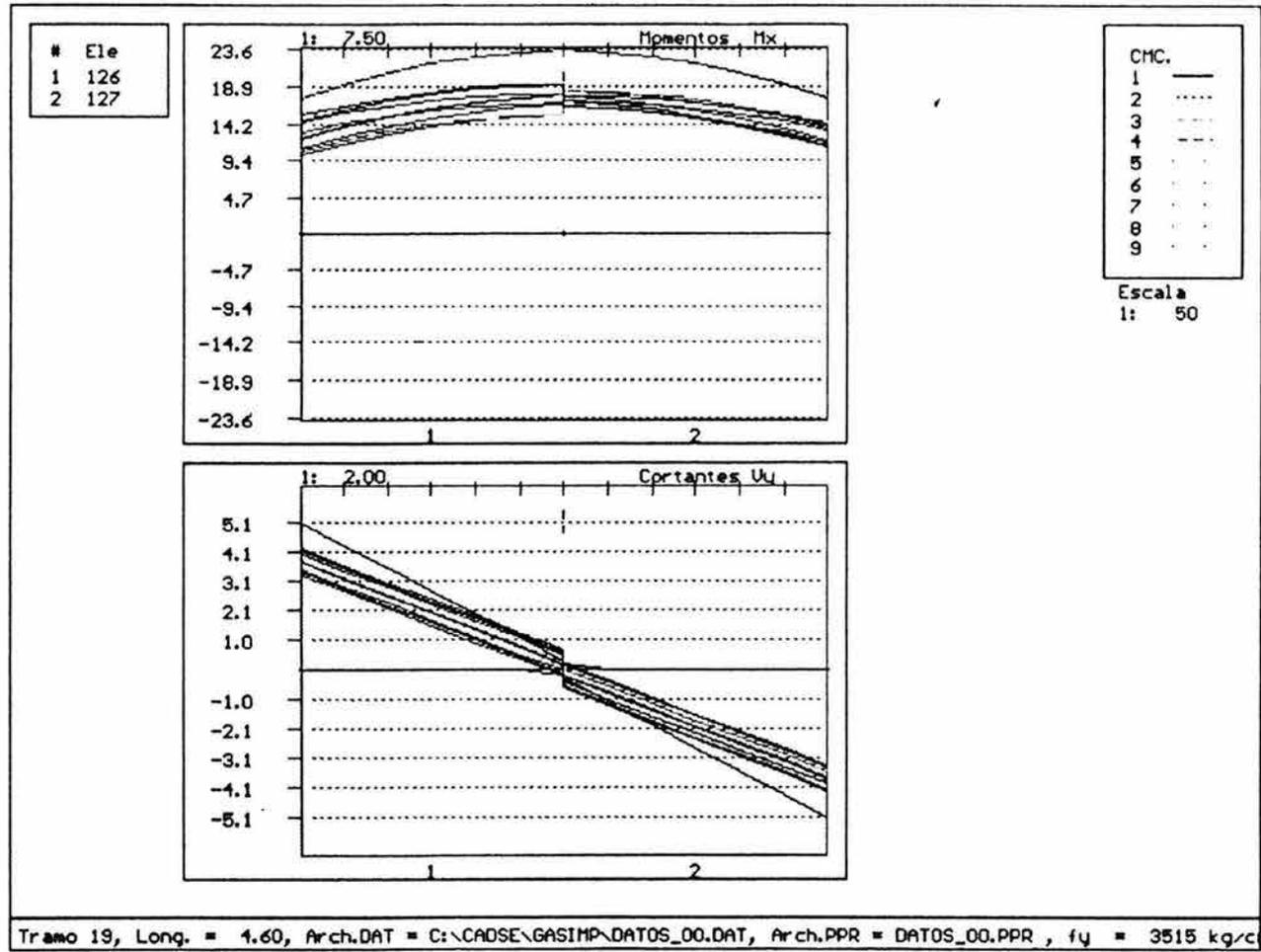
$$0.12 \times 2.80 \times 1.40 = 0.50 \text{ T/M}$$

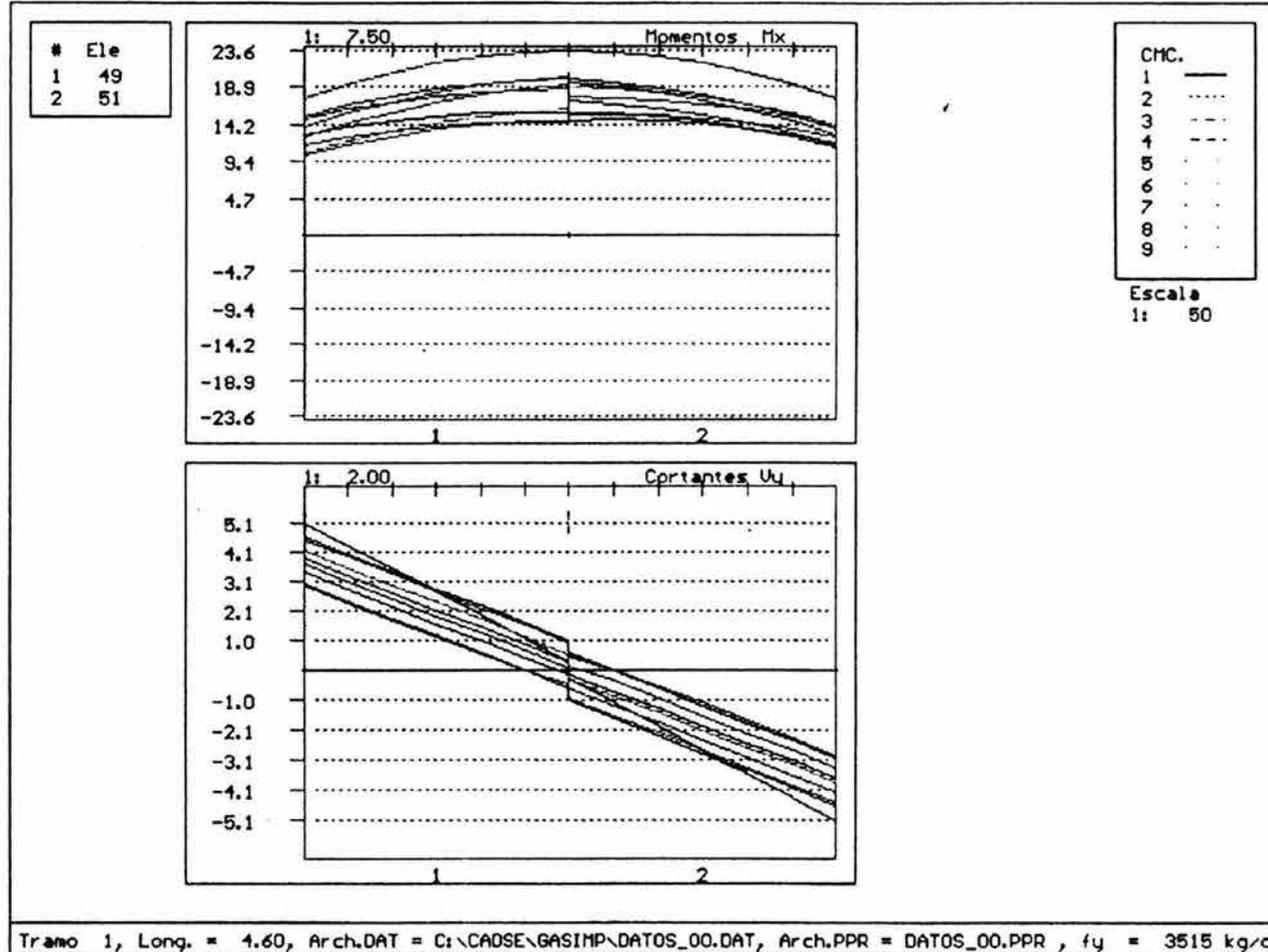


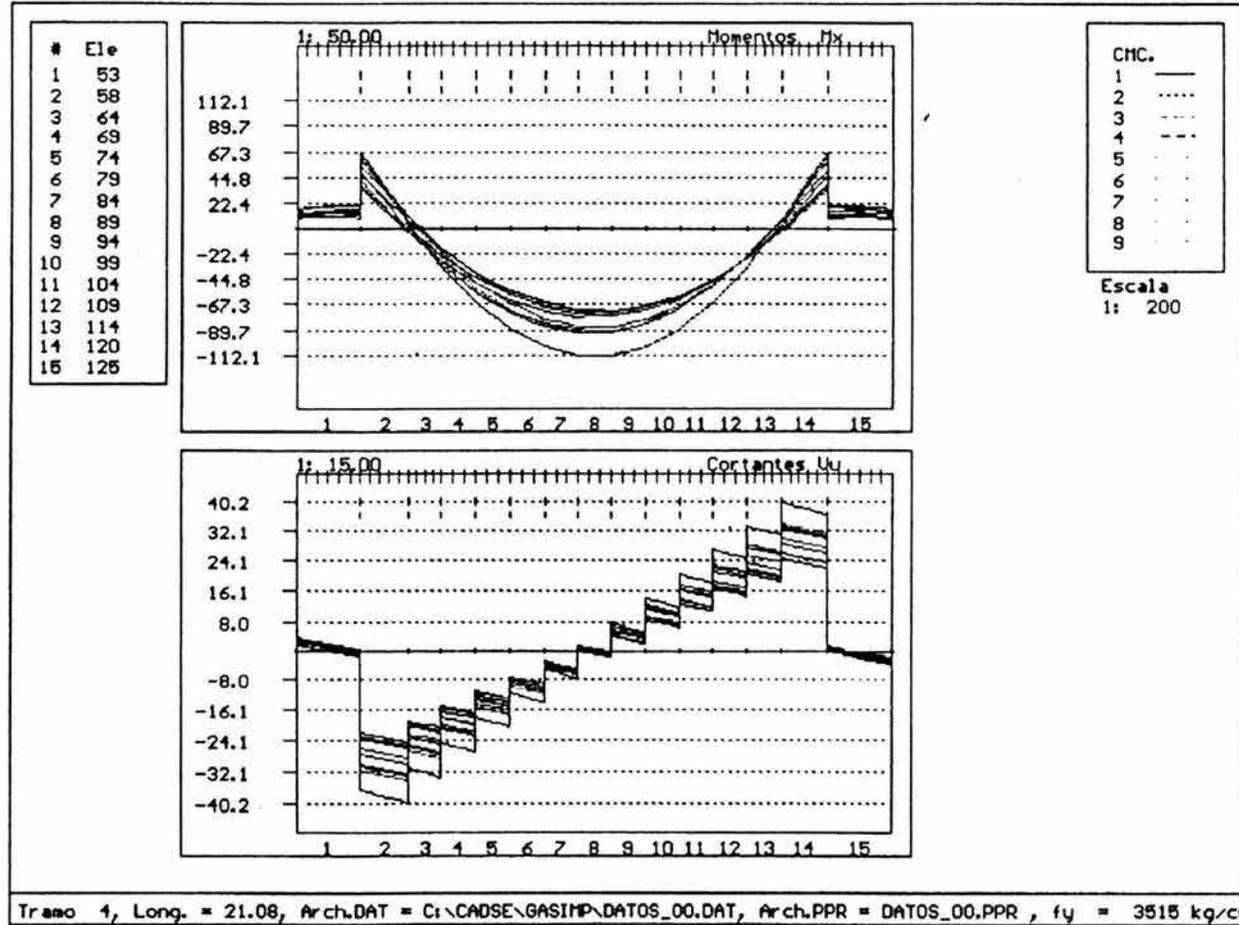


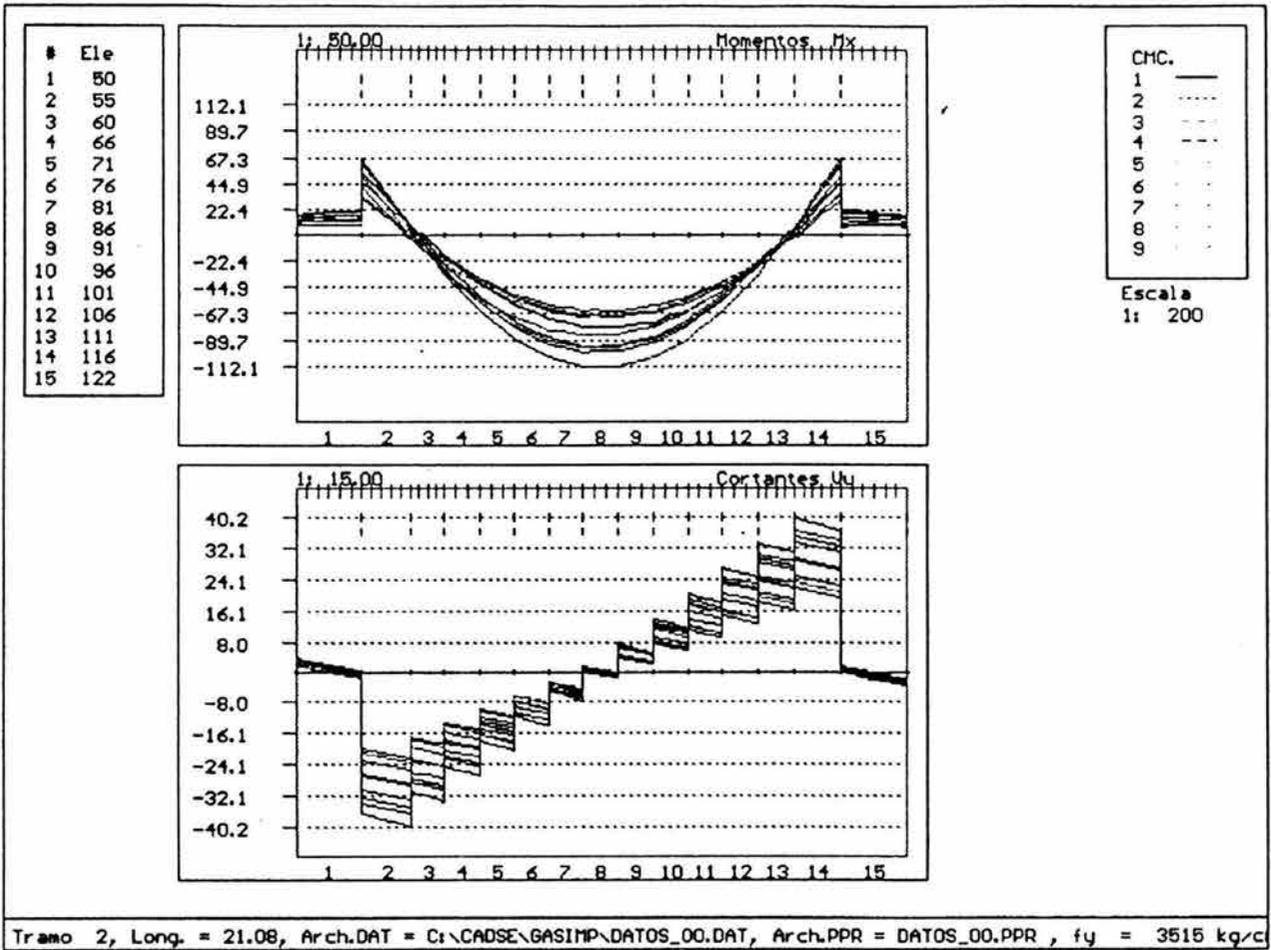
Grupo: [Total]











DISEÑO DE COLUMNA DE APOYO DE TANQUES

Pu= 235.32 ton ex= 0.00cm
 Mux= 232.32 ton-m ey= 98.73cm
 Muy= 0.00 ton-m

DATOS DE LA SECCION DIRECCION « Y »

		Z		As	
H=	120.00 cm	0.00	7.00	53.00 cm	31.68
B=	80.00 cm	1.00	27.00	33.00 cm	15.84
r =	7.00 cm	2.00	60.00	0.00 cm	15.84
H-r=	113.00 cm	3.00	93.00	-33.00 cm	15.84
B-r =	73.00 cm	4.00	113.00	-53.00 cm	31.68
# filas =	5.00				
sep =	26.50 cm				
C=	41.44 cm				
Fc =	250.00Kg/cm ²				
Fr =	0.70				
Yc =	60.00cm				
At =	960.00cm ²				

CALCULO DE LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS EN EL ACERO

E=		fs=	
1.00	0.00	1.00	4200.00 kg/cm ²
2.00	0.00	2.00	2131.21 kg/cm ²
3.00	0.00	3.00	2740.30 kg/cm ²
4.00	0.00	4.00	4200.00 kg/cm ²
5.00	0.01	5.00	4200.00 kg/cm ²
6.00	0.01	6.00	4200.00 kg/cm ²

FUERZA EN EL CONCRETO

a =	31.15 cm	fc =	250.00kg/cm ²
Area =	2651.97cm ²	f'c =	170.00kg/cm ²
		Yc =	16.57
Cc =	450.83 ton	y =	Yc-yc = 43.53 cm

FUERZA EN EL ACERO

Fi		As=	110.88cm ²
1.00	133.06 ton		
2.00	33.73 ton		
3.00	43.41 ton	P=	0.01
4.00	66.53 ton		
5.00	133.06 ton		
6.00	0.00 ton		

CARGA AXIAL RESISTENTE

Fi	Cc=
1.00	450.83 ton
2.00	133.06 ton
3.00	33.76 ton
4.00	-43.41 ton
5.00	-66.53 ton
6.00	-133.06 ton
	0.00 ton

MOMENTO RESISTENTE

Mi	Mc=
1.00	197.78 ton-m
2.00	70.52 ton-m
3.00	11.14 ton-m
4.00	0.00 ton-m
5.00	21.95 ton-m
6.00	70.52 ton-m
	0.00 ton-m

Pr/ Fr=	374.66 ton	Mr/Fr=	369.91 ton-m
Pr =	262.26 ton	Mr=	258.94 ton-m
e =	98.73 cm		

6.6 RELACION DE DISTANCIAS MINIMAS

Las distancias mínimas en ésta Planta serán las siguientes.

a) Del tanque de almacenamiento más cercano a:

Lindero Norte:	47.95 m.
Lindero Este:	20.92 m.
Zona de protección:	3.18 m.
Isleta de tomas de suministro:	22.06 m.
Isleta de tomas de recepción:	10.00 m.
Muelle de llenado:	6.00 m.
Llenadoras:	6.50 m.
Construcciones (oficinas):	51.55 m.
Altura del tanque a piso terminado:	2.30 m.

b) De bombas a zona de protección: 3.05 m.

c) De compresores a zona de protección: 2.00 m.

d) De llenadoras a:

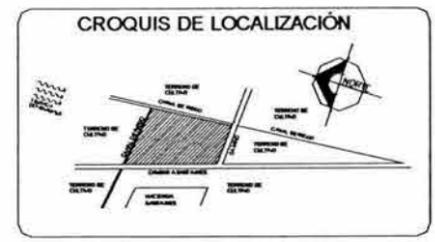
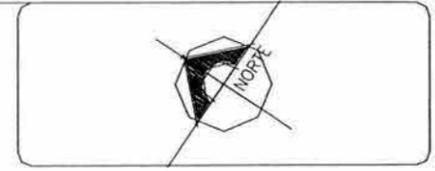
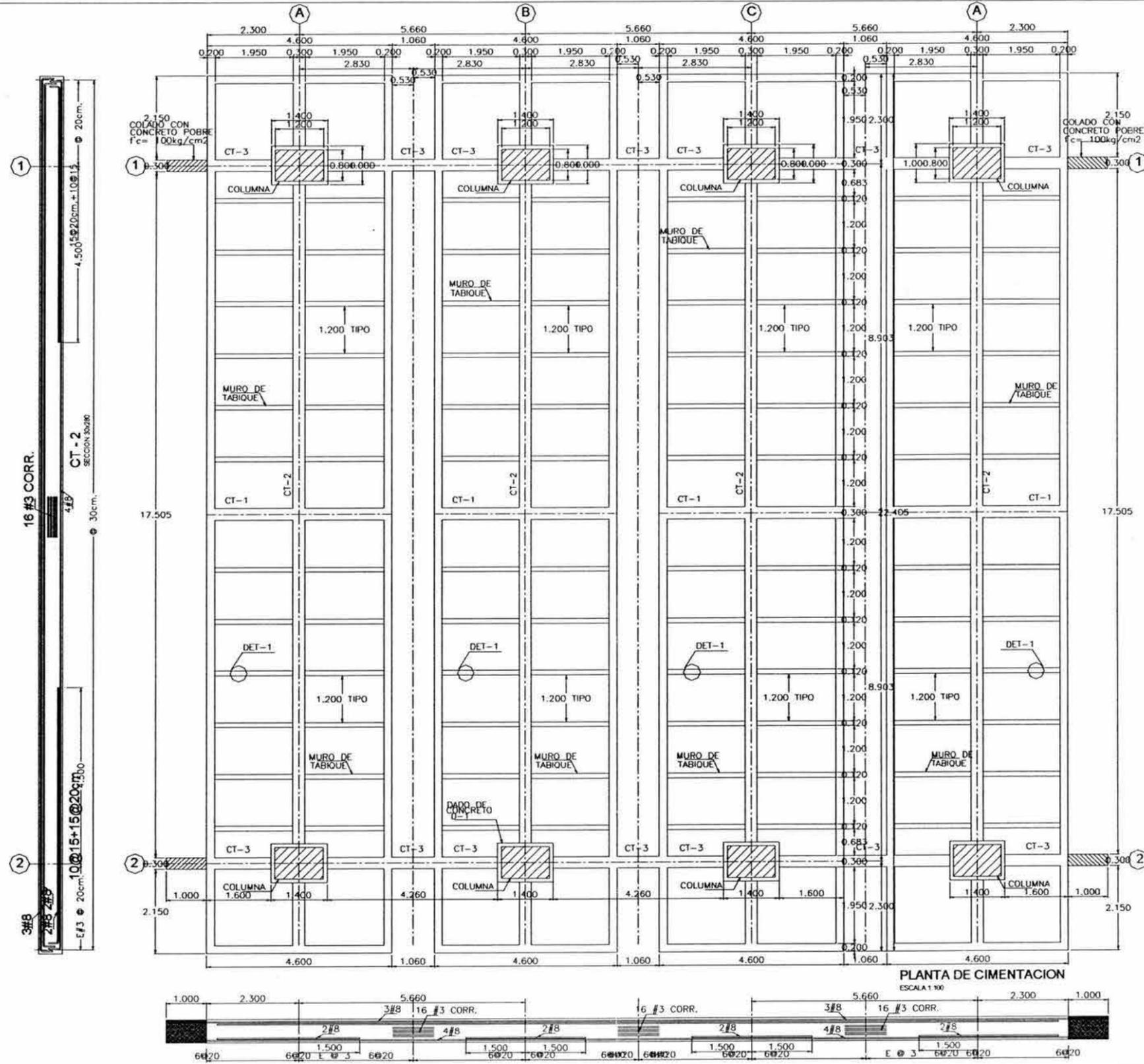
Lindero Este:	53.54 m.
Construcciones:	45.73 m.

e) De muelle de llenado a:

Lindero Oeste:	60.09 m.
Lindero Norte:	93.19 m.
Construcciones:	37.98 m.

f) De tomas de suministro a:

Lindero Este:	16.24 m.
Lindero Sur:	21.62 m.



NOTAS

DATOS GENERALES

PERMISO PARA DISTRIBUCION DE GAS L.P. PARA CARRUBRON No. _____

SUPERFICIE DEL TERRENO _____ M²

SUPERFICIE CONSTRUIDA _____ M²

CAPACIDAD TOTAL : 2,000,000 Rs. egua al 100%

8 TANQUES DE ALMACENAMIENTO
MARCA: TATSA
No. SERIE: EN FABRICACION
AÑO: 2003
CAP.: 250,000 Rs. egua al 100%

	PROYECTO PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.	
	PROYECTO CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEXTLA PUEBLO DE MEXICO	
PLANO PROYECTO CIVIL		
NUMERO DE PLANO PRO-CIV-02		
DISEÑO VICTOR PEREZ	REVISOR ING. REMIGIO MARRQUEZ	APROBACION MTS.
FECHA JUNIO 2003	ESCALA 1:100	PROYECTANTE

CAPITULO VII

PROYECTO MECANICO

CAPITULO VII

PROYECTO MECANICO

7.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

- a) Esta Planta contará con ocho tanques de almacenamiento, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener Gas L.P. los cuales se localizarán de tal manera que cumplan con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) Se tendrán montados sobre bases de concreto, de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) Contarán con una zona de protección consistente en muretes de concreto de 0.60 metros de altura.
- d) Estos recipientes contarán con una altura de 2.20 metros, medida de su parte inferior a nivel del piso terminado de la zona de almacenamiento.
- e) A cada costado de la batería de tanques se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también se contará con una escalerilla al frente, misma que será usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
- f) Los tanques contarán con las siguientes características.

TANQUES I al VIII

Construidos por:	TATSA
<i>Según Norma:</i>	<i>NOM-021/2-SCFI-1993</i>
Capacidad lts. Agua:	250,000
Año de fabricación:	2001
Diámetro exterior:	3,660 mm.
Longitud total:	25,600 mm.
Presión de trabajo:	14.00 Kg/cm ²
Factor de seguridad:	4

Forma de las cabezas:	Semiesféricas.
Eficiencia:	100 %
Espesor lámina cabezas:	9.72 mm.
Material lámina cabezas:	SA-612
Espesor lámina cuerpo:	16.58 mm.
Material lámina cuerpo:	SA-612
Coples:	210 Kg/cm ²
No. de Serie:	en fabricación
Tara:	46,680 Kg

g) Cada recipiente contará con los siguientes accesorios:

Un medidor magnético de nivel de líquido Marca Magnetel de 64.0 mm. de diámetro.

Un termómetro Marca Rochester con graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm. de diámetro.

Un manómetro Marca Eva con graduación de 0-21 Kg/cm² de 0.64 mm. de diámetro.

Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 86.25% y la otra al 90% del nivel del tanque.

Cuatro válvulas internas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego Modelo A3213A300 con actuador neumático Modelo A3213PA de 76 mm. (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) cada una.

Tres válvulas internas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego Modelo A3212A250 con actuador neumático Modelo A3212PA de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.21 m³/hr. (88.70 ft³/hr.) cada una.

Dos válvulas internas (exceso de flujo) para gas líquido Marca Rego Modelo A3212A250 con actuador neumático Modelo A3212PA de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.

Dos válvulas multiport bridadas Marca Rego Modelo A8574G de 102 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad Marca

Rego Modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 262 m³/min. (9,250 ft³/min.) cada una.

Un tapón de 51 mm. (2") de diámetro.

Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra".

Las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm. (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura.

7.2 MAQUINARIA (BOMBAS Y COMPRESORES)

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será la siguiente:

a) Bombas:

<i>Número:</i>	<i>I y II</i>
Operación básica:	Llenado de cilindros
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-3E
Motor eléctrico:	10 C.F.
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	454 L.P.M. (120 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx):	5 Kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm (3") Ø
Tubería de descarga:	76 mm (3") Ø
<i>Número:</i>	<i>III a la VI</i>
Operación básica:	Carga de autotanques
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-3E
Motor eléctrico:	10 C.F.
R.P.M.:	780
Capacidad nominal:	606 L.P.M. (160 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx):	3 Kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm (3") Ø
Tubería de descarga:	76 mm (3") Ø
<i>Número:</i>	<i>VII</i>
Operación básica:	Toma de Carburación
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-11/2 E
Motor eléctrico:	3 C.F.
R.P.M.:	640

Capacidad nominal:	132 L.P.M. (35 G.P.M.)
Presión diferencial	
De trabajo (máx):	5 Kg/cm ²
Tubería de succión:	51 mm (2") Ø
Tubería de descarga:	38 mm (1 1/2") Ø

b) Compresor:

<i>Número:</i>	<i>I Y II</i>
Operación básica: tanque	descarga de remolques-
Marca:	Corken
Modelo:	490
Motor eléctrico:	15 C.F.
R.P.M.	695
Capacidad nominal:	636 L.P.M. (168 G.P.M.)
Desplazamiento:	53 m ³ /hr. (31 CFM)
Ratio de compresión:	1.49
Tubería de gas líquido:	101 mm (4") Ø 76 mm (3") Ø
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") Ø

Las bombas y compresores se encontrarán ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento, que consiste en muretes de concreto de 0.60 metros de altura y además cumplirán con las distancias reglamentarias.

Cada bomba y compresor, junto con su motor, se encontrarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fijará por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con

interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra".

Se contará con el equipo necesario para realizar en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, para trasegar a recipientes vacíos, el gas contenido en cilindros que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

La descarga de la válvula de purga de líquidos, estará a una altura mínima de 2.50 metros sobre nivel de piso.

7.3 CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS

a) Controles Manuales:

En diversos puntos de la instalación se tendrán instaladas válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 Kg/cm², las que permanecerán "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles Automáticos:

A la descarga de cada bomba se contará con un control automático de 38 mm. (1 ½ ") para retomo de gas-líquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consistirá en una válvula automática, la que actuará por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura de 5 Kg/cm² (71 Lb/in²) (bombas I, II) y de 3 Kg/cm² (42 Lb/in²) (bombas III a VI).

7.4 JUSTIFICACION TECNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA

a) Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento será de 2,000,000 litros agua, misma que se tendrá en ocho recipientes especiales para Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico-horizonta, siendo éstos de la Marca TATSA, con capacidad de 250,000 litros de agua cada uno.

b) Capacidad de llenado o gasto en función de la probable operación. Se contará con un múltiple de llenado de veinticuatro salidas, estando este múltiple seccionado en dos grupos de doce salidas cada uno, utilizándose para cada sección del múltiple, una bomba con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) Experimentalmente se ha determinado que el gasto por recipiente portátil de 30 kilogramos ó 56 litros no exceda de 30 L.P.M. por lo que en nuestro caso este gasto sería de 360 L.P.M. (95 G.P.M.) esto es considerando la operación de las doce salidas del múltiple en una sección, siendo el tiempo máximo de llenado de 1.87 minutos (56 lts/30 L.P.M.) por recipiente. El gasto excedente de la capacidad de los equipos de bombeo será retomado a los tanques de almacenamiento.

- c) Cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo, así como retorno líquido.

La mecánica de flujo dentro de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante un balance de energía mecánica de flujo como sigue:

$$X_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{U_1^2}{2g} + W = X_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{U_2^2}{2g} + F + F_c$$

Donde:

$X_2 - X_1 = \delta X$ = Altura piezométrica en el sistema.

$P_2 - P_1 = \delta P$ = Presión diferencial dentro del sistema.

U_1 Y U_2 = Velocidades en los puntos extremos del sistema.

G = Aceleración de la fuerza de gravedad = 9.81 m/seg^2 .

W = Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba.

ρ = Peso específico del gas-líquido = 530 Kg/m^3
(70 % Propano – 30% Butano)

F = Pérdidas por fricción o resistencia al flujo en las tuberías.

F_c = Pérdidas por contracción.

En este caso:

$$U_1 = U_2 \text{ y } F_c = 0$$

Por lo tanto:

$$W = \delta X + \frac{\delta P}{\rho} + F$$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema.

El valor de F se ha determinado experimentalmente sumando las longitudes equivalentes a los accesorios instalados en la tubería más la longitud de la tubería misma, también experimentalmente se ha calculado para cada diámetro

de tubería y para un gasto volumétrico, el valor de la resistencia al flujo de Gas L.P. por unidad de longitud.

Cálculo de F(a) en la alimentación de la bomba:

(del tanque VIII a la bomba I)

SECCION A (accesorios de 76 mm. de diámetro)

Una válvula interna exceso de flujo de 76 mm de Ø	183 ft.
Una válvula de globo de 76 mm de Ø	80 ft.
Tres codos de 76 mm de Ø x 90°	24 ft.
Un ensanchamiento de 76 x 101 mm de Ø	1.35 ft.
Una válvula de bola de 76 mm de Ø	10 ft.
Un filtro de paso de 76 mm de Ø	42 ft.
Longitud de tubería: 5.30 m x 3.28	17.38 ft.

Longitud total equivalente (Le): 357.73 ft.

SECCION B (accesorios de 152 mm de diámetro)

Una válvula de globo de 101 mm de Ø	110 ft.
Cinco codos de 101 mm de Ø x 90°	55 ft.
Una tee de flujo indirecto de 101 mm de Ø	21 ft.
Nueve tees de flujo directo de 101 mm de Ø	63 ft.
Una reducción de 101 x 76 mm de Ø	3.10 ft.
Longitud de tubería: 60.00 m x 3.28	227.10 ft.

Longitud total equivalente (Le): 479.20 ft.

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para el gasto volumétrico indicado es:

DIAMETRO NOMINAL	Ft. Columna de líquido Por ft. De tubería (R) PARA 454 L.P.M. (120 G.P.M.)
76 mm (3")	0.036
101 mm (4")	0.008

Por lo que las pérdidas por la fricción en la succión de la bomba es:

Sección	Le	R
(A)	357.73	$357.73 \times 0.036 = 12.88$
(B)	479.20	$479.20 \times 0.008 = 3.83$

$$F(a) = \overline{16.71 \text{ ft. Col. Líquido.}}$$

Resistencia al flujo de la bomba F (b)

Para 120 G.P.M. (454 L.P.M.) la resistencia al flujo de la bomba es de 1.20 ft. Col. de líquido.

Cálculo de F(d) en la descarga de la bomba:
(de la bomba al múltiple de llenado)

SECCION A (accesorios de 76 mm de diámetro)

Una válvula de globo de 76 mm de Ø	80	ft.
Un indicador de flujo de 76 mm de Ø	10	ft.
Dos codos de 76 mm de Ø x 45°	7	ft.
Dos tees de flujo directo de 76 mm de Ø	10	ft.
Cuatro codos de 76 mm de Ø x 90 °	32	ft.
Un ensanchamiento de 76 x 101 mm de Ø	1.35	ft.
Longitud de la tubería: 17.30 m x 3.28	56.74	ft.
Longitud total equivalente (Le):	197.09	ft.

SECCIÓN B (accesorios de 101 mm de diámetro)

Una tee de flujo indirecto de 101 mm de Ø	21	ft.
Una tee de flujo directo de 101 mm de Ø	7	ft.
Longitud de la tubería: 12.50 m x 3.28	41	ft.
Longitud total equivalente(Le):	69.00	ft.

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para los gastos volumétricos indicados es:

	ft. columna de líquido Por ft. de tubería (R) PARA
	454 L.P.M. (120 G.P.M.)
76 mm (3")	0.036
101 mm (4")	0.008

Por lo que las pérdidas por fricción en la descarga de la bomba es:

Sección	Le	R
(A)	197.09	$197.09 \times 0.036 = 7.09$
(B)	69.00	$69.00 \times 0.008 = 0.41$

$$F(d) = 7.50 \text{ ft. col. Líquido.}$$

Cálculo de F (m) en el múltiple de llenado:

La velocidad de llenado de un recipiente portátil, está supeditada a la válvula de servicio del mismo, en la cual consideramos un gasto de 30 L.P.M.

Flujo por salida = 30 L.P.M. = 7.93 G.P.M.

Una válvula de globo de 13 mm de Ø	1.00 Lb/in ²
Una válvula de cierre rápido de 13 mm de Ø	1.00 Lb/in ²
Una punta pol de 13 x 6.4 mm de Ø	1.20 Lb/in ²
1.25 m de manguera de 13 mm de Ø	0.60 Lb/in ²
Una válvula de llenado del recipiente portátil De 19 mm de Ø	3.00 Lb/in ²
Una reducción de 101 x 13 mm de Ø	0.20 Lb/in ²
	<hr/>
	7.00 Lb/in ²

$$1 \text{ Lb/in}^2 = 4 \text{ ft. col. líquido.}$$

$$F(m) = 12 \times 7.00 \times 4 = 336.00 \text{ ft. col. líquido}$$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d) + F(m)$$

$$F = 16.71 + 1.20 + 7.50 + 336.00 = 361.41 \text{ ft. col líquido}$$

$$= 110.18 \text{ m. col. líquido}$$

Carga de altura:

$$\delta X = X_2 - X_1 = 2.50 - 2.90 = -0.40 = 0 \text{ m. Col. líquido}$$

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de cilindros se considera de 5 Kg/cm², valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

$$\frac{\delta P}{P} = \frac{5 \text{ Kg/cm}^2 \times 10,000}{530 \text{ Kg/m}^3} = 94.34 \text{ m. col. líquido}$$

Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba:

$$W = \delta X + \frac{\delta P}{P} + F$$

Substituyendo:

$$W = 0 + 94.34 + 110.18$$

$$W = 204.52 \text{ m. col. líquido}$$

POTENCIA:

$$\text{Potencia} = \frac{W \times Q \times p}{76 \times E} = \text{C.F.}$$

Donde:

$$W = \text{Trabajo mecánico dentro del sistema} = 204.52 \text{ m. col. líquido}$$

$$Q = \text{Gasto o caudal} = 360 (60 \times 1,000) = 0.006 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$P = \text{Peso específico del gas-líquido} = 530 \text{ Kg/m}^3$$

76 = Factor de conversión.

$$E = \text{Eficiencia de la bomba} = 85 \%$$

Substituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{204.52 \times 0.006 \times 530}{76 \times 0.85} = 10.07 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que contará la bomba será de 10 C.F.

Retorno de gas-líquido. Se indicó que para protección de las bombas por sobrecargas, se tendrá instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de cada bomba, calibrada a 5 Kg/cm², en bombas I y II y 3Kg/cm² en bombas de la III a la VI.

d) Carga de auto-tanques con bomba:

Se contará con cuatro bombas para el llenado de auto-tanques y ocho juegos de tomas de suministro. Las bombas serán de la Marca Blackmer Modelo LGL-3E con motor eléctrico de 10 C.F. operando a 780 R.P.M. y 3 Kg/cm² de presión diferencial máxima, proporcionando un gasto de 606 L.P.M. (160 G.P.M.), por lo que un auto-tanque de 12,500 litros al 90 % de su capacidad, se llenará en 20 minutos aproximadamente.

e) Justificación técnica de la potencia del compresor:

Condiciones de instalación:

Compresor Marca Corken Modelo 490

Motor eléctrico de:	15 C.F.
Ø tubería de gas-líquido:	101 mm (4") 76 mm (3") 51 mm (2")
Ø tubería de gas-vapor:	51 mm (2") 32 mm (1 ¼")

Para un flujo de Gas L.P. en estado líquido por tubería de 101 mm (4") de diámetro, se recomienda que este tenga un rango de velocidad de 77 a 230 cm/seg., (dato tomado del "Handbook Butane-Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en las tuberías. Por lo tanto, para una transferencia de gas-líquido de 636 L.P.M. (168 G.P.M.) seleccionada, tenemos:

$$Q = V \times A \quad \text{de aquí: } V = Q/A$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal en cm}^3/\text{seg.}$$

$$V = \text{Velocidad media en cm/seg}$$

$$A = \text{Area transversal de la tubería} = 82.1 \text{ cm}^2$$

$$V = 636 \times (1,000/60)/82.1 = 129.11 \text{ cm/seg.}$$

Por lo que estamos dentro de los límites recomendados.

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2):

(Según condiciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P. suministrado por Pemex).

$$P_1 = 7 \text{ Kg/cm}^2 = 100 \text{ PSI} + 14.7 = 114.7 \text{ PSIA}$$

$$T_1 = 17.5^\circ\text{C} = 63.5^\circ\text{F}$$

$$P_2 = 11 \text{ Kg/cm}^2 = 156 \text{ PSI} + 14.7 = 170.7 \text{ PSIA}$$

$$T_2 = 33.3^\circ\text{C} = 92^\circ\text{F}$$

Relación de compresión (r):

$$r = P_2/P_1 = 170.7/114.7 = 1.49$$

Exponente de compresión (k):

$K = C_p/C_v = 1.15$ para el Propano

Eficiencia volumétrica (VE):

VE = 90% (dato tomado de gráficas del fabricante)

Desplazamiento mínimo del pistón (PD):

Para transferir un flujo de 636 L.P.M. (168 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento de gas-vapor de:

$$PD = (G.P.M./7.48) \times r \times VE$$

$$PD = (168/7.48) \times 1.49 \times 0.90 = 30.12 \text{ CFM} = 51.14 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Velocidad máxima de operación (R.P.M.):

$$R.P.M. = \frac{PD}{PD/100 \text{ rpm}} = \frac{30.12 \text{ CFM} \times 100}{4.3 \text{ CFM}} = 700$$

(del fabricante, tenemos que para el Modelo 490 el valor de PD/100 R.P.M. = 4.3 CFM)

POTENCIA REQUERIDA (HP):

$$\begin{aligned} HP &= (BHP/10 \text{ CFM}) \times PD \times 1.10 \\ &= 2.65/10 \text{ CFM} \times 30.12 \text{ CFM} \times 1.10 \\ &= 8.78 \text{ C.F.} \end{aligned}$$

(De gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de BHP = 2.65 con $k = 1.15$, $r = 1.49$ y $P_1 = 115 \text{ PSIA}$)

La potencia del motor con que contará el compresor será de 15 C.F., el cual puede operar hasta 740 R.P.M. obteniendo un desplazamiento de 54 m³/hr. (32 CFM) y capacidad de 667 L.P.M. (179 G.P.M.)

7.5 TUBERIAS Y CONEXIONES

a) Tuberías y Conexiones:

El sistema de tuberías de la Planta estará diseñado para una presión mínima de 24.61 Kg/cm².

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. serán de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para

una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm², y donde existan accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm² y con tubería de acero cédula 80.

En el caso donde sea necesario instalar accesorios roscados, la profundidad y longitud de las cuerdas, cumplirán con las especificaciones de la Norma NOM-H-22 en vigor, efectuando el empaque con selladores que no sean afectados por el Gas L.P.

Los diámetros de las tuberías instaladas serán:

TRAYECTORIA	L í n e a s		
	LIQUIDO	RETORNO LIQUIDO	VAPOR
De tanque a múltiple de Llenado	76 y 101 mm	51 mm.	-
De tanques a tomas de Suministro de auto-tanques. mm.	101, 76 y 51 mm.	51 mm.	76, 51 y 32 mm
De tanques a toma de Recepción.	101,76 y 51 mm.	-	51 y 32 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 Kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min. Y serán de 13 mm (1/2) de diámetro.

Además contará con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

7.6 MULTIPLE DE LLENADO

Se contará con un múltiple de llenado, construido con tubería de acero cédula 40, sin costura, para alta presión de 101 mm (4") de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 140-210 Kg/cm². Se tendrá a una altura de 1.70 metros y se tienen fijos por medio de soportes metálicos al piso del muelle. El múltiple contará con veinticuatro salidas seccionadas en dos grupos de 12 salidas.

El múltiple de llenado tendrá instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2 ") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 13 mm. (1/2") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½) de diámetro.

7.7 BASCULAS DE LLENADO Y DE REPESO

a) Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tendrán instaladas veinticuatro básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kilogramos cada una, mismas que serán usadas para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, estas básculas estarán conectadas para su mejor protección al sistema general de tierra.

b) Básculas de repeso:

Se contará también en el muelle de llenado con dos básculas del tipo de plataforma con carátula redonda para repeso de recipientes portátiles, igualmente conectadas a "tierra".

c) Llenadoras:

Cada llenadora contará con los siguientes accesorios:

Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.

Una válvula solenoide de 13 mm de diámetro.

Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro.

Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.

Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm. de diámetro.

d) Vaciado de gas de los cilindros.

Esta Planta contará con un sistema para el vaciado de gases pesados de los recipientes portátiles, el cual constará de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada, contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 metros de altura, usando para liberar la presión existente del tanque. Constará además de un múltiple de cinco salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente.

La tubería del sistema de vaciado de gas, será de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 Kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de gas al tanque estacionario de 32 mm (1 ¼ ") de diámetro. Los accesorios existentes

serán de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentren instalados. Las mangueras que se usen serán especiales para Gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 y ruptura a 140 Kg/cm².

7.8 TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y CARBURACION

a) Tomas de recepción:

Las tomas para descargar remolques-tanque o de recepción estarán localizadas al centro de las zonas de almacenamiento y para su mejor protección se tendrán sobre unas isletas o plataformas de concreto de 0.60 metros de altura.

Se contará con dos juegos de tomas ubicados en cada isleta, estos juegos de tomas contarán de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conectarán a una tubería de 76 mm (3") de diámetro y esta a otra de 102 mm (4") para llegar a los tanques, además este juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm. (1 ¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se conectará a la tubería de 51 mm (2") de diámetro y este a su vez a otra tubería de 76 mm (3") de diámetro para llegar a los tanques de almacenamiento.

b) Tomas de suministro:

Las tomas para carga de auto-tanques o de suministro estarán localizadas por el lado Sur de los tanques de almacenamiento, se tendrán sobre unas isletas de concreto de 0.20 metros de altura. La distancia de isleta al tanque de almacenamiento más cercano será de 30.99 metros.

Como se mencionó la carga de auto-tanques se efectuará por medio de cuatro bombas, teniéndose la tubería a la descarga de las mismas de 76 mm. (3") de diámetro para unirse cada dos bombas a un cabezal de 101 mm. (4") de diámetro hasta llegar a la zona de carga, donde la tubería se dividirá en tomas de 51 mm (2") de diámetro y conservará el mismo diámetro en su boca terminal; la tubería que conducirá gas-vapor en esta trayectoria será de 76 mm (3") de diámetro, ya que en la zona de carga la tubería reducirá su diámetro a 51 mm (2") de diámetro y reducirá en su boca terminal a 32 mm (1 ¼) de diámetro.

Las líneas de tuberías que harán este recorrido de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, así como de suministro, serán visibles sobre el nivel de piso terminado, dentro de un ducto de concreto protegidas con una rejilla metálica, permitiendo además la visibilidad y ventilación de las tuberías.

Todas las tomas contarán en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

Una válvula de exceso de flujo.
Una válvula de no retroceso.
Una válvula de globo recta.
Un tramo de manguera para Gas L.P.
Una válvula de seguridad de 13 mm de diámetro.
Una válvula de paro de emergencia a control remoto.
Un cople y/o niple con punto de ruptura.
Un tapón Acme.

c) Toma de carburación

Se cuenta con una toma de carburación para abasto de los propios vehículos de la empresa, localizada en el lado sur de la zona de almacenamiento, cumpliendo con las distancias que especifica la Norma . Cuenta con un medidor volumétrico para controlar el abastecimiento de Gas L.P. a los tanques montados permanentemente en los vehículos de reparto que usan este producto como carburante, en motores de combustión interna.

Este medidor de flujo para suministro de gas l.p. cuenta con las características siguientes :

Marca:	Liquid Controls.
Modelo:	MA-5
Diámetro de entrada y salida:	38 mm.
Capacidad:	Máx. 227 L.P.M. Mín. 45.4 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.6 Kg/cm ²
Registro modelo:	443
Capacidad del registro-impresor:	9,999.9 lts

Antes del medidor, se cuenta con una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial se cuenta con una válvula de exceso de flujo de la capacidad requerida, y una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro.

d) Mangueras:

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 Kg/cm² y una presión de ruptura de 140 Kg/cm². Se contará con mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción y suministro, estando estas últimas protegidas contra daños mecánicos.

Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores quedarán protegidas con tapón.

e) Soportes:

Las tomas para su mejor protección, estarán fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contandose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra " de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. Los puntos de ruptura realizado con un 20% del espesor de pared, serán localizados en el niple que conecta en sus extremos con codos permaneciendo uno de ellos fijo y soldado al marco metálico de retención.

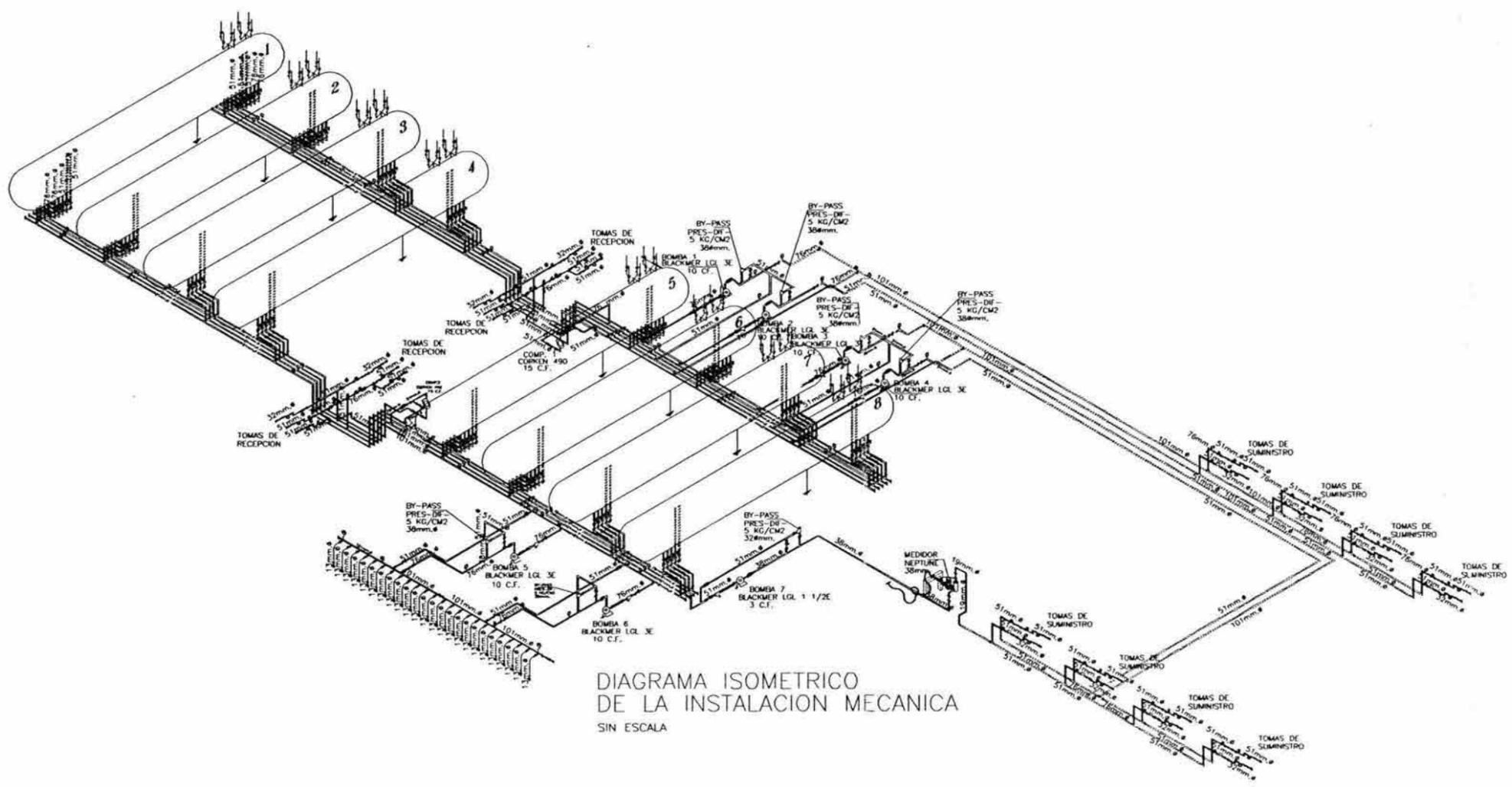
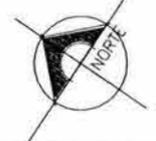


DIAGRAMA ISOMETRICO DE LA INSTALACION MECANICA SIN ESCALA



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



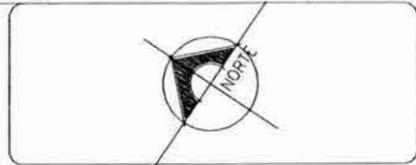
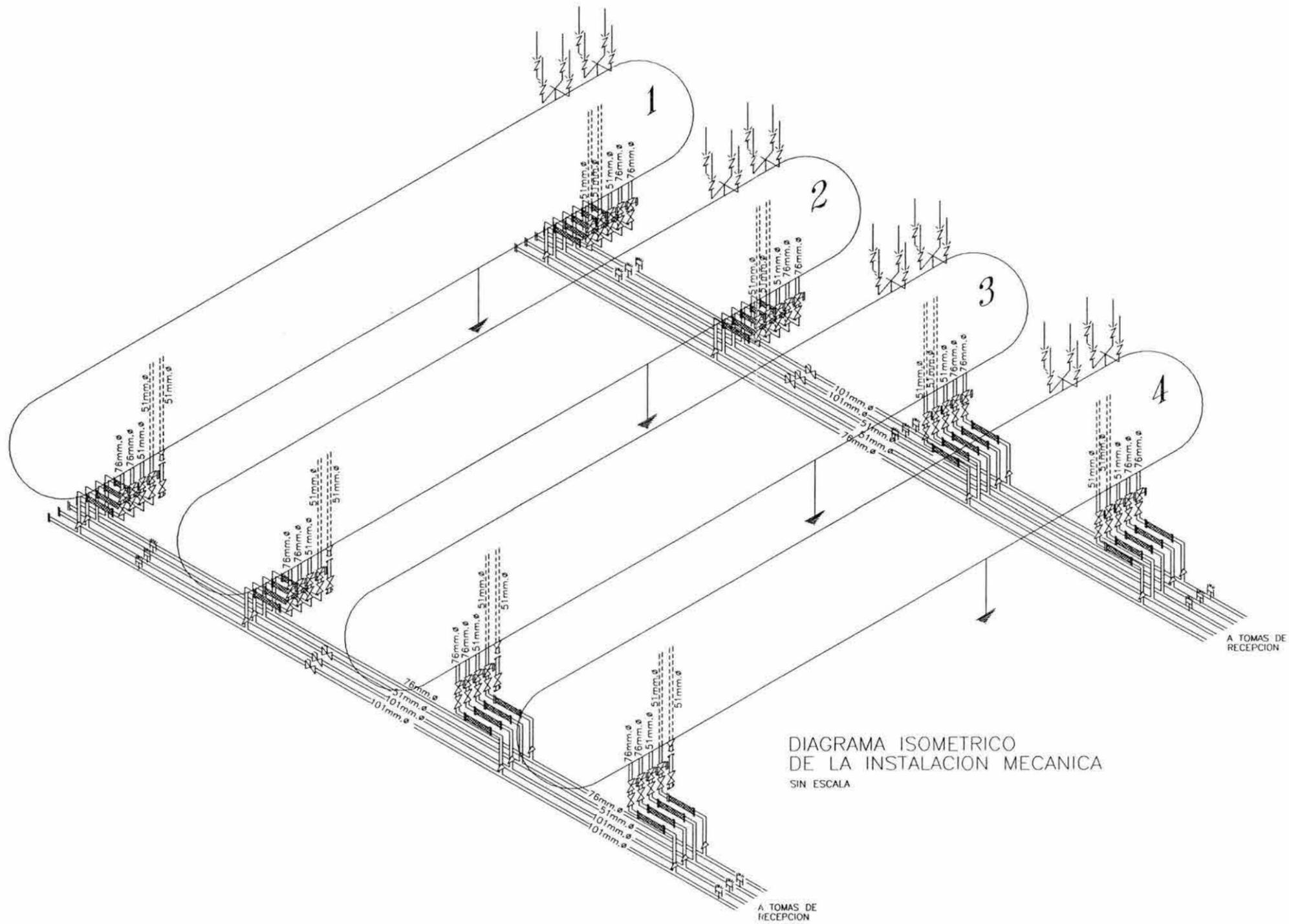
4 06 2, R, 0, R, 0, R, 4 08

NOTAS

DATOS GENERALES

PERMISO PARA DISTRIBUCION DE GAS L.P. PARA COMBUSTION
 No. _____
 SUPERFICIE DEL TERRENO 26,377.27 M²
 SUPERFICIE CONSTRUIDA 1,143.22 M²
 CAPACIDAD TOTAL: 2,000,000 lbs. agua al 100%
 8 TANQUES DE ALMACENAMIENTO
 M.R.C.A. TATSA
 No. SERIE: EN FABRICACION
 AÑO: 2003
 CAP. 250,000 lbs. agua al 100%

	PROYECTO											
	PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.											
	DIRECCION: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARALELO HACIENDA A SANTA INES MUN. DE NEXTALPAN EDO. DE MEXICO											
	PLANO											
PROYECTO MECANICO												
NUMERO DE PLANO												
PRO-ME-01												
<table border="1"> <tr> <td>SEALDO</td> <td>REVISOR</td> </tr> <tr> <td>VICTOR PEREZ</td> <td>ING. DEMINGO MARRQUEZ</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>ESCALA</td> <td>ACTUACION</td> </tr> <tr> <td>JUNIO 2003</td> <td>SIN</td> <td>MTS.</td> </tr> </table>	SEALDO	REVISOR	VICTOR PEREZ	ING. DEMINGO MARRQUEZ	FECHA	ESCALA	ACTUACION	JUNIO 2003	SIN	MTS.		
SEALDO	REVISOR											
VICTOR PEREZ	ING. DEMINGO MARRQUEZ											
FECHA	ESCALA	ACTUACION										
JUNIO 2003	SIN	MTS.										



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



▲ 06 08 09 10

NOTAS

ANEXOS GENERALES

PERMISO PARA DISTRIBUCION DE GAS L.P. PARA CARBURACION No. _____

SUPERFICIE DEL TERRENO 26,377.27 M²

SUPERFICIE CONSTRUIDA 1,143.22 M²

CAPACIDAD TOTAL : 2,000,000 lbs. agua al 100%

8 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

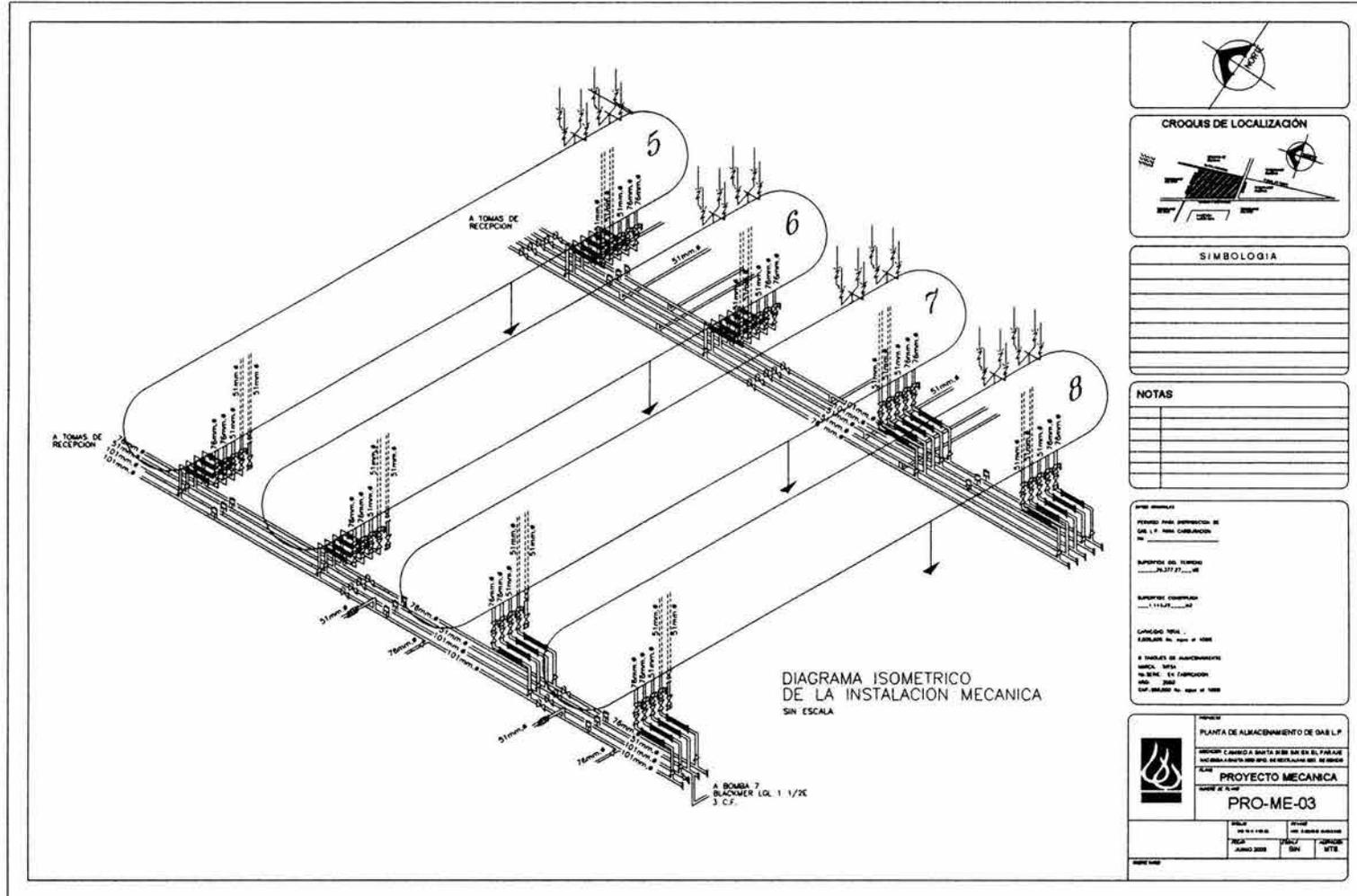
MARCA: TATSA

No. SERIE: EN FABRICACION

ASG: 2003

CAP: 250,000 lbs. agua al 100%

	PROYECTO PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.	
	UBICACION: CAMINO A SANTA INES SIN EN EL PARAJE HACIENDA A SANTA INES MUNICIPIO DE NEHALPAN EDO. DE MEXICO	
PLANO PROYECTO MECANICO		
NUMERO DE PLANO PRO-ME-02		
DISEÑO VICTOR PEREZ	REVISÓ ING. BENIGNO MARQUEZ	APROBÓ MTS.
FECHA JUNIO 2003	ESCALA SIN	MTS.
PROPIETARIO:		



SIMBOLOGIA

NOTAS

AREA INSTALADA
 AREA TOTAL DESTINADA DE
 OAS L.P. PARA CONSTRUCCION
 DE
 SUPERFICIE DEL TERRENO
 24,377.87 M²
 SUPERFICIE CONSTRUIDA
 1,114.82 M²
 CAPACIDAD TOTAL
 4,200,000 Litros de agua a 1000
 4 UNIDADES DE ALMACENAMIENTO
 MARCA: WTS
 MATERIAL: EN CONFORMACION
 CON: 2000
 CONFORME A: CON 1000

	PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. <small>PROYECTO MECANICO DE GAS L.P. PARA CONSTRUCCION DE UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE RESERVA EN EL TERRENO</small>	
	PROYECTO MECANICA PRO-ME-03	
<small>FECHA</small> 10/11/2010	<small>PROYECTISTA</small> WTS	<small>REVISOR</small> WTS
<small>FECHA</small> JUNIO 2009	<small>SEÑAL</small> SIN	<small>APROBADO</small> WTS

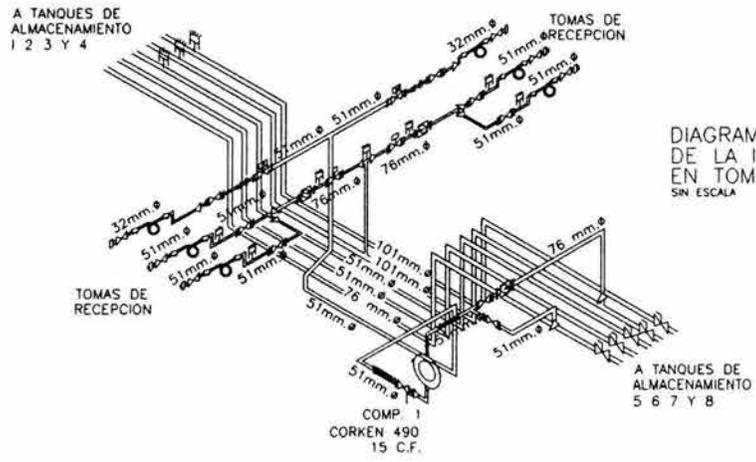


DIAGRAMA ISOMETRICO DE LA INSTALACION MECANICA EN TOMAS DE RECEPCION SIN ESCALA

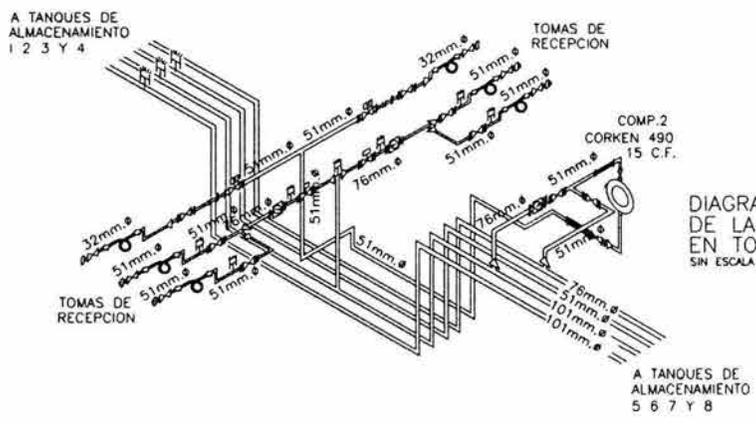


DIAGRAMA ISOMETRICO DE LA INSTALACION MECANICA EN TOMAS DE RECEPCION SIN ESCALA

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGIA

NOTAS

ESTE DISEÑO FUE ELABORADO POR EL I.P. PARA CONSULTAS EN...

IMPORTE DEL TRABAJO: ...

IMPORTE CONSULTAS: ...

CONDICIONES DEL TRABAJO: ...

FECHA DEL DISEÑO: ...

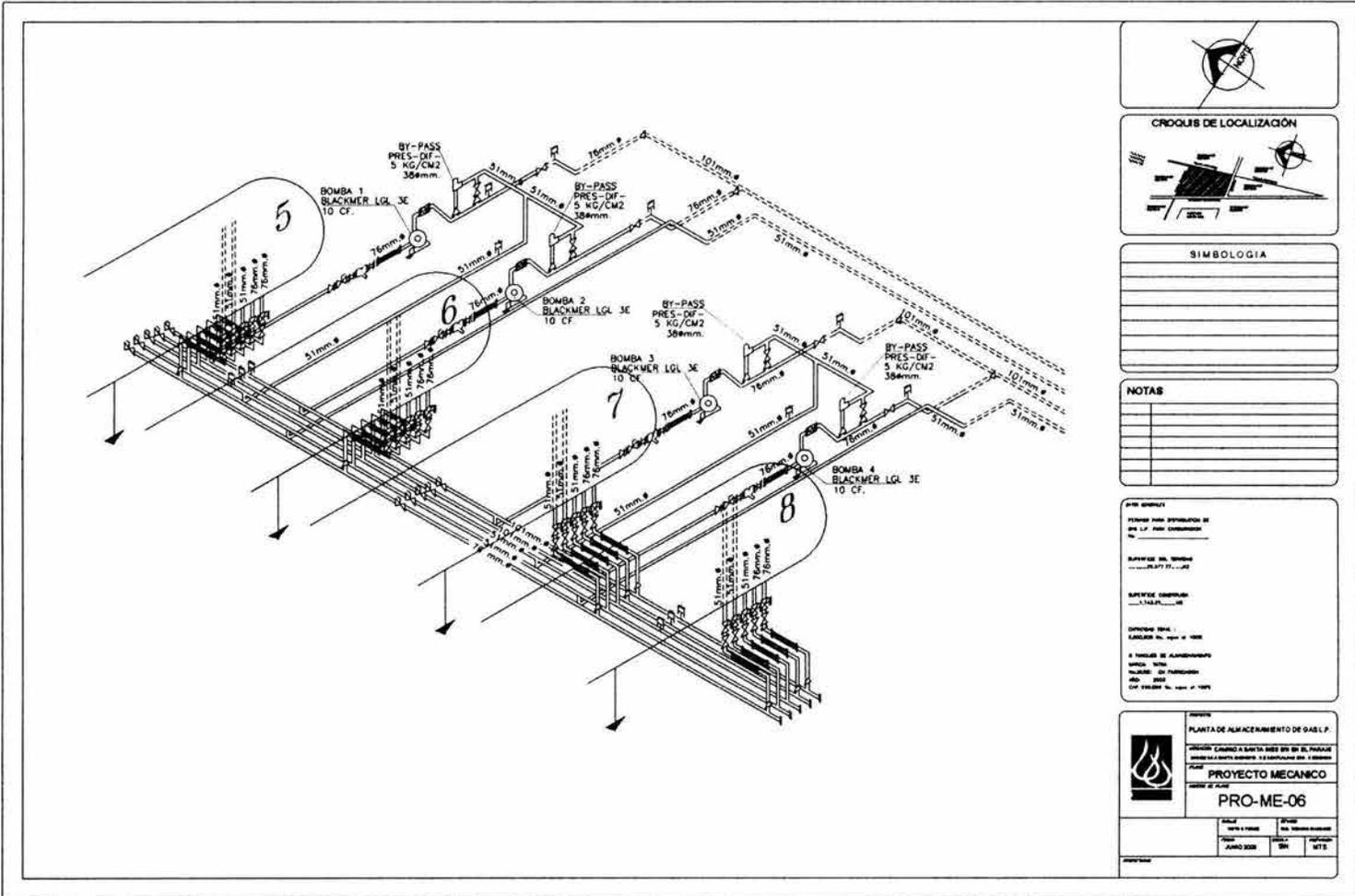
FECHA DE LA OBRERA: ...

FECHA DE LA OBRERA: ...

PROYECTO MECANICO

PRO-ME-04

FECHA:	FECHA:
FECHA:	FECHA:
FECHA:	FECHA:



SIMBOLOGÍA

NOTAS

OTROS DATOS:

PLANO PARA IDENTIFICAR DE
 LOS C.F. PARA CONSTRUCCIÓN

SUPERFICIE DEL TERRENO
 -----M²-----

SUPERFICIE CONSTRUIDA
 -----M²-----

OTROS DATOS:
 ESCRIBAN EN: _____

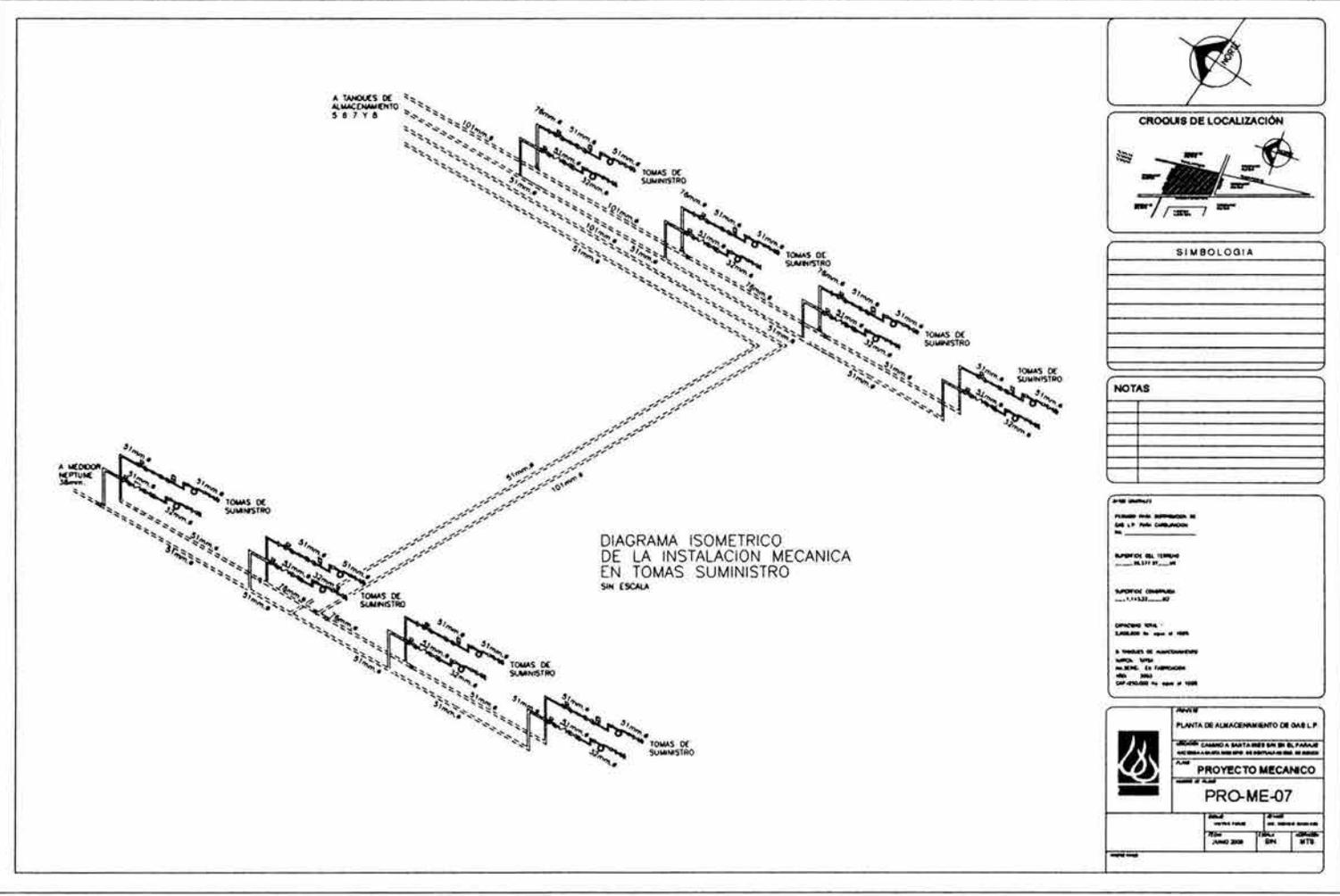
A TITULOS DE ALAMBRADO
 AREA: _____
 VALOR: DE PARCELAS
 M²: _____
 C.F. TERRENO No. _____

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

PROYECTO MECANICO

PRO-ME-06

FECHA	ESTADO
01/01/2006	EN REVISIÓN
JUAN CARLOS	MTS



SIMBOLOGIA

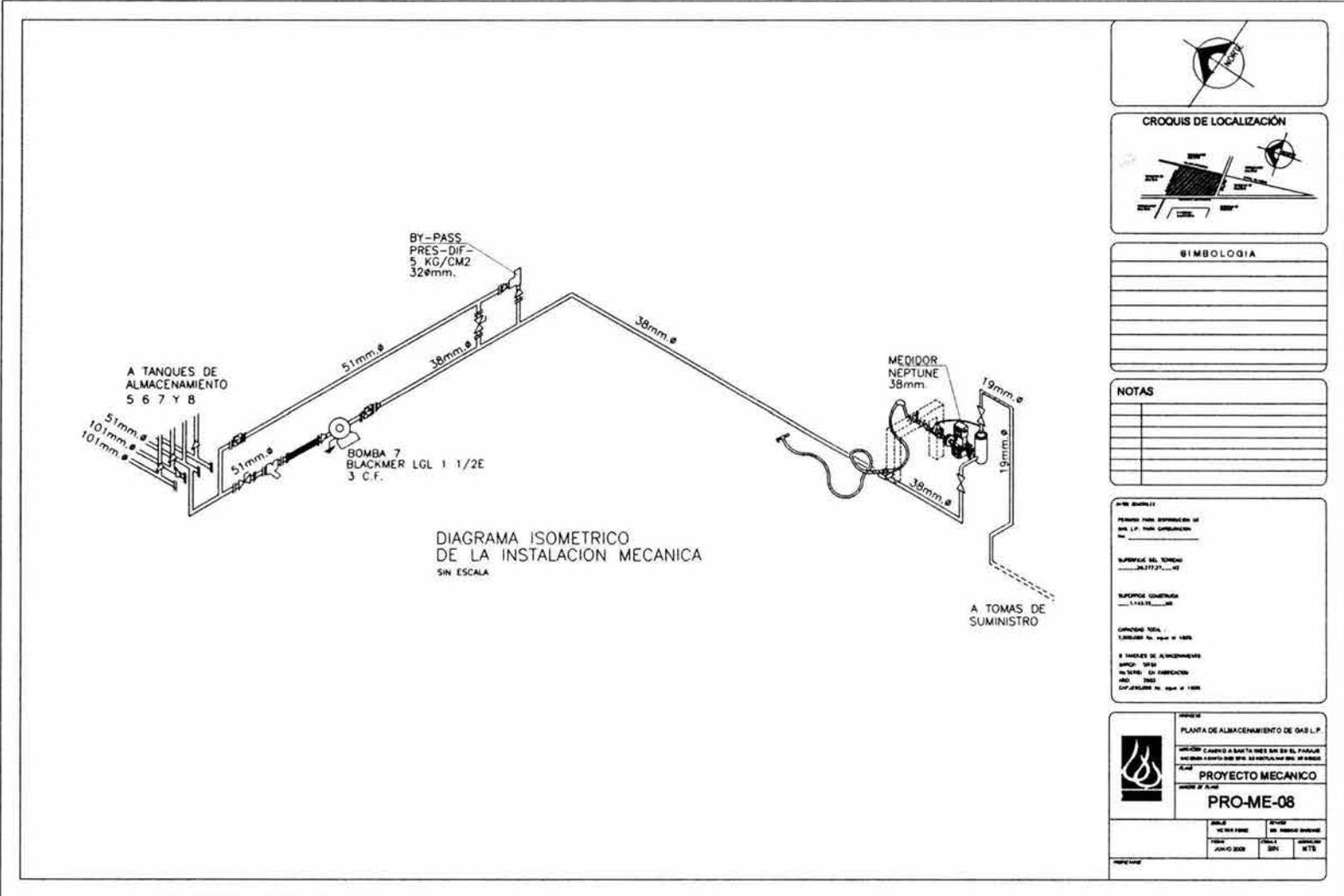
NOTAS

ESTE DISEÑO
FUE ELABORADO EN
CONFORMIDAD CON
LOS REQUISITOS DE
LA NORMATIVA DE
DISEÑO DE
SISTEMAS DE
DISTRIBUCIÓN DE
GASES EN
ESTABLECIMIENTOS
PÚBLICOS Y
INDUSTRIALES
DE
CATEGORÍA
II

PROYECTO MECANICO

PRO-ME-07

FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR
JUNIO 2008	WTB	WTB



SIMBOLOGIA

NOTAS

PLANTA PARA REPRESENTAR EN
 GAS L.P. TUBOS CONEXIONES
 SUPERFICIE DEL TORNADO
 SUPERFICIE CONSTRUCCION
 CANTONADA TOTAL
 8 TANQUES DE ALMACENAMIENTO
 JUNIO 1988
 EN TUBOS EN FABRICACION
 JUNIO 1988
 CANTONADA TOTAL 1.143.75

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

PROYECTO MECANICO

PRO-ME-08

FECHA	ELABORADO	REVISADO
JUNIO 2008	SEN	MTS

CAPITULO VIII

PROYECTO ELECTRICO

CAPITULO VIII

PROYECTO ELECTRICO

8.1 OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es la descripción de un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de la instalación eléctrica de fuerza y alumbrado (3F, 4H, 220/127 VOLTS) que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad y versatilidad necesarios para un funcionamiento confiable y prolongado y que además cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 en vigor.

8.2 DEMANDA TOTAL REQUERIDA

La Planta divide su carga en 3 renglones principales:

2 A	Fuerza para servicio contra incendio con una carga de 29,841 watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa:	29,841 w.
2 B	Fuerza para operación de la Planta con una carga de 69,378 watts y un factor de demanda del 80%, lo que significa:	55,502.4 w.
2 C	Alumbrado y contactos con una carga de 41,139.5 watts y un factor de demanda del 60%, lo que significa:	24,683.7 w.

NOTA: Esta instalación cuenta con un circuito de bloqueo para los arrancadores de las bombas y compresores para Gas L.P. que saca de operación a estos cuando se opera la bomba del sistema contra incendio y por lo tanto la demanda total requerida será de:

Watts. máximos (Incisos 2B + 2C):	80,186.10
Factor de potencia:	0.90
KVA máximos:	89.10

8.3 CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR ALIMENTADOR

Tomando en cuenta la demanda máxima en KVA y el crecimiento a futuro, se seleccionará el transformador de capacidad inmediata superior, o sea, 150 KVA.

8.4 FUENTE DE ALIMENTACION

La alimentación eléctrica se toma de la línea de alta tensión de CFE que pasa sobre la carretera de acceso con una tensión de 13.2 KV y de la que se toma una

derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles 1F, 14, 4 KV y con un juego de tres apartarrayos autovalvulares 1F, 12KV, llevando la línea hasta el límite de la Planta mediante postes C-11-700 en el cual se instala mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, protegiendo la salida de B.T. con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la Planta por trayectoria subterránea.

8.5 INSTALACION INTERIOR

a) Tablero principal:

Se tendrá instalado un tablero principal por el lindero OESTE del terreno, próximo a la acometida. Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y contiene los siguientes componentes:

1 tablero general para fuerza y alumbrado en zonas operativas (tablero G) de 42 circuitos con interruptor principal de 3 x 400 amps.

1 tablero de alumbrado (tablero A) de 24 circuitos con interruptor principal de 3 x 100 amps.

6 combinaciones de interruptor 3 x 70 amps. Con arrancador magnético a tensión plena para motor de 10 H.P. (B-1 a B-VI).

1 Interruptor de 3 x 20 amp. Con arrancador magnético a tensión plena para motor de 3 H.P. (B-VII)

2 combinaciones de interruptor de 3 x 100 amps. con arrancador magnético a tensión plena para motor de 15 H.P. (C-I y C-II).

b) Alimentación contra incendio:

Dentro de la caseta de equipo contra incendio se ubicará el interruptor subgeneral SG-1 que alimentará al arrancador del motor de la bomba contra incendio.

c) Derivaciones hacia motores:

Las derivaciones de alimentación hacia motores partirán directamente desde los arrancadores colocados en el tablero general. Cada circuito realizará su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

d) Tipos de motores:

Todos los motores serán instalados en el área considerada como peligrosa, por lo tanto serán a prueba de explosión.

e) Control de motores:

Todos los motores se controlarán por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según indica el plano. Los conductores de estas botoneras, serán llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

f) Alumbrado exterior:

El alumbrado general está instalado en postes con unidades NEMA I, tipo mercurial de 400 W más 100W de balastra con altura de 9m, 220v., los postes para alumbrado estarán protegidos con postes de concreto de 1.00 metro de altura contra daños mecánicos.

El alumbrado de andenes estará instalado en las techumbres correspondientes con unidades a prueba de explosión, incandescentes, 127V.

g) Control de llenado de cilindros:

El control de llenado de cilindros se hará por medio de interruptores electrónicos, colocados en las básculas, para accionamiento de las válvulas solenoides correspondientes. Ambos elementos en receptáculos a prueba de explosión 127V.

8.6 AREAS PELIGROSAS

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se considerarán áreas peligrosas a las superficies contenidas junto a los tanques de almacenamiento y las zonas de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal de 15.00 metros a partir de los mismos.

Por lo anterior, en estos espacios se usarán solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes.

Todos los elementos del sistema eléctrico, en las zonas de almacenamiento y trasiego y las que se encuentren instalados en un radio de 15 metros como mínimo de dichas zonas, son a prueba de explosión.

8.7 CALCULOS DE CAIDA DE TENSION EN ALIMENTADORES REMOTOS

(Ver diagrama unifilar)

8.8 CALCULO DE CORTO CIRCUITO

a) Diagrama unifilar básico.

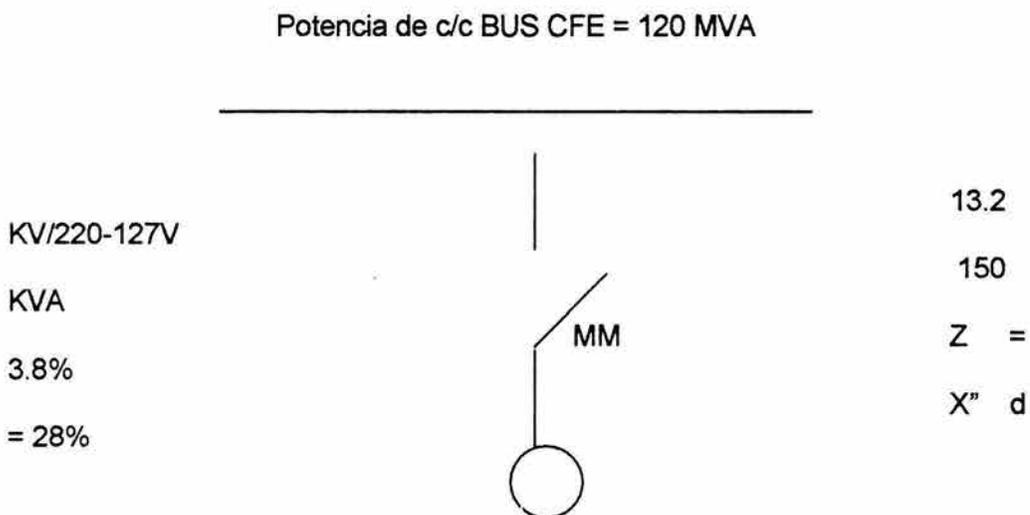


DIAGRAMA DE IMPEDENCIAS PARA CALCULO DE FALLA:

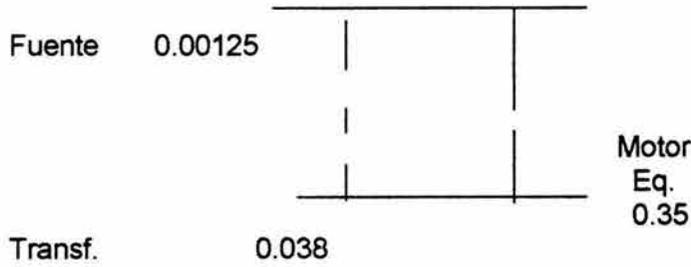
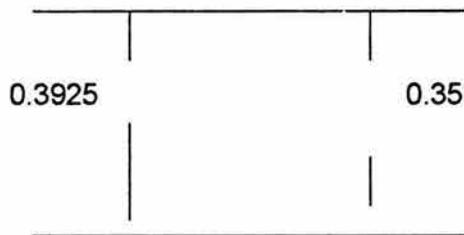
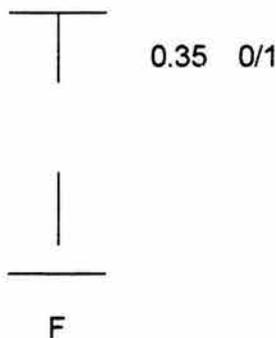


DIAGRAMA EQUIVALENTE:



IMPEDENCIA EQUIVALENTE:



Corriente c/c

$$\text{Simétrica} = \frac{75}{0.035 \times \sqrt{3} \times 0.22} = 5,623.54 \text{ Amps.}$$

$$\text{Asimétrica} = 5,623.54 \times 1.25 = 7,029.43 \text{ Amps.}$$

Por lo tanto, se utiliza interruptor de capacidad normal.

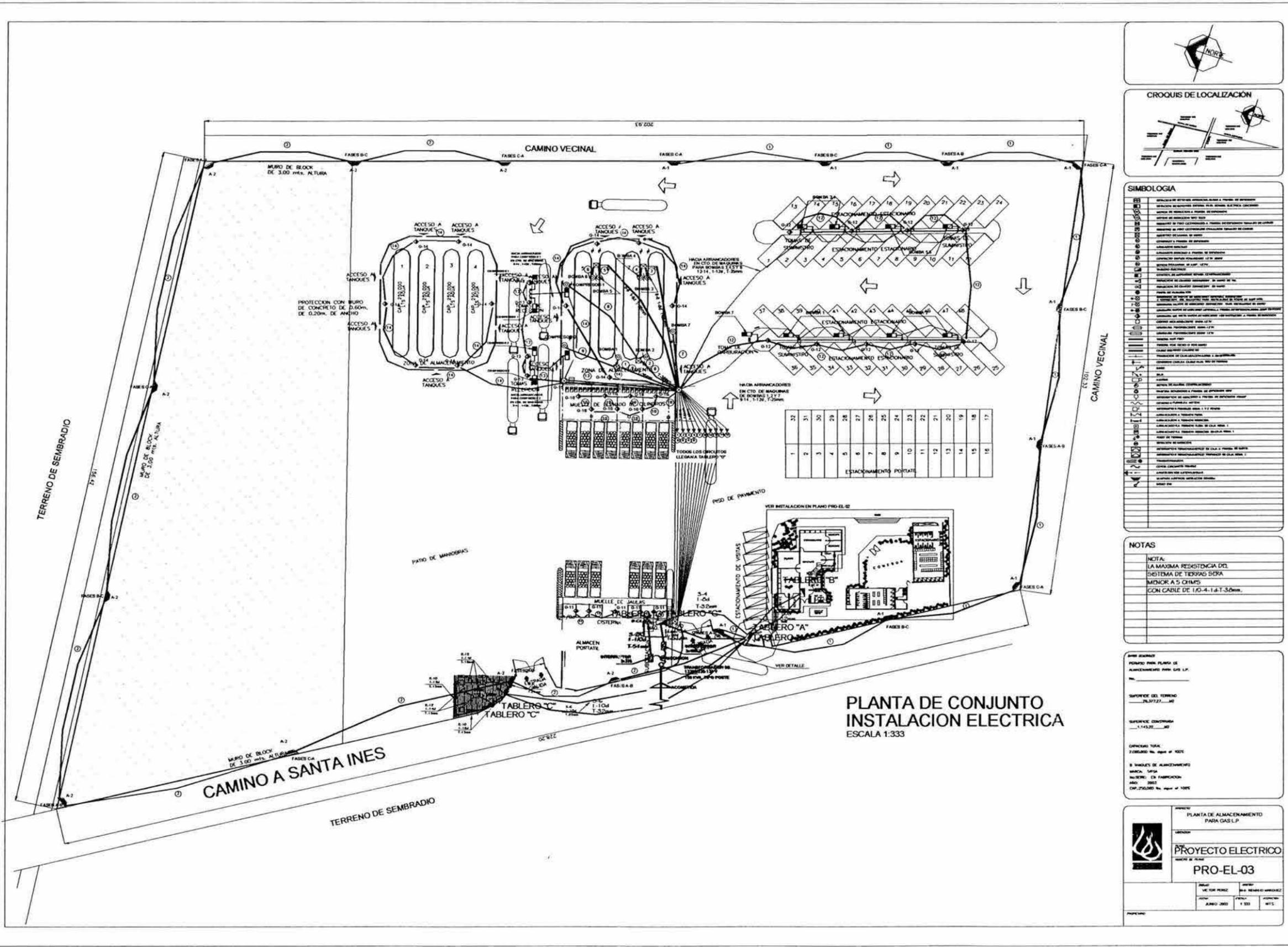
8.9 SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A "TIERRA"

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además el sistema de tierras cumplirá con el propósito de disponer de caminos

francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de coperweld. En el cálculo se supone que la máxima resistencia a tierra no rebasará 5 OHM.

Los equipos conectados a "tierra" serán: tanques de almacenamiento, bombas, compresores, tomas de recepción y suministro, tuberías, múltiples de llenado, transformador y tablero eléctrico.



NOMENCLATURAS

CIRCUITO	CONECTADO A	CABLEADO
1	BOMBA 1	3-6 / 1-10d / T-32
2	BOMBA 2	3-6 / 1-10d / T-32
3	BOMBA 3	3-6 / 1-10d / T-32
4	BOMBA 4	3-6 / 1-10d / T-32
5	BOMBA 5	3-6 / 1-10d / T-32
6	BOMBA 6	3-6 / 1-10d / T-32
7	BOMBA 7	3-6 / 1-10d / T-32
8	COMPRESOR 1	3-4 / 1-10d / T-32
9	COMPRESOR 2	3-4 / 1-10d / T-32
10	ILUMINACION MUELLE DE LLENADO	2-10 / 1-10d / T-19
11	ILUMINACION MUELLE DE JAULAS	2-10 / 1-10d / T-19
12	ILUMINACION TOMAS DE SUMINISTRO	2-10 / 1-10d / T-19
13	ILUMINACION TOMAS DE RECEPCION	2-10 / 1-10d / T-19
14	ILUMINACION ZONA DE ALMACENAMIENTO	2-8 / 1-10d / T-25
15	VALVULAS SOLENOIDES	2-14 / 1-14d / T-19
16	TABLERO "A" CASETA DE VIGILANCIA	3-4 / 1-8d / T-32
17	TABLERO "D" SISTEMA DE ASPERSCION	2-10 / 1-12d / T-19

CUADRO GENERAL DE CARGAS

B.C.I	TAB A	WATTS	FASES		
			A	B	C
1		29,841	9,947	9,947	9,947
1		110,517.5	37,010.67	36,947.17	36,764.67
TOTAL		140,358.5	46,957.67	46,894.17	46,711.67

TABLERO "D" CUARTO CONTRA INCENDIO QOD-4 30 A.

CUADRO DE CARGAS TABLERO "D"

CIRCUITO	I.H.F.	2x30w	2x50w	WATTS	FASES		
					A	B	C
1	1			746	746		
2		1		95	95		
3			2	500	500		
TOTAL				1,341	1,341		

TABLERO CARGA DE MOTORES

CLAVE	GRUPO	INTERRUPTOR		ARRANCADOR		CONDUCTOR		MOTOR	WATTS
		No. POLOS	AMP.	No. POLOS	TIPO	No. HILOS	CAMBRE		
B.C.I.	BOMBA CONTRA INCENDIO	3	225	3	TIPED	3	20	3	29,840
BOMBA 1	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 2	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 3	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 4	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 5	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 6	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	70	3	TIPUNA	3	6	3	7460
BOMBA 7	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	20	3	TIPUNA	3	5	3	2,236
COMPRESOR 1	COMPRESOR PARA GAS MAIOR	3	100	3	TIPUNA	3	4	3	11,190
COMPRESOR 2	COMPRESOR PARA GAS MAIOR	3	100	3	TIPUNA	3	4	3	11,190
CARGA CONECTADA TOTAL									99,210.0

TABLERO G NQOD-42 400A

TABLERO "G" GENERAL

CIRCUITO DE TABLERO	CIRCUITO	COMPRESOR	BOMBA	160w	40w	TAB A	TAB D	CF	WATTS	FASES		
										A	B	C
1,3,5	C1		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
2,4,6	C2		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
7,9,11	C3		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
8,10,12	C4		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
13,15,17	C5		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
14,16,18	C6		1					10	7,461	2,407	2,407	2,407
19,21,23	C7		1					3	2,236	746	746	746
20,22,24	C8	1						15	11,190	3,730	3,730	3,730
25,27,29	C9	1						15	11,190	3,730	3,730	3,730
26,28	C10			7					1,120	560	560	
40,42	C11			5					800		400	400
36,38	C12			9					1,440	720	720	
32,34	C13			4					640	320		320
33,35	C14			11					1,760		880	880
30	C15				24				960			960
37,39,41	C16					1			33,072.5	10,941.67	11,044.17	11,086.67
31	C17						1		1,341	1,341		
									110,517.5	37,010.67	36,947.17	36,764.67
DESBALANCEO									$\frac{37,010.67-36,764.67}{37,010.67} \times 100 = 0.66\%$			

ARRANCADORES Y ELEMENTOS TERMICOS PARA MOTORES A 3 FASES

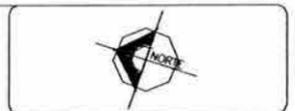
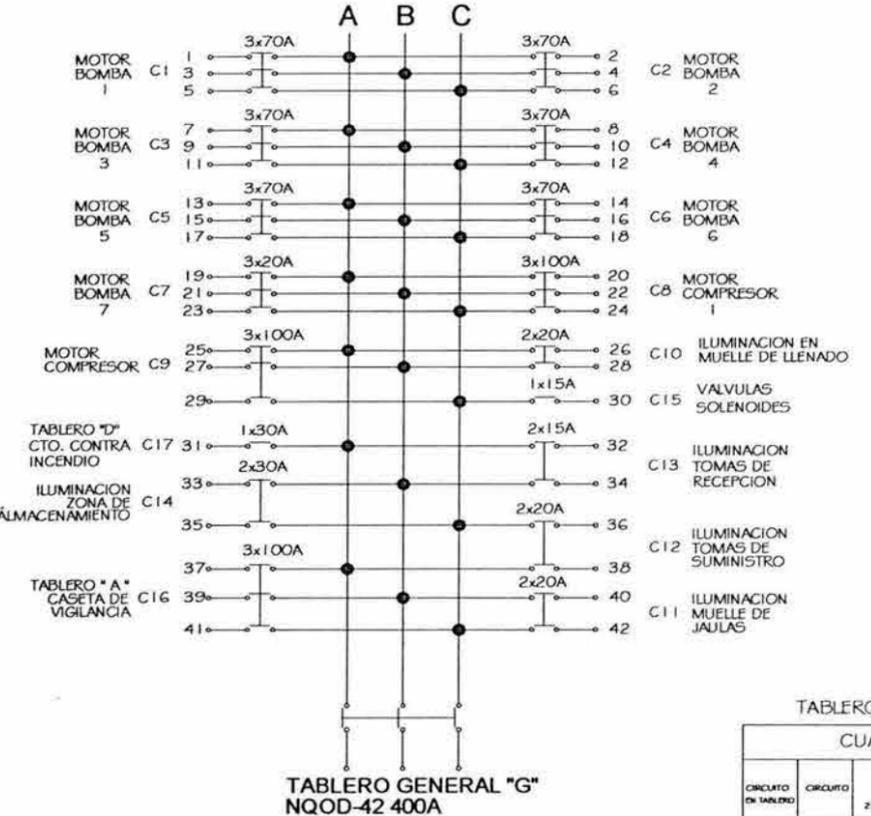
MOTORES DE BOMBAS DE LA #1 A #G	MOTORES DE COMPRESORES	ARRANCADOR TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	H.P.	INTERRUPTOR
#7		SDG-1	B-45	10	3x70A
#1 Y #2		SBG-2	B-14	3	3x20A
		SDG-1	B-79	15	3x100A

NOTA: EN TODOS LOS CASOS SE CONSIDERA GABINETE NEMA 1 CLASE 853G

TABLERO "C" TALLER NQOD-12 100 A.

CUADRO DE CARGAS TABLERO "C"

CIRCUITO DE TALLER	CIRCUITO	200w	500w	2x50w	WATTS	FASES		
						A	B	C
1,3	1	6			1500	750	750	
2,4,6	2		1		500	166.67	166.67	
5	3			3	750		750	
TOTAL					2,750	916.67	916.67	916.67
DESBALANCEO					$\frac{916.67-916.67}{916.67} \times 100 = 0.00\%$			



SIMBOLOGIA

Table with 2 columns: Symbol and Description. The table is mostly blank, indicating a legend for symbols used in the diagram.

NOTAS

NOTA:
LA MAXIMA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS SERA MENOR A 5 OHMS CON CABLE DE 10-4-1-1-T-30mm.

SE DEBE MANTENER PARA PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.
SUPERFICIE DEL TERRENO: 26,972.17 M²
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 1,413.22 M²
CAPACIDAD TOTAL: 1,000,000 Lit. agua al 100%
TORNILLOS DE ALMACENAMIENTO: 4000
TORNILLOS DE FABRICACION: 4000
TORNILLOS AL AGUA AL 100%

PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.

PROYECTO ELECTRICO

PRO-EL-02

ELABORADO POR: [Name]
REVISADO POR: [Name]
AÑO: 2002

CAPITULO IX

PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO

CAPITULO IX

PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO

9.1 LISTA DE COMPONENTES DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD

- a) Extintores manuales
- b) Extintores de carretilla.
- c) Accesorios de protección.
- d) Alarma
- e) Comunicaciones
- f) Manejo de agua a presión
- g) Entrenamiento de personal

9.2 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD

a) Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tendrán instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg. de capacidad cada uno, en los lugares siguientes: a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidos del piso a la parte más alta del extintor.

Cuatro en jaulas
Uno en almacén de cilindros portátiles
Siete en muelle de llenado
Uno junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)
Cuatro en oficinas
Uno en cuarto de equipo contra incendio
Uno en toma de carburación
Dos en servicios sanitarios
Cuatro en tomas de recepción
Dieciséis en zona de almacenamiento
Uno en vigilancia
Ocho en tomas de suministro
Dos en taller
Seis en Estacionamiento.

b) Extintor de carretilla:

Se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco Clase, los cuales se localizarán por los lados Norte y Sur de la zona de almacenamiento de la Planta.

c) Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tendrá instalado un anaquel con suficientes artefactos matachispas, los que serán adaptados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma, se contará además con trajes de amianto para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se contará también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

d) Alarmas:

La alarma instaladas serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA 127V.

e) Comunicaciones:

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especificarán los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

f) Manejo de agua a presión.

Para el manejo de agua a presión se contará con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1.- Sistema de seguridad de 150.00 m³ de agua con las siguientes medidas: Planta 20.00 x 3.00 metros y profundidad de 2.50 metros. Este recinto estará construido con concreto armado y contará con acceso de personas de 0.70 x 0.70 metros. Su llenado se implementará a base de pipas.

2.- El cuarto de equipo contra incendio estará construido sobre de la cisterna con dimensiones en Planta de 3.00 x 5.00 metros y altura de 2.50 metros, contará con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

Una bomba con motor de combustión de 42 H.P. y gastos de 3,500 L.P.M. a 5 Kg/cm².

Bomba con motor eléctrico de 40 HP y gasto de 3,500 L.P.M. a 5 Kg/cm²

3.- Red distribuidora, estará construida con tubo de acero al carbón cédula 40. Esta tubería estará instalada subterránea a una profundidad de 1.00 metros; la red que alimentará al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm de diámetro.

Este sistema alimentará a los siguientes componentes:

Seis hidrantes y el riego por aspersion de los tanques de Gas L.P.

Para el enfriamiento de los tanques, se contará con válvulas de compuertas de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería será de acero al carbón cédula 40 con costura.

4.- Tubería y elementos de rociado para los tanques:

Cada tanque contará con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba.

Estas tuberías serán de 51 mm. de diámetro. Los tubos se instalarán a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

Las tuberías serán soportadas mecánicamente en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes apoyados sobre el tanque a una distancia de 5.00 metros como máximo entre ellos, formando dos conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central. Estos soportes son construidos de solera de fierro e 4" x 5/16" en forma de una semicircunferencia, el anillo de solera formado tendrá en su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y lleva por su cara exterior dos tramos de canal de acero de 3" con longitud de 0.85 cms. Soldados radicalmente a 90° y serán reforzados cada uno con dos cartabones triangulares de placa de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre se coloca una abrazadera "U" de 3" que soporta a los tubos de distribución de rociado.

El rociado se hará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 boquillas en cada tanque. Las boquillas de rociado serán Marca Spraying Systems tipo recto Modelo 1/2-HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 Kg/cm².

g) Entrenamiento de personal:

Una vez en marcha el sistema contra incendio, se procederá a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarcará los siguientes temas:

- 1.- Posibilidades y limitaciones del sistema
- 2.- Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- 3.- Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

Uso de accesorios de protección

Uso de los medios de comunicación

Evacuación de personal y desalojo de vehículos

Cierre de válvulas estratégicas de gas

Corte de electricidad

Uso de extintores

Uso de hidrantes como refrigerante

Operación manual del rociado a tanques

Ahorro de agua

b) **Mantenimiento general:**

Puntos a revisar

Acciones diversas y su periodicidad

Mantenimiento preventivo a equipos y agua

Mantenimiento correctivo y agua

9.3 CALCULO DE CAPACIDADESa) Capacidad mínima de la cistema o tanque almacenador :

La capacidad mínima de la cistema, se obtiene del resultado de sumar 21,000 litros a la descarga para el enfriamiento de la superficie mínima a cubrir con aspersión directa del tanque de mayor superficie de la Planta, lo cual permitirá una operación continua durante treinta minutos.

$$3.1416 \times 3.66 \times 25.60 \times 0.90$$

$$\text{Superficie mínima} = \frac{\quad}{\quad} = 132.46 \text{ m}^2$$

2

$$\begin{aligned} \text{Capacidad mínima del tanque sistema} &= (S_m \times 10 \times 30) + 21,000 \\ &= (132.46 \times 10 \times 30) + 21,000 \\ &= 60,738 \text{ lts.} \end{aligned}$$

Se contará con una cisterna de 150,000 litros, por tanto satisface la capacidad mínima requerida.

b) Gasto máximo requerido:

Calculando la superficie del tanque tenemos que:

$$S = \frac{\pi \times \varnothing \times L}{2} = \frac{3.1416 \times 3.66 \times 25.60}{2} = 147.18 \text{ m}^2$$

$$S_m = S \times 0.90 = 132.46$$

Gasto requerido para el sistema contra incendio:

$$G = (132.46 \times 10) + 700 = 2,024.60 \text{ L.P.M.}$$

CALCULO DE PERDIDAS.

Zona de riego – Parte más alejada.

Pérdidas dinámicas de Tuberías de riego del Tanque.

TRAMO	LONG m.	Ø "	GASTO L.P.M.	GASTO L.P.S.	PERDIDA m/km. Tubo	PERDIDA REALm.
A-B	1.10	2	61.32	1.02	6.47	0.007
B-C	1.10	2	122.64	2.04	23.34	0.026
C-D	1.10	2	183.96	3.07	49.62	0.055

D-E	1.10	2	245.28	4.09	84.46	0.093
E-F	1.10	2	306.60	5.11	127.62	0.140
F-G	1.10	2	367.92	6.13	178.81	0.197
G-H	1.10	2	429.24	7.15	237.84	0.262
H-I	1.10	2	490.56	8.18	311.36	0.342
I-J	1.10	2	551.88	9.20	386.25	0.425
J-K	1.10	2	613.20	10.22	468.50	0.515
K-L	0.55	2	674.52	11.24	557.99	0.307
L-M	4.20	4	1349.04	22.48	69.12	0.290
M-N	106.50	4	2698.08	44.97	249.53	1.996
N-O	27.50	6	2698.08	44.97	34.64	3.412

8.067 m.

Pérdidas estáticas = 2.50 succión

7.00 altura

9.50 m.

9.50 m. + 8.067 m. = 17.567 m. = 1.756 Kg/cm²

c) Selección de bombas:

Tomando como punto de partida los datos de las curvas de la familia de bombas Marca Cuma Modelo K4HS 5" X 4", se seleccionó la correspondiente a un gasto de 3,500 L.P.M. contra 6 Kg/cm² a 2,000 R.P.M.

d) Cálculo de la potencia del motor de la bomba:

$P \times Q \times H$

Potencia = $\frac{\quad}{76 \times E}$ = C.F.

76 x E

Donde:

$P =$ Densidad del flujo = 998 Kg/cm^3 .

$Q =$ Flujo requerido en m^3/seg .

$H =$ Pérdidas por fricción de los accesorios más presión de trabajo de los componentes en metros.

$E =$ Eficiencia del motor de la bomba = 80%

$76 =$ Factor de conversión.

Sustituyendo valores:

$$998 \times 0.057 \times 41.92$$

Potencia: _____ = 39.22

$$76 \times 0.80$$

La potencia del motor con que contará la bomba será de 40 C.F.

e) Prohibiciones:

- Se prohibirá el uso en la Planta de lo siguiente:

Fuego

-Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego:

Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.

Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.

Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósfera de gas inflamable.

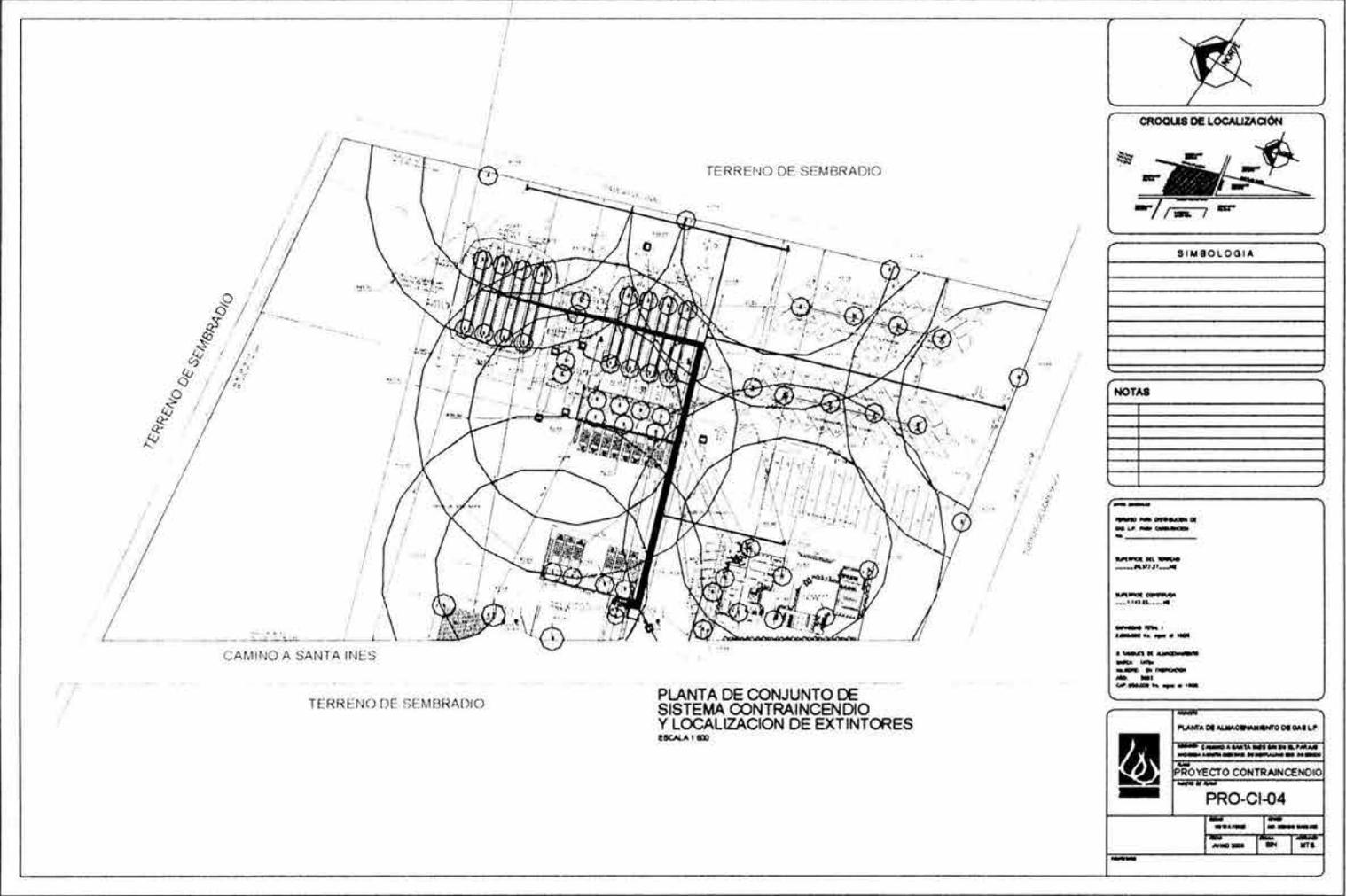
9.4 ROTULOS DE PREVENCION Y PINTURA

PINTURA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

- a) Los tanques de almacenamiento se tendrán pintados de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro será aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que los contiene, también tendrán inscrito con caracteres no menores de 15 cms., la capacidad total en litros de agua.

PINTURA EN TOPES, POSTES, PROTECCIONES Y TUBERIAS:

- b) El muro de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se tendrán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
- c) Todas las tuberías se tendrán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas-líquido a los tanques de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua contra incendio y azul las de aire.
- d) En el recinto de la Planta se tendrán instalados en lugares apropiados letreros con leyendas como "PELIGRO GAS INFLAMABLE" (varios) "SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS" (a la entrada de la Planta), "SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA" (en la zona de almacenamiento y trasiego) "SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A PERSONAS NO AUTORIZADAS" (en la zona de almacenamiento), se contará con letreros que indican los diferentes pasos de maniobras (muelle, tomas de recepción y suministro). Se contará con una tabla que señala los códigos de colores de las tuberías (a la entrada de la Planta), "PROHIBIDO REPARAR VEHICULOS EN ESTA ZONA" (zonas de almacenamiento y trasiego).



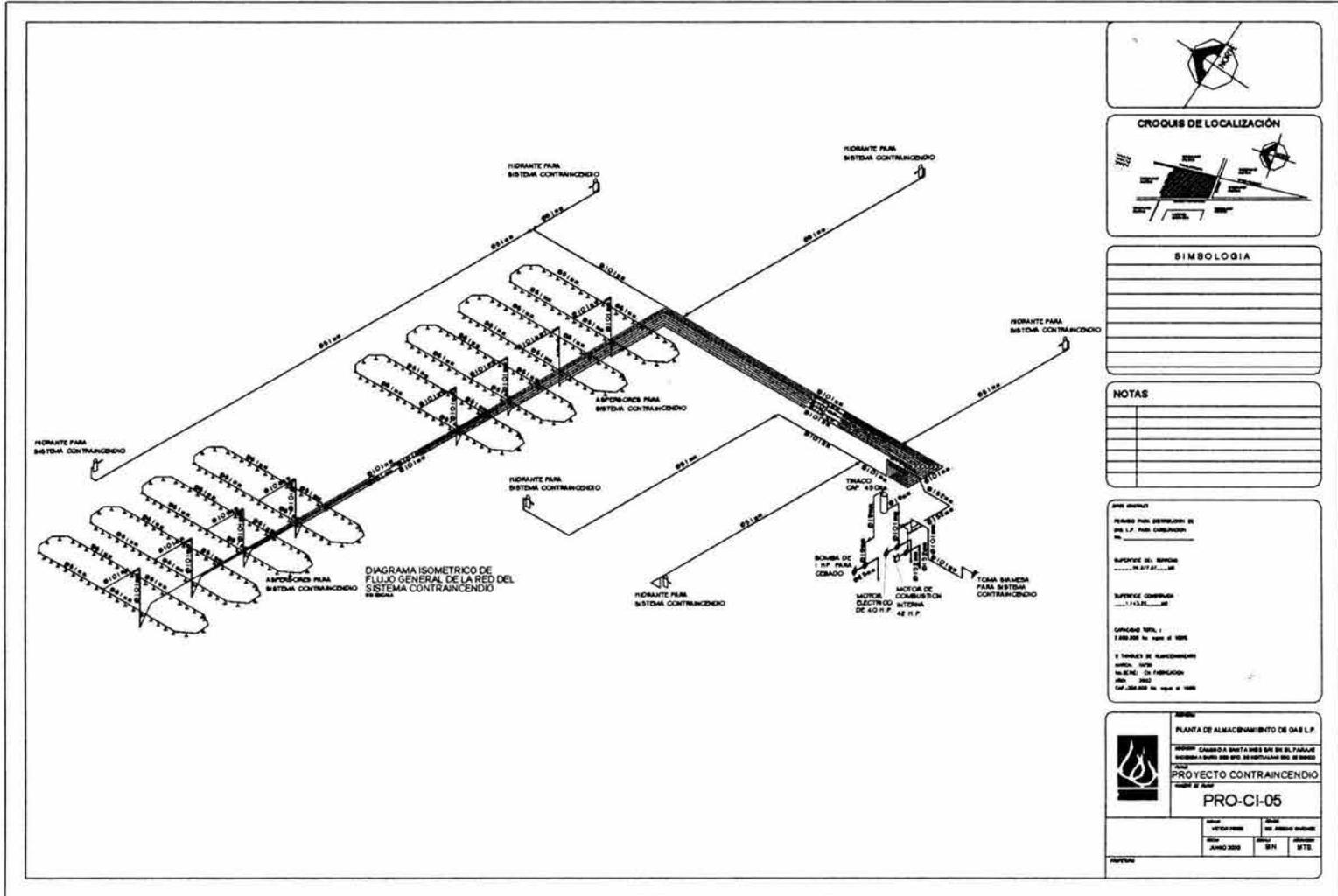
SIMBOLOGIA

NOTAS

DATOS DEL PROYECTO
 TÍTULO DEL PROYECTO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
 SUPERFICIE DEL TERRENO: 25.372,71 m²
 SUPERFICIE CONSTRUIDA: 1.102,85 m²
 SERVIDOR PUNTO: 2.888.000 N. 8.900 E. 1.000
 A TANTOS DE ALINEAMIENTO: 1:500
 DATOS DEL DISEÑO:
 ALABRE DE INSPECCIÓN: 100
 C.P. 20000 N. 8.900 E. 1.000

PROYECTO CONTRAINCENDIO
PRO-CI-04

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ÚLTIMA MODIFICACIÓN
01/06/2008	01/06/2008
ELABORADO POR	REVISADO POR
MTB	MTB

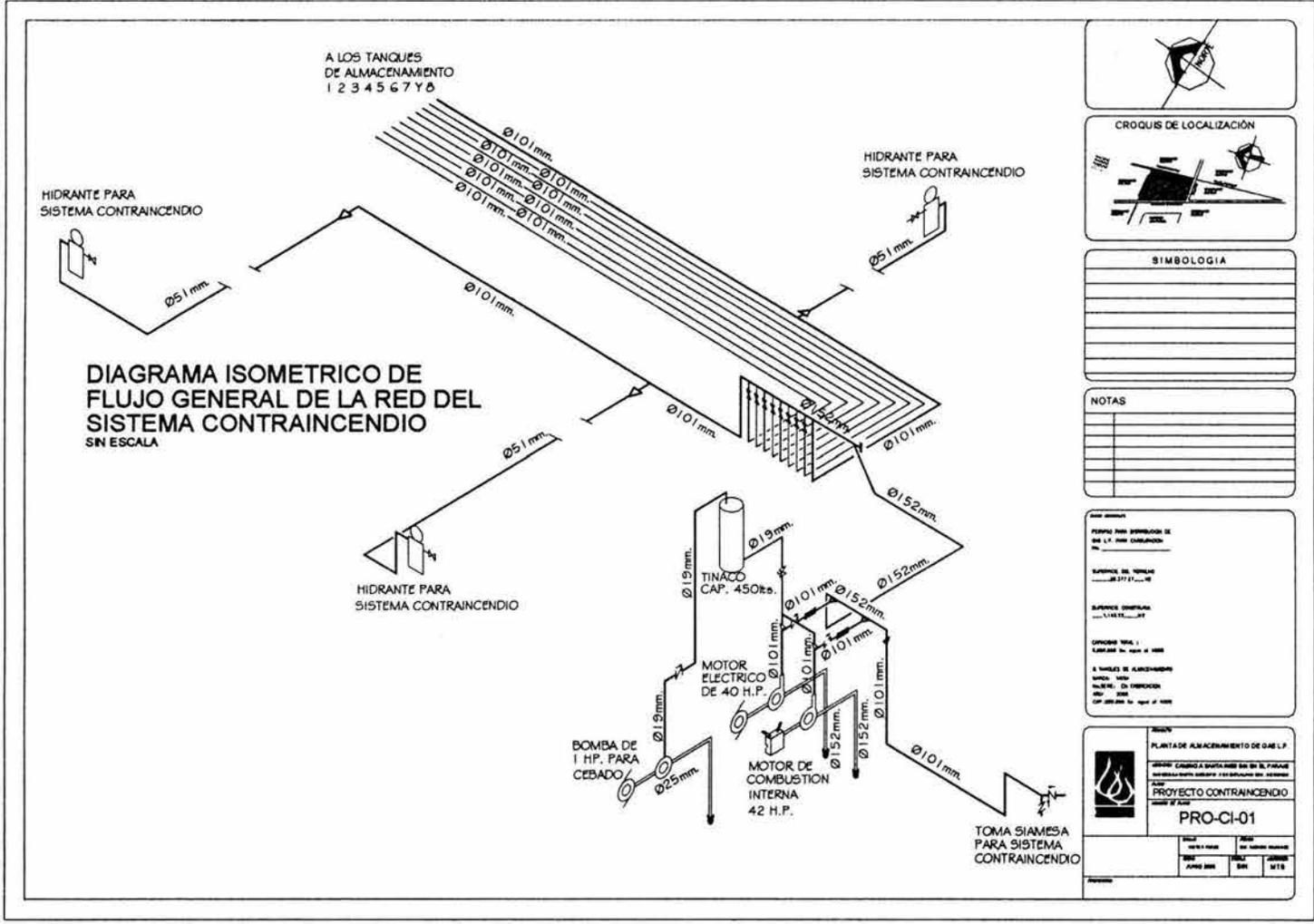


SIMBOLOGIA

NOTAS

DISEÑO POR:
 REVISADO POR:
 APROBADO POR:
 SUPERVISOR DEL PROYECTO:
 SUPERVISOR GENERAL:
 CANTIDAD TOTAL:
 VALOR TOTAL:
 Y TIPO DE ALMACENAMIENTO:
 MATERIAL:
 AÑO:
 CAPACIDAD:

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
 INFORMACIÓN:
PROYECTO CONTRAINCENDIO
PRO-CI-05
 FECHA:
 AÑO:
 MES:
 DÍA:





CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

NOTAS

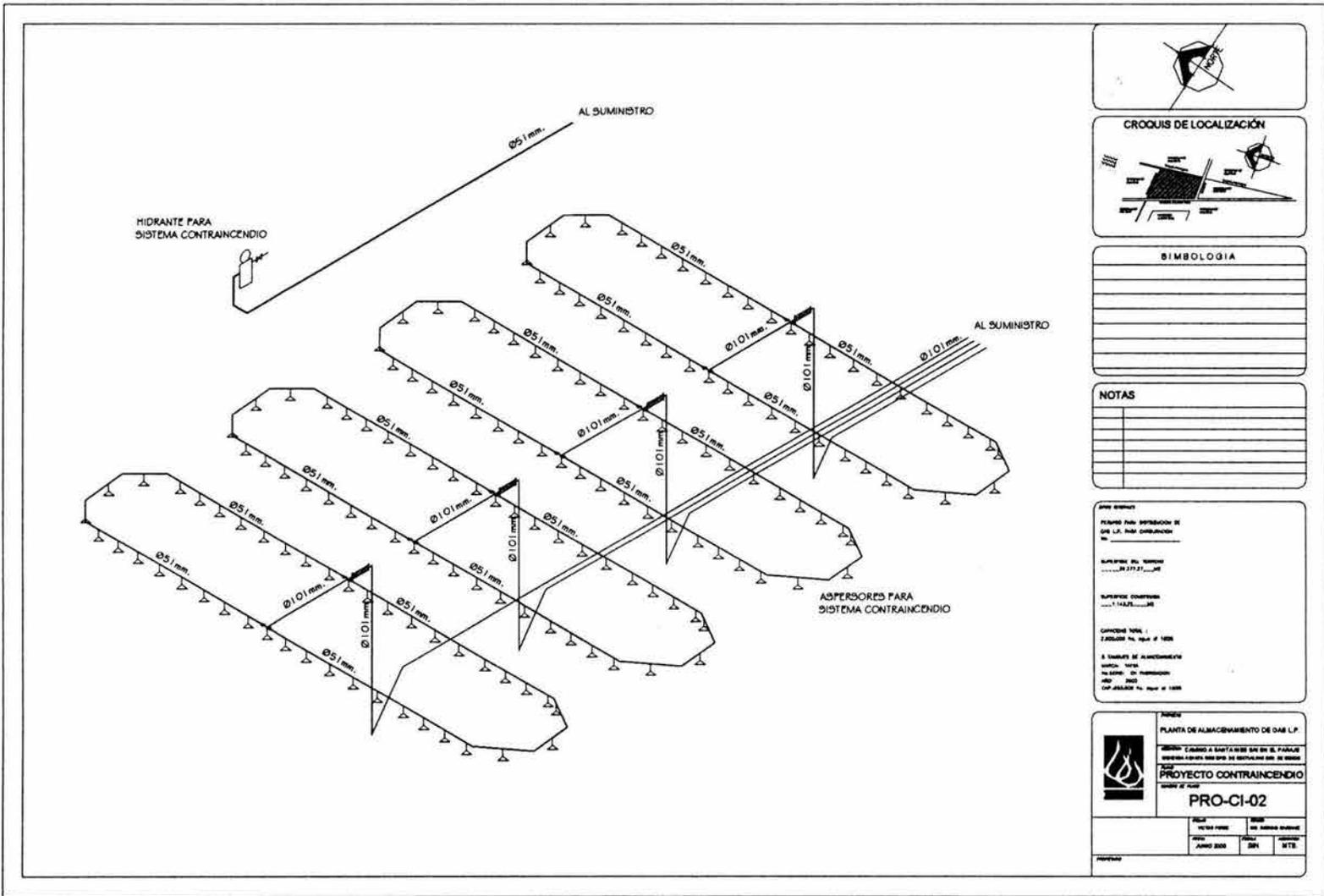
PLAN GENERAL

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

PROYECTO CONTRA INCENDIO

PRO-CI-01

<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>
<small>ELABORADO POR</small>	<small>REVISADO POR</small>
<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>
<small>ELABORADO POR</small>	<small>REVISADO POR</small>



SIMBOLOGIA

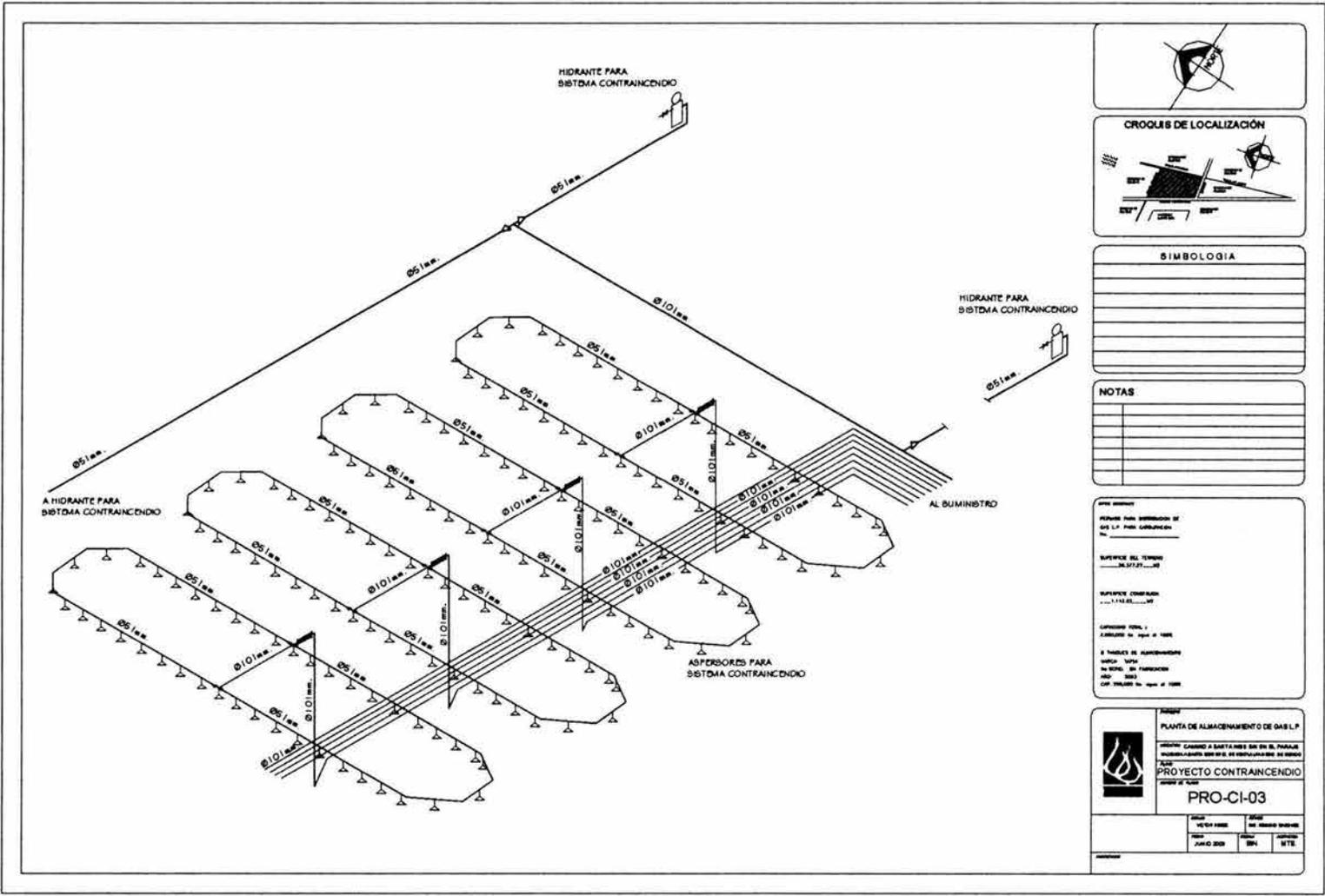
NOTAS

OTRO DATOS
 PLANTA PARA INFORMACION DE
 QUE LA PLANTA CONSTRUYER
 N°
 NUMERO DE SUMINISTRO
017737.....017
 SUPERFICIE CONTRAINCENDIO
1142,71.....M²
 CANTIDAD DE
 1.200.000 No. de m. de 1.200
 A TITULO DE ALMACENAMIENTO
 CARTEL N° 10
 No. de m. de 10

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

PROYECTO CONTRAINCENDIO
 PRO-CI-02

FECHA	NO. DE REVISION
1998	01
1998	02
1998	03
1998	04
1998	05
1998	06
1998	07
1998	08
1998	09
1998	10
1998	11
1998	12



SIMBOLOGIA

NOTAS

PLANTA PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. PARA CALDERAS

SUPERFICIE DEL TERRENO 36.9727...M²

SUPERFICIE CONTRAINCENDIO 1.143,82...M²

CAPACIDAD PARA 1 CALDERA DE 100 HP A 100 PSI

SE TRATA DE UN MANEJO DE EMERGENCIA PARA EL SUPORTE DE EMERGENCIAS EN CASO DE FALTA DE SERVICIO DE GAS

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

PROYECTO CONTRAINCENDIO

PRO-CI-03

FECHA	ELABORADO	REVISADO
15/01/2010	SM	WTE

CAPITULO X

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2 "ANALISIS DE RIESGO"

CAPITULO X

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2 "ANALISIS DE RIESGO"

10.1 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

10.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO
CAMINO A SANTA INÉS S/N
EN EL PARAJE HACIENDA SANTA INÉS
MUNICIPIO DE NEXTLALPAN
ESTADO DE MÉXICO.

10.1.2 TIEMPO DE VIDA UTIL DEL PROYECTO

El proyecto de construcción de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. esta contemplado para un lapso de ocho meses, y la vida útil del proyecto una vez en operación, de 30 años; transcurrido este lapso de tiempo, se harán las adecuaciones necesarias para continuar operando, mediante programas de mantenimiento y sustitución de equipos que lo requieran; resulta conveniente mencionar que en un futuro se contempla la instalación de una Estación de Carburación, lo cual se notificara oportunamente en su momento ante la Autoridad correspondiente, para tramitar los permisos necesarios para su instalación.

10.1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

10.1.4 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

10.1.5 NATURALEZA DEL PROYECTO

El diseño de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., (Planta Nextlalpan) se hizo apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en su ramo del petróleo, al Reglamento de Gas Licuado de Petróleo de fecha 28 de Junio de 1999 y a los lineamientos establecidos en la Norma NOM-001-SEDG-1996, "Plantas de Almacenamiento para Gas L.P.", diseño y construcción, editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Normas, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 12 de Septiembre de 1997.

La ubicación del proyecto se encuentra en el Camino a Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda Santa Inés, en el Municipio de Nextlalpan, Estado de México

Para el Almacenamiento de Gas L.P., se encuentra justificado en La Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento será de 2 000 000 litros (dos millones de litros), base agua al 100%, mismos que se tendrán en ocho tanques con capacidad de 250,000 litros cada uno, del tipo cilíndrico-horizontal especiales para contener Gas L.P.; fabricado por TATSA.

Así mismo, resulta conveniente mencionar que en el futuro se contempla la instalación de una Estación de Carburación con una capacidad de 5,000 litros base agua al 100 % para dar servicio en el Exterior de la Planta.

Para la realización del proyecto en estudio, se considero en primer lugar dar cumplimiento con los estándares ambientales y de seguridad establecidos por la legislación y normatividad vigente aplicable en la materia, por lo que a la fecha se han tramitado los principales permisos y autorizaciones necesarias para iniciar con los trámites pertinentes.

Entre los principales criterios de instalación está el establecimiento de la infraestructura en:

Terrenos con factibilidad de uso de suelo favorable

El cumplimiento de las distancias requeridas con respecto a su entorno.

Diseño de las bases de sustentación en función del nivel de sismicidad existente en la zona.

Condiciones meteorológicas.

Condiciones de operación y características fisicoquímicas.

Se establecerá esta Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en el municipio de Nextlalpan en el estado de México, para el suministro de combustible a las localidades circunvecinas a este Municipio, así como el suministro a vehículos automotores, y de esta manera participar en el desarrollo Económico de la localidad, y contribuir en la protección al ambiente, al suministrar un combustible más limpio, ya que este, presenta una mejor combustión en comparación con otros.

Las Instalaciones de Plantas de Almacenamiento de Gas L.P. generan pequeñas emisiones de gases y partículas a la atmósfera que no constituyen un serio problema, ya que estas, debido a las propiedades que presenta se disipan fácilmente a la atmósfera sin graves afectaciones.

Por otra parte, el establecimiento de este tipo de instalaciones de Gas L.P., es un punto de interés para el desarrollo de aquellas localidades y ciudades y municipios que están en constante crecimiento y en buscar alternativas de planeación, desarrollo y economía, por tal motivo, se pretende establecer una Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., en el Municipio de Nextlalpan, en el Estado de México.

Aunado a todo lo anterior, El Gas L.P. es sumamente seguro, ya que debido a las características de las instalaciones al aire libre, es muy difícil que haya acumulación de combustible si se presentara algún evento de fuga, sin embargo las instalaciones de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. contarán con Sistemas y Dispositivos de Seguridad que garantizan una operación Normal segura durante el proceso de Trasiego de Gas L.P. dentro de la Planta.

Referente al Impacto Ambiental se puede decir que las afectaciones que la instalación de la Planta de almacenamiento y Distribución de Gas L.P., sobre el medio ambiente es mínima en comparación con las instalaciones de otras industrias, ya que la operación de este tipo de Instalaciones solo se centra en el almacenamiento y venta de gas L.P., sin que en ello se realicen operaciones con sustancias que produzcan reacciones químicas, tampoco procesos donde se obtengan grandes cantidades de aguas residuales, el ruido que se produce es mínimo al permitido; sino que su principal actividad es el trasiego de Gas L.P., esto es trasvasar el Gas L. P. de un recipiente a otro.

Por todo lo anterior las afectaciones negativas sobre el medioambiente son mínimas y presentan un impacto positivo en el aspecto socioeconómico ya que contribuirá a la creación de empleos en el municipio

10.2 SELECCIÓN DEL SITIO

Los criterios de selección del sitio, son de distintos aspectos, primero se localiza un predio de que tenga buena comunicación con las diferentes poblaciones circunvecinas, que no tenga problemas de tipo legal, que no se cause grandes afectaciones al ambiente al construirla, esto es que no se tenga una gran población en cuanto a flora y fauna se refiere, que se cuente con servicio de energía eléctrica cercana así como de teléfonos, todos estos puntos de vista fueron considerados para realizar una buena selección del sitio y lograr con ello las autorizaciones por parte de las distintas dependencias de gobierno correspondientes

10.3 INVERSION REQUERIDA

La inversión estimada total requerida es de \$ 300,000,000 de pesos

el tiempo estimado de recuperación es de aproximadamente 7 años

Se tiene estimado un presupuesto de 200,000.00 pesos para gastos en materia de mitigación de impactos ambientales, que se generen durante la construcción de la Planta de Almacenamiento. Todo lo anterior aunado a que solo se construirá dicha Planta en un porcentaje menor al 50% de la superficie total del terreno.

10.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO

A) SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO

La Planta de Almacenamiento de Gas L.P. se instalará en un predio de superficie total de 26,377.27 m² de los cuales las construcciones dentro de la planta únicamente ocupan una superficie de 1,143.22 m², de la superficie total de la Planta; esta Planta se encuentra diseñada para construirse en una superficie suficientemente grande para garantizar la seguridad de las personas en los alrededores de la Planta y confinar las zonas de riesgo dentro de los límites de propiedad de la misma empresa, a pesar de que el proyecto se desarrollará en un terreno que en sus colindancias no se desarrollan ningún

tipo de actividad, ya que se encuentra rodeada de caminos vecinales y terrenos donde solo se dedican a la actividad agrícola de temporal.

B) SUPERFICIE A AFECTAR

El área total a afectar será un total de 26,377.27 m² ya que se planea construir una barda en la totalidad del perímetro del terreno. Se considera que no se presentará un impacto ambiental considerable por que en la mayor parte del terreno solo se realizaban actividades agrícolas, específicamente se siembra maíz de temporada; por lo que no existen comunidades vegetales de mayor importancia en el terreno más que algunos pastizales.

C) SUPERFICIE PARA OBRAS PERMANENTES

La superficie que contendrá obras permanentes es muy pequeña en consideración de con la superficie de terreno total, ya que estas obras permanentes solo son las oficinas, las bardas perimetrales y las áreas de almacenamiento; así como las de trasiego, tanto de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

Esta superficie a construir con obras permanentes es de 1,143.22 m² y representan un porcentaje del 4.33 % del total del terreno.

10.5 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO

En el terreno donde se instalará la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., tiene un suelo que actualmente es de uso agrícola de temporal, en el cual no se desarrollan ningún otro tipo de actividad, en sus restantes tres colindancias se tienen caminos vecinales y más allá de estos caminos también se realizan actividades de tipo agrícola de temporal, este tipo de uso de suelo en los terrenos que ocupara la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., será cambiado de uso agrícola a uso industrial. En cuanto uso de cuerpos de agua no se tiene conocimiento de algún cuerpo de agua cercano al terreno donde se realizará el proyecto.

10.6 URBANIZACION DEL AREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

Para la construcción de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., así como para su operación no se requiere de gran infraestructura ya que solo se presenta la necesidad de espacio al aire libre ya que el proceso de trasiego de gas L.P. no requiere de procesos sofisticados; cerca del área donde se desarrollará el proyecto, se cuenta con los servicios necesarios para su construcción y operación.

El proceso que se realizara en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. es muy sencillo y seguro, por lo que no se requiere de procedimientos difíciles para mejorarlo, ya que únicamente se trasiega el Gas L.P. de un recipiente a otro; por lo que sólo se requiere de un adecuado procedimiento de instalación y supervisión de válvulas con la más innovadora tecnología para

reducir al mínimo pérdidas de producto al momento de desacoplar los equipos de llenado de los diferentes recipientes a llenar.

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán compactadas con terminación de asfalto, con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales, el piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y contará con un declive del 1%, apropiado para el desalojo de las aguas pluviales. Todas las demás áreas libres de la planta permanecerán limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la Planta.

Por el lado Oeste del terreno se contará con un acceso de 7 metros de ancho usado para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa, así mismo se contará con una salida de emergencia de la misma amplitud, superior a la solicitada en la Norma Oficial.

La Planta no contará con vías ni espuelas para carro-tanques de ferrocarril, ya que el abastecimiento a la misma se hará únicamente por medio de remolques-tanques a los tanques de almacenamiento.

Por el lindero Oeste del proyecto a un costado del acceso a la Planta se localizarán las construcciones destinadas a las oficinas del personal administrativo y los servicios sanitarios para el personal obrero que laborará en la Planta. La construcción más cercana al muelle de llenado (zona de almacenamiento) se localiza a una distancia de 37.98 metros.

Los materiales a utilizar son incombustibles en su totalidad, ya que el techo será de losa de concreto, paredes de tabique, con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones se describen en el plano civil de la planta. (Anexo)

10.7 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en construir una Planta de Almacenamiento y, Distribución de Gas L.P., y en un futuro se contempla la instalación de una Estación de Carburación, siendo su principal objetivo la comercialización de Gas L.P. en todas sus modalidades, que van desde el llenado de cilindros portátiles, llenados de pipas para la venta en las poblaciones vecinas a las personas que cuenten con tanques estacionarios, y a la venta de gas l.p. para carburación de vehículos automotores que lo requieran (esto se realizará en el futuro en la zona de la Estación de Carburación).

10.8 DESCRIPCION DE LA OBRA O ACTIVIDADES Y SUS CARACTERISTICAS

A) TIPO DE ACTIVIDAD O GIRO INDUSTRIAL

En la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. (Planta Nextlalpan), no se realiza ningún proceso de transformación; únicamente el trasiego de Gas L.P.

B) LA TOTALIDAD DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES UNITARIAS

El proceso principal aquí es el trasiego del Gas L.P. de un recipiente, su proceso operativo viene descrito en el capítulo III para cada uno de sus procesos,

C) SEÑALAR SI LOS PROCESOS SON CONTINUOS O POR LOTES, Y SI LA OPERACIÓN ES PERMANENTE, TEMPORAL O CICLICA

El proceso de trasiego es constante y permanente, en los turnos de trabajo, de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

D) LA CAPACIDAD DE DISEÑO DE LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZARAN

La capacidad de diseño de los tanques de almacenamiento es con un factor de seguridad de 4, lo que significa que el material con que están fabricados los tanques de la Planta resisten perfectamente la presión del contenido multiplicado por cuatro.

E) LA TOTALIDAD DE LOS SERVICIOS PARA EL DESARROLLO DE LAS OPERACIONES Y/O PROCESOS INDUSTRIALES.

Para la realización de las operaciones de La Planta solo se necesita, de energía eléctrica ya que se ocupa para hacer funcionar los motores de las compresoras y la bombas, eso es en cuanto a los servicios básicos, también se requiere del servicio de telefonía y de agua pero esta será traída hasta la planta por medio de pipas y durante su operación el agua será almacenada en una sistema de 150,000 litros de capacidad, además, se contará con un sistema de recuperación de aguas pluviales.

F) INDICAR DE FORMA BREVE SI EL PROCESO QUE SE PRETENDE INSTALAR EN COMPARACION CON OTROS EMPLEADOS EN LA ACTUALIDAD PARA ELABORAR LOS MISMOS PRODUCTOS, CUENTAN CON INNOVACIONES QUE PERMITAN OPTIMIZAR Y/O REDUCIR EL USO DE**G) EL EMPLEO DE MATERIALES CONTAMINANTES**

En el proceso de una Planta de Almacenamiento y Distribución no se emplea materiales contaminantes.

H) LA UTILIZACION DE RECURSOS NATURALES

En el proceso no se requiere el uso de recursos naturales ya que solo se trasiega el gas de un recipiente a otro

I) GASTO DE ENERGIA

El gasto de energía es muy pequeño ya que solo se emplea para hacer funcionar los motores de los compresores y bombas.

J) LA GENERACION DE RESIDUOS

Los residuos que se generan en la planta solo son del tipo domestico esto es de las envolturas de los alimentos papel de oficina, papel de baño, y basura de ese tipo.

K) LA GENERACION DE EMISIONES A LA ATMOSFERA.

Las emisiones a la atmósfera son cantidades mínimas que resultan despreciables ya que solo son el producto de leves fugas que se producen al momento en que se desacoplan las válvula, y demás elementos que se emplean durante el trasiego del Gas L.P., además que las instalaciones contarán con los sistemas más innovadores que reducirán al mínimo este tipo de fugas.

L) EL CONSUMO DE AGUA.

El consumo de agua solo se reduce a la empleada en las oficinas y baños ya que el proceso realizado dentro del la Planta no requiere de esta, solo en casos de simulacros de incendio y en caso de que se presente este se empleará para enfriar los tanques presurizados mientras se sofoca el incendio, además aquí se emplea un sistema sencillo de recuperación de agua de lluvia ya que esta va hacia la cisterna donde se guarda para su posterior empleo.

M) AGUAS RESIDUALES

En el proceso por no emplearse agua durante este no se generan aguas residuales más que la proveniente de los baños que son dirigidas hacia una fosa séptica.

N) PUNTOS Y EQUIPOS DONDE SE GENERAN CONTAMINANTES AL AIRE, AGUA SUELO, ASÍ COM AQUELLOS QUE SON DE MAYOR RIESGO (DERRAMES, FUGAS, EXPLOSIONES E INCENDIO ENTRE OTROS)

La principal fuente de emisiones a la atmósfera se encuentra en el área de llenado de cilindros ya que es allí donde de manera continua se desacoplan las válvulas de llenado, pero estas emisiones son muy pequeñas debido a los sistemas de seguridad que se instalan, por lo que pueden pasar desapercibidas.

O) INFORMAR SI SE CONTARA CON SISTEMAS PARA REUTILIZAR EL AGUA.

No se cuenta con este tipo de sistemas ya que el proceso no requiere de la utilización de agua, solo se cuenta con un sistema de captación de aguas pluviales que las lleva a la cisterna donde se almacena el agua para el uso domestico y para el sistema contra incendios, este sistema de captación consiste en dirigir el agua de lluvia que cae en el patio hacia la cisterna, por medio del empleo de pendientes.

P) SEÑALAR SI EL PROYECTO INCLUYE SISTEMAS PARA LA CONGENERACION Y/O RECUPERACION DE ENERGIA

El proyecto no incluye este tipo de sistemas ya que no requiere de gran consumo de energía, para la operación de la Planta de Almacenamiento de Gas L.P.

10.9 PREPARACION DEL SITIO

En esta etapa de preparación del sitio para la construcción del proyecto no habrá desmonte ya que se trata de un terreno llano que se ocupaba en labores agrícolas específicamente a la siembra de maíz y por lo tanto no se requiere de desmontar, pero si de despallar, esto es quitar las hierbas y algunos arbustos para proceder a la nivelación del terreno, en esta etapa no se ocupara gran volumen de agua solo el necesario para que durante la nivelación no se levante grandes cantidades de polvo y lograr la compactación del terreno, esto es lo equivalente a 30 pipas de agua si la pipa es de 12,500 entonces estamos hablando de 375,000 litros de agua o lo que es igual a 375 m³ de agua tratada. En cuanto al combustible que se requiere solo serán 200 litros de diesel para el tractor y la aplanadora.

La maquinaria solo serán las pipas para el agua, el tractor para remover la tierra, y la aplanadora para compactarla.

El personal requerido solo serán los operadores de la maquinaria.

En esta etapa de preparación del sitio no se requiere de rellenar ningún área ni terrestre ni cuerpos de agua, dentro del predio ya que es plano en su totalidad.

10.10 DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

En este proyecto no se requiere de obras provisionales como son las apertura de caminos provisionales ya que el predio en el que se desarrollará se encuentra rodeado de caminos vecinales; tampoco de campamentos ya que se encuentra relativamente cerca de las diferentes poblaciones circunvecinas, en las cuales se alojaran los trabajadores, solo se construirá un pequeño almacén para los materiales que no puedan quedar a la intemperie, la maquinaria será guardada en

donde se alojen los trabajadores en las distintas poblaciones y el mantenimiento a la maquinaria si lo requiere se hará en talleres particulares de las localidades cercanas al área del proyecto.

10.10.1 ETAPA DE CONSTRUCCION

En la etapa de las obras, los impactos ambientales son la generación de desperdicios, los cuales se recolectaran en contenedor para posteriormente enviarlos a zonas de acopio para que posteriormente se clasifiquen y se reutilicen. Por lo que respecta a los estacionamientos, zona de almacenamiento y oficinas se utilizarán pisos de concreto lo que variará las condiciones del ecosistema, sin embargo se tiene previsto la captación de agua pluvial y es esta enviarla al subsuelo a través de pozos de absorción.

10.10.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En particular las actividades que se realizarán en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se resume al almacenamiento y manejo del energético con la única variante de que en el caso de la Planta de Almacenamiento, el trasiego se efectuará de los remolques-tanque a los tanques de almacenamiento fijos de la Planta, de éste (a través del muelle de llenado y las tomas de suministro) a los tanques cilíndricos portátiles y en auto tanques respectivamente, cuyo objeto será la distribución domiciliaria.

Las operaciones que se ejecutarán en la Planta, serán realizadas en las áreas de:

- A) recepción de remolque-tanque (toma de recepción) con cuatro tomas de descarga
- B) Suministro a auto tanques (toma de suministro, con ocho tomas para auto tanques y una para carburación de las unidades propiedad de la empresa).
- C) Anden de llenado (carga y descarga de cilindros portátiles)

La secuencia de operaciones iniciará en el área de recepción, con la llegada de remolques-tanque provenientes de las instalaciones de PEMEX a la empresa cuyo contenido será trasegado a los tanques de almacenamiento fijos, una vez que estos alcancen su máxima capacidad permitida (85 %) cada uno, se podrá efectuar, mediante las instalaciones y equipo adecuado, el suministro de gas de los tanques de almacenamiento al área de anden donde se llevará a cabo el trasiego del energético a cilindros portátiles de 20 y 30 kilogramos, a través del múltiple de llenado con 24 salidas seccionadas en dos grupos de 12 salidas, y a las isletas de llenado o suministro.

10.11 OTROS INSUMOS

10.11.1 SUSTANCIAS NO PELIGROSAS

Las únicas sustancias que se manejan en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. es el Agua y el propio Gas L.P., de las cuales el agua es la única sustancia no peligrosa que se manejará en la Planta, esta se tiene almacenada en una cisterna de 150,000 litros; esta agua se almacena para usarse en casos de emergencia como seria el de un conato de incendio para sofocar el fuego o para enfriar el tanque de almacenamiento de Gas L.P. solo

mientras es controlado el fuego por parte del cuero de bomberos. El consumo mensual sería: considerando un gasto de 2000 litros al día por el uso del sanitario por los usuarios, se tiene que el consumo mensual es de 60,000 litros de agua.

10.11.2 SUSTANCIAS PELIGROSAS

Durante el proceso de operación la única sustancia peligrosa que se maneja en la Planta de Almacenamiento de Gas L.P., es el propio Gas L.P., y la cantidad mensual será determinada por la demanda del energético por los usuarios; El Gas L.P. presenta las siguientes características:

A) Nombre Comercial:

Gas L.P.

B) Nombre Técnico:

Gas Licuado de Petróleo, (L.P.) que es una mezcla de Propano y Butano.

C) Estado Físico:

Gaseoso a Temperatura ambiente y Líquido en el contenedor por estar licuado a alta presión.

D) Cantidad de uso mensual:

La cantidad de uso mensual del energético será determinada por la demanda de los usuarios.

E) Cantidad de reporte:

La cantidad de reporte para el Gas L.P. es considerada en los listados de Actividades altamente Riesgosas a partir de 50, 000 kilogramos.

F) Características CRETIB:

El Gas L.P. es considerado explosivo y asfixiante.

G) Características IDHL

No aplica

H) Características TLV

1800 mg/m³

I) Destino o uso final:

El destino que se le da a esta sustancia es el de combustible, que sirve para generar energía para uso domestico, industrial o para vehículos automotores que lo empleen como combustible.

10.12 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA

Los residuos que se generan en una planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L:P. desde la preparación del sitio hasta la operación y mantenimiento de la misma son muy pequeños y a continuación se describen:

A) ETAPA DE PREPARACION DE SITIO

Durante la etapa de preparación del sitio la generación de residuos serán los productos del despalle y la nivelación, pero estos residuos son del tipo vegetal que se pueden aprovechar para el enriquecimiento del suelo ya que serán como ya se menciona, materia vegetal que al degradarse se integra al suelo y sirve par nutrir la flora de los alrededores.

B) ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

En esta etapa los únicos residuos que se generan son pedazos de tabique y varillas así como las envolturas de ciertos materiales como el cemento, para la eliminación de estos residuos se procederá una vez terminada la obra a entregarla a una compañía especialista en el manejo de residuos de materiales de construcción.

C) ETAPA DE OPERACIÓN:

Durante la operación de la planta, no se generan residuos ya que la única actividad es el Almacenamiento del Gas L.P. para comercialarlo, siendo el único proceso el trasiego de un lugar a otro sin que se generen residuos; únicamente de las reparaciones menores de las pipas y camiones de la empresa se generan pequeñas emisiones de gas L P. a la atmósfera cuando se desacoplan los equipos de llenado de los tanques una vez llenados los mismos, considerándose estas emisiones a la atmósfera insignificantes.

INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

La infraestructura con que contara la Planta de Almacenamiento de Gas L.P. para sus residuos peligrosos durante la etapa de operación consistirá en un almacén temporal de residuos peligrosos, en los cuales se tendrán perfectamente envasados e identificados los productos de desecho que resultan del mantenimiento a las unidades de reparto, hasta la entrega para la disposición final de estos residuos a una empresa autorizada para el tratamiento de dichos residuos. La empresa que se encargará de los residuos peligrosos deberá contar con todas las autorizaciones para el manejo de los residuos.

10.13 VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO

Con base en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Nextlalpan, el predio donde se pretende instalar el proyecto de la Planta de Almacenamiento de Gas L.P., no se encuentra inmerso dentro de alguna área protegida o en algún lugar donde no se pueda instalar la planta debido al uso inadecuado del suelo ya que dicho Plan si permite el cambio de uso de suelo de agrícola a Industrial. La zona donde se pretende desarrollar el proyecto, es una zona donde se permite la construcción de todo tipo de industria siempre y cuando no se presente un riesgo para la población o para el equilibrio ecológico del Municipio de Nextlalpan, las cuales deben de acatar las siguientes normas: 30% del predio libre, Restricción al frente de 7 metros a partir del alineamiento y 2 veces la superficie del predio como máximo de construcción, lote mínimo de 1,000 m² frente mínimo de 20 m. Las medidas proyectadas para la construcción de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., cumplen con la Normatividad requerida por el Municipio de Nextlalpan.

Además de lo citado anteriormente, proyecto se apega a los objetivos contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, que es el de crear empleos permanentes y dotar de servicios a las comunidades mayores de 2,500 habitantes

Se cumple con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, creando empleos permanentes, a través del desarrollo de sus actividades de abastecimiento de combustible al Municipio de Nextlalpan y a las localidades cercanas al proyecto, para diferentes usos: industrial, comercial y domestico.

La estrategia nacional de desarrollo, busca un equilibrio global y regional entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de tal forma que se logra contener los procesos de deterioro del ambiente, incluir un ordenamiento ambiental nacional tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales como condición básica para alcanzar la superación de la pobreza y el cumplimiento efectivo de las leyes.

En materia de regulación ambiental, la estrategia se concentrará en consolidar e integrar la normatividad y garantizar su cumplimiento. En particular, se fortalecerá la aplicación de estudios de Impacto y Riesgo Ambiental y se mejorará la normatividad para el manejo de residuos peligrosos.

10.14 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

10.14.1 DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área considerada para la construcción de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. y en un futuro con instalación de una Estación de Carburación, no se encuentra establecida bajo ningún ordenamiento por parte de las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico. En lo correspondiente al municipio, esta permitido la construcción de desarrollos industriales en el área donde se ubicará el proyecto en el Municipio de Nextlalpan, Estado de México.

El proyecto se desarrollara en un terreno de superficie total de 26,377.27 metros cuadrados los cuales se tendrán perfectamente delimitados ya que en todo su perímetro se construirá una barda de 3 metros de altura. Las dimensiones y colindancias serán las siguientes: al Norte 156.42 metros con terreno agrícola Al Este 202.93 metros, y colinda con camino vecinal y terreno agrícola, al Sur 102.33 colinda con camino vecinal y terrenos agrícolas, al Oeste, en 202.93 metros con el Camino Santa Inés S/N en el Paraje Hacienda a Santa Inés, ubicándose en este lindero tanto el acceso principal como la salida de emergencia; todas las Construcciones permanentes, como oficinas, cisterna, estación eléctrica, y jaulas de cilindros serán en el lado Oeste, el área de almacenamiento estará en la parte central del terreno que ocupara la planta, del lado Sur de la zona de almacenamiento se tendrá el área de llenado de pipas y siguiendo al oeste el estacionamiento de unidades de reparto de cilindros portátil.

Toda la Planta como se menciona anteriormente, estará delimitada en su totalidad por un muro de 3 metros de altura el cual será construido de tabique y cemento.

10.14.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

10.14.2.1 ASPECTOS ABIOTICOS

A) CLIMA

A.1) TIPO DE CLIMA

Según la Clasificación de Köppen, Modificada por Enriqueta García (1981), el tipo de Clima predominante en el Municipio de Nextlalpan, es del tipo templado, subhúmedo con lluvias en verano. Por lo regular el periodo de lluvias se inicia en junio y termina en septiembre. La temperatura media diaria es de 13.0° C, la temperatura máxima es de 15.5° C y la temperatura mínima de 7.4° C. Ver tabla.

A.2) FENOMENOS CLIMATOLOGICOS

En esta parte de la Republica Mexicana no se presentan fenómenos climatológicos extremos ya que el Municipio de Nextlalpan se encuentra en el altiplano mexicano en el centro de la Republica Mexicana, por lo que los huracanes y tormentas tropicales no son un riesgo potencial, ya que estos fenómenos solo se presentan en las zonas costeras, en cuanto a lluvias excesivas no se presentan con frecuencia.

A.3) TEMPERATURA

En el Municipio de Nextlalpan se tiene una temperatura promedio anual de 13° C

En algunas ocasiones la temperatura diaria fluctúa entre los 7° C a los 15° C dependiendo de la estación del año.

A.4) EVAPORACIÓN

La humedad promedio anual del municipio de Nextlalpan es del orden del 20% de humedad ya que se un clima templado en verano.

A.5) VIENTOS DOMINANTES

Los vientos dominantes en la región donde se localizará la Planta de Almacenamiento y distribución son provenientes del Noroeste al Suroeste aunque en algunas ocasiones estos vientos cambian de dirección para tener una dirección contraria; la velocidad de estos vientos predominantes presenta un promedio anual de 20 Km/hora.

A.6) PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La precipitación pluvial promedio anual es de 500 a 600 mm, siendo el mes de Junio cuando se presenta la máxima densidad de lluvias entre los 110 y 120 mm, y la mínima con un valor menor de 5 mm, en el mes de febrero.

B) GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

B.1) CARÁCTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DEL ÁREA

El Municipio de Nextlalpan se compone de suelos aluviales de alta capacidad de carga; más específicamente el área donde se encuentra la ubicación del predio donde se realizará el proyecto es de este tipo de conformación geológica.

B.2) CARÁCTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

En la microregión donde se localiza el predio donde se realizara en proyecto en el Municipio de Nextlalpan se detectan zonas marcadamente con pendientes entre el 2 y 5 % mientras que al Noroeste y Oeste la conformación topográfica muestra pendientes fuertes del orden del 15%.

B.3) CARÁCTERÍSTICAS DEL RELIEVE

Se menciona en apartados anteriores que el terreno se localiza en la parte sureste del terreno donde se observan pequeñas lomas y lomeríos que cuentan con pendientes de 2 al 5 % por ciento.

B.4) PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAS

En el predio en estudio no se localizan fallas o fracturas en el suelo, que se tengan que tomar en consideración al momento de construir la Planta de Almacenamiento y Distribución de gas L.P., ya que se trata de un terreno plano con solo un pequeño porcentaje de pendientes del orden del 2 al 5% y el tipo de suelo es aluvial con alta capacidad de carga. En el subsuelo tampoco se tiene conocimiento de fallas geológicas.

B.5) SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA

La zona donde se ubicará la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., es de alta capacidad de carga, en el cual no se han presentado deslizamientos de lodo, derrumbes, así como tampoco se presenta un riesgo por actividad volcánica ya que no se encuentra algún volcán cerca del predio, en estudio.

C) SUELOS

En la mayoría de la micro región dominan suelos de tipo Planosol (P), suelos fértiles. Su origen es del latín planus: plano, llano; esto quiere decir "suelo plano". Se denomina así a los suelos viejos en donde el lavado continuo de sus sales y minerales provoca la existencia de capas inferiores duras de un color claro, conocidas comúnmente con el nombre de tepetate. Son de climas semiáridos o templados; sustentan pastizales, lo que los hace fácilmente erosionables. Se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería y la agricultura.

D) HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

D.1) RECURSOS HIDROLOGICOS LOCALIZADOS EN EL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Nextlalpan no tiene recursos hidrológicos, solo lo limita en la Parte Sur de su territorio el Gran Canal de Desagüe de la Ciudad de México

D.2) HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Como ya se ha mencionado el Gran canal de desagüe es el único cuerpo hidrológico superficial que corre en los límites del Municipio de Nextlalpan.

D.3) ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

En el Gran Canal de desagüe se ha detectado un alto índice de contaminación, causado por desechos del tipo domestico que en él se vierten sin tratamiento alguno.

D.4) HIDROLOGIA SUBTERRANEA

No se tiene conocimiento de que exista este tipo de recurso hidrológico, sin embargo no se investigo por el hecho de que la Planta no tendrá afectaciones directas sobre este.

10.14.2.2 ASPECTOS BIOTICOS

A) VEGETACION TERRESTRE

En la cabecera Municipal así como en casi todo el territorio, las comunidades de vegetación natural se encuentran totalmente reemplazadas, restringiéndose a pequeñas áreas intercaladas entre las zonas de agricultura de temporal. Y es en esta parte donde se encuentra localizado el predio en estudio para la realización del proyecto de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

El municipio tiene vegetación del tipo general que corresponde al bosque mixto

Los árboles que más se encuentran son: aile, eucalipto fresno, casuarinas y sauce llorón. En algunas casa se cultivan plantas ornamentales como: alcatraz, aretillo, bola de nieve, buganvilla, casuarina, clavel, dalia, geranio, heliotropo, jacaranda, malvón, margarita, pensamiento, perrito, rosal, violeta y otras.

Entre los árboles frutales están: capulín chabacano, durazno, higo, manzano, membrillo, pera, tejocote, ciruelo y nogal.

Los productos agrícolas que se cosechan son: avena, cebada, chicharo, frijol, haba, maíz y trigo.

Entre las hierbas forrajeras están: alfalfa nabo y trébol.

La vegetación original del resto del municipio ha sido modificada en casi todo su territorio, por el desempeño de las actividades principalmente urbanas, industriales y agropecuarias.

Cabe mencionar que debido a la tala inmoderada de bosques, así como a la caza excesiva, la fauna originaria de la región ha ido desapareciendo y la existente se ha desplazado hacia otros lugares (partes altas boscosas) en donde no se han modificado tan drásticamente los habitats; por lo que es difícil observar la fauna mencionada, reduciéndose a roedores, insectos y animales domésticos.

En la zona urbana, la fauna existente es en su mayoría de tipo domestico: gallinas, guajolotes, vacas, borregos, perros, caballos, asnos, gatos y cerdos.

B) FAUNA

Algunas de las más importantes del municipio pero que escasamente se encuentran en la micro región son las siguientes:

Cabe mencionar que debido a la tala de bosques para la conversión de los terrenos en agrícolas así como a la caza excesiva, a provocado que la flora y la fauna originaria de la región ha ido desapareciendo y la existente se ha desplazado hacia otros lugares (partes altas boscosas de otros municipios) en donde no se han modificado tan drásticamente los habitats; por lo que es difícil observar la fauna mencionada, reduciéndose a roedores y animales silvestres pequeños, así como insectos y animales domésticos. En la zona urbana, la fauna existente es en su mayoría de tipo domestico: gallinas, guajolotes, vacas, borregos, perros, caballos, asnos, gatos y cerdos.

Mamíferos.

Tlacuache (*Didelphis marsupialis*)

Onzita (*Mustela frenata*)

Zorrillo listado (*Mephitis macroura*)

Conejo (*Silvilagus sp.*)

Cacomixtle (*Bassariscus astutus*)

Aves.

Paloma alas blancas (*Zenaida asiática*)

Gavilancillo (*Falco sp.*)

Garza garrapatera (*Bubulcus ibis*)

Gorrión (*Carpodacus mexicano*)

10.14.3 PAISAJE

A) LA VISIBILIDAD

El paisaje que se observa desde lo lejos, es un terreno de cultivo, rodeado de pastizales sobre una planicie en el cual no se observan localidades vegetales solo algunos arbustos del tipo ruderal que solo se ven crecer en épocas de lluvia, esto es en si lo que conforma el paisaje dentro del terreno en estudio.

B) LA CALIDAD PAISAJISTA

La inclusión del la Planta de Almacenamiento y distribución de gas L.P., no afectara en gran medida la calidad del paisaje ya que no se removerán grandes

comunidades vegetales solo a algunos pastizales y matorrales, ya que el terreno es de cultivo en el cual al termino de la temporada de lluvias estos terminan su ciclo de vida, dejando el terreno sin vegetación solo con algunos pastizales, y son solo estos elementos vegetales los que se verán afectados.

C) LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE

Respecto a la fragilidad del paisaje, este puede absorber la inclusión de la Planta dentro de el ya que como se mencionó anteriormente no se afectará a grandes comunidades vegetales ni elementos faunísticos de gran importancia o en peligro de extinción ya que el terreno es una planicie con solo pastizales y matorrales de poca altura en sus alrededores.

10.14.4 MEDIO SOCIOECONOMICO

A) DEMOGRAFIA

El Municipio de Nextlalpan contiene en la actualidad, según datos censales del año 2000, una población de 19 532 habitantes

La tendencia de crecimiento en el Municipio de Nextlalpan se Muestran en la siguiente tabla

Municipio	1990	2000
Nextlalpan	10,840	19,532

Las proyecciones de las tendencias de crecimiento del centro de población nos indican un aumento considerable en la población del Municipio de Nextlalpan del orden de casi el 100% en 10 años.

El crecimiento futuro de acuerdo con el comportamiento histórico tendría efectos importantes en la conformación y funcionamiento urbano del Municipio y obligaría a una acelerada incorporación de áreas al desarrollo urbano.

B) DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El mayor porcentaje de población se encuentra asentado en la cabecera Municipal.

C) ESTRUCTURA POR SEXO

Del total de la población de Nextlalpan en el Estado de México más del 50% son mujeres ya que 9,620 son hombres y 9,912 son mujeres.

D) POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA

La población económicamente activa representa un 52.2 por ciento de población total.

Se detecta una gran dinámica en la explotación de la agricultura

Se detectaron incipientes zonas agroindustriales y granjas, pero se encuentran deterioradas, su explotación es reducida principalmente en las granjas, por la calidad del agua.

En lo referente a servicios se generan empleos directos en mayor porcentaje por comercio y apoyo al equipamiento, en los sectores de salud, educación y transporte.

También se detectaron empleos indirectos en apoyo a los tres sectores descritos.

SOCIOECONOMICA:

Casi el 50% de la población es menor de 20 años

Incremento de la población económicamente inactiva

Perdida de participación del sector productivo agrícola

Incremento del sector servicios

El 57.31% de la población económicamente activa obtiene ingresos menores a 2 veces el salario mínimo.

El porcentaje de población con posible acceso a programas de vivienda social se reduce es casi nulo.

10.14.5 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Básicamente el predio en estudio presenta una flora catalogada como agroecosistema, es decir esta conformada por una planicie, dedicada principalmente a la agricultura de temporal de maíz (zea mays).

Así mismo dado la existencia de vialidades se encuentran también una gama de flora identificada como vegetación ruderal, establecida sobre los bordes del suelo de la zona donde se terminan los cultivos, en donde existen poblaciones vegetales de baja densidad de especies ruderales anuales arbustivas y herbáceas, tales como: pastos y Jarilla (stevia salicifolia).

Cabe destacar que las especies ruderales tienen ciclo de vida cortos, usualmente son anuales, bianuales y raramente perennes, además de que muchas especies, siguen calendarios o ciclos estacionales de establecimiento, por lo que debe considerarse esta condición biológica para determinar la densidad y diversidad real de especies en la zona de estudio.

Con base en la identificación de especies que habitan en el predio en estudio, ninguna corresponde a la vegetación endémica, y/o en peligro de extinción, además en el predio en estudio no existen especies de interés comercial.

Durante los recorridos de campo no se encontró hábitat de ningún tipo de especie animal en el predio en estudio, dada la escasa vegetación de la zona colindante.

De acuerdo a la fauna determinada durante los recorridos de campo, ninguna de las especies tiene valor sinérgico ni se encuentra amenazada o en peligro de extinción.

A) INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

En el predio en estudio solo se encuentran como ya se ha dicho algunas especies ruderales y que son las que se van a remover al hacer los preparativos para la construcción de la Planta de Almacenamiento, además de la plantación de maíz que es de temporal y para cuando se comience con la construcción estas plantaciones habrán terminado con su ciclo de vida, eso es en cuanto a lo que a flora se refiere, referente a la fauna no se encontraron hábitat de ninguna especie.

10.15 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

10.15.1 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAR E EVALUAR LOS IMPACTOS

La metodología a emplear para la evaluación de los impactos ambientales será la matriz de Leopold, ya que por la naturaleza del proyecto los impactos que se presentan no son de gran magnitud y solo se presentan en la etapa de construcción por lo que no se requiere de una metodología más compleja para la realización de la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto en estudio.

10.15.2 INDICADORES DE IMPACTO

Los principales efectos de la construcción y operación de la Planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P., se ven reflejados sobre los siguientes elementos ambientales:

A) EFECTOS FISICOQUIMICOS

Sobre la tierra: en su calidad, en su compactación, relieve; en el aire: en su calidad y en el nivel de ruido.

B) EFECTOS ECOLOGICOS

Flora: estrato herbáceo (pastizales y especies ruderales); fauna: Entomofauna y en paisaje natural.

C) EFECTOS SOCIOECONOMICOS

Estructura de la comunidad: población, empleo directo, empleo indirecto, seguridad social, calidad de vida seguridad laboral; vialidad: transporte, servicios públicos, infraestructura, imagen urbana.

A continuación se proporciona una lista más detallada de los indicadores de impactos ambientales

10.15.3 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

Dentro de los indicadores de impactos fisicoquímicos se encuentran los siguientes:

Tierra (sobre la calidad), compactación del suelo, relieve, agua (sobre su calidad), drenaje, aire (sobre su calidad), ruido que se genere.

Dentro de los indicadores de impactos ecológicos se encuentran:

Flora, estrato herbáceo, fauna, Entomofauna, paisaje natural

Dentro de los impactos socioeconómicos se encuentran los siguientes:

Estructura de la comunidad, población, empleo directo, empleo indirecto, seguridad social, calidad de vida, seguridad laboral, vialidad transporte, equipamiento urbano, servicio público e infraestructura.

A) IDENTIFICACION DE IMPACTOS

Los mayores impactos ambientales en la construcción de Plantas de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se presenta normalmente en la etapa de preparación del sitio o desmonte cuando es en zonas rurales; otra afectación se presenta durante la construcción, pero en este caso es mínima ya que se reduce a la generación de ruido y a desperdicios de la obra, esto es a materiales de construcción como son: pedazos de tabique, bolsas de cemento, pedazos de cemento, bolsas de plástico, envases de plástico, papel, etc., y a el desperdicio de combustibles y aceite que usa la maquinaria que se emplea para la construcción; los cuales una vez terminada la construcción se vera resuelto este aspecto al entregar los desperdicios a una empresa autorizada para a recolectar este tipo de materiales.

Para tener un conocimiento más exacto de los impactos ambientales que las instalaciones y operación de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se utiliza la matriz de Leopold en la cual se colocan en la filas los elementos ambientales y en la columnas las actividades que se realizan en una

Planta de Almacenamiento, así como las calificaciones que estas actividades tienen sobre los elementos ambientales:

B) ELABORACION DE LA MATRIZ DE IMPACTOS

Los principales efectos de la construcción y operación de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se ven reflejados sobre los siguientes elementos ambientales:

C) EFECTOS FISICOQUIMICOS

Sobre la tierra: en su calidad, en su compactación, relieve; en el aire: en su calidad y en el nivel de ruido.

D) EFECTOS ECOLOGICOS

Flora: estrato herbáceo; fauna: Entomofauna y en paisaje natural.

E) EFECTOS SOCIOECONOMICOS

Estructura de la comunidad: población, empleo directo, empleo indirecto, seguridad social, calidad de vida seguridad laboral; vialidad: transporte, servicios públicos, infraestructura, imagen urbana.

10.15.4 LAS PRINCIPALES CAUSA DE ESTOS IMPACTOS SON:

A) DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO

En la limpia y el despalme (I).

Nivelación y compactación (II).

Recolección y confinamientos de residuos sólidos.(III)

B) DURANTE LA CONSTRUCCION

Transporte de material (IV).

Apertura de: cimiento (V).

Obra hidráulica (VI).

Obra civil (VII).

Obra eléctrica (VIII).

Recolección y confinamiento de residuos sólidos(IX)

C) DURANTE LA OPERACIÓN

Uso de agua (X).

Uso de energía (XI).

Actividades de la Planta y Estación (XII).

10.16 CRITERIOS Y METODOLOGIAS DE EVALUACION

10.16.1 CRITERIOS

Para poder calificar estos impactos ambientales utilizamos las siguientes tablas, en donde se encuentran tabulados los valores de magnitud e importancia de cada impacto tanto impactos negativos como impactos positivos, tomando en cuenta la intensidad, la irreversibilidad su duración así como su extensión

A) Impactos Negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Adaptado de Cemaprimes

B) Impactos Positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Adaptado de Cemaprimas

E S I C O S	O S I C O S	PAISAJE NATURAL													
S O C I O E C O N O M I C O S	E S T R U C T U R A D E L A C O M U N I D A D	ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD													
		POBLACION													
		EMPLEO DIRECTO													
		EMPLEO INDIRECTO													
		SEGURIDAD SOCIAL													
		CALIDAD DE VIDA													
		SEGURIDAD LABORAL													
		VIALIDAD													
		TRANSPORTE													
		EQUIPAMIENTO URBANO													
S E R V I C I O P U B L I C O	I N F R A E S T R U C T U R A	SERVICIO PUBLICO													
		INFRAESTRUCTURA													
		SUMA TOTAL													
			PREPARACION DEL SITIO			CONSTRUCCION					OPERACION Y MANTENIMIENTO				
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XL	XLL	TOTAL
E L	F I	TIERRA													
		CALIDAD			1	-1	-36	-30	-30			1			

O N O M I C O S	SEGURIDAD LABORAL			1	1	1	1	1	1	1			30	37
	VIALIDAD			-1		3		-1	1	-1			-1	0
	TRANSPORTE			1	-1			-1		1			1	1
	EQUIPAMIENTO URBANO													
	SERVICIO PUBLICO										-2			-2
	INFRAESTRUCTURA													
	SUMA TOTAL	-9	-3	14	2	-63	-28	-71	6	9	-7	-3	108	

La media de la sumatoria de las columnas es: -3.75

La media de las sumatoria de las filas es: -2.53

10.17 DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

La matriz de Leopold nos muestra que las máximas afectaciones negativas se dan en la etapa de construcción, específicamente en la excavación para los cimientos sobre la calidad de la tierra y en la afectación del paisaje natural, otra es en la construcción de la obra civil sobre la calidad del suelo, en la compactación de este, en la calidad del aire y en la modificación del aspecto natural.

Después en su etapa de operación las afectaciones dejan de ser negativas para cambiar a positivas sobre todo en aspectos socio-económicos, ya que es fuente de empleos directos y por lo tanto también indirectos, con lo cual mejora el nivel de vida de la gente ya que los trabajadores cuentan con un empleo seguro.

La calificación que se ha dado a la matriz de Leopold como ya se dijo esta basada en los valores de las tablas que anteriormente se han dado, explicar todas y cada una de ellas es bastante repetitivo por eso se explicaran que criterios se emplearon para dar las calificaciones a los aspectos que tuvieron mayor calificación ya sea positiva o negativa.

Una de las calificaciones importantes se dio en el relieve en la preparación del sitio más específicamente en la nivelación ya que es de gran importancia antes de construir realizar esta. El valor es de -3 ya que es un impacto negativo de intensidad baja de irreversibilidad alta de duración permanente de extensión local.

Otra calificación en la preparación del terreno es en la Flora, particularmente en el estrato herbáceo ya que se tienen que remover la cubierta vegetal del terreno donde se harán las construcciones, la calificación es de -9 ya que

según la tabla de valores se tiene que es un impacto negativo de intensidad alta, irreversibilidad alta de duración permanente de extensión local.

La calificación mas alta fue de -36 en la etapa de construcción en la apertura de zanjas para cimiento contra la calidad del suelo, en cual recibió una calificación de -6 y 6; esto se debió a que la afectación es de una magnitud media con irreversibilidad alta la cual tiene una importancia permanente local. Otra calificación alta de -5/6 se dio a la construcción civil contra la calidad del suelo y a la compactación, el cual se debió a que presenta una intensidad media con irreversibilidad media, con una importancia permanente local.

Esto es en cuanto a sus afectaciones negativas; en lo que respecta a las positivas, tenemos que observar cuales son los valores de mayor importancia; y son los que se dan después de la puesta en marcha de las instalaciones, sobre todo en la generación de empleo directo, así como, en la seguridad laboral que recibió una calificación de 30 por ser una afectación de intensidad media con irreversibilidad también media, de importancia permanente, local.(-5/6).

Las otras calificaciones en realidad son muy bajas la mayoría de (-1/1) esto quiere decir que son impacto de tipo de intensidad baja de duración temporal.

10.18 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

10.18.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Como ya se ha citado anteriormente, las principales afectaciones negativas que la instalación de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. produce al medio ambiente, es en la etapa de construcción y es sobre la calidad del suelo, ya que esta cambia en su composición al hacer los cimientos y construir las edificaciones, pero como se trata de construcciones pequeñas en las que las afectaciones son mínimas en comparación con otros tipos de construcciones para diferentes empresas, sin embargo, para minimizarlos aún más, se tiene planeado construir áreas verdes ya sea dentro o en los alrededores del predio en la zona de amortiguamiento, donde se encuentra la Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P.

10.18.2 PROGRAMA DE MEDIDAS Y ACCIONES A SEGUIR

A) ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

En esta etapa se presenta el desmonte o despalme y nivelación del terreno donde se pretende instalar la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., el mayor impacto negativo sobre el medio ambiente se realiza al quitar todos las especies vegetales que se encuentren sobre el área a construir; en este predio solo se tendrán que quitar algunas especies vegetales del tipo ruderal es decir matorrales y pastos que tienen un ciclo de vida corto, este periodo de vida se reduce solo a la época de lluvia, aunque el daño es pequeño pero daño al fin, para minimizar esto se procederá solo a quitar la capa vegetal

en el área que se va construir y no en todo el terreno, y una vez quitado este se hará con los desperdicios orgánico lo que se conoce como composta, que son todos los desperdicios orgánicos picados y vueltos al suelo para que sirvan de abono a las especies que no se removieron; referente a la compactación se rociara con agua el terreno para que el polvo producto del movimiento de la maquinaria no se produzca en exceso.

B) ETAPA DE CONSTRUCCION:

Referente a la construcción los impactos negativos son mínimos ya que solo se trata de construcciones pequeñas, que modifican en muy poco la apariencia de relieve natural, y que solo podría decirse que los únicos contaminantes son los desperdicios de la construcción, pero que al finalizar esta los desperdicios serán puestos a disposición de una compañía que se encarga especialmente de ellos, así como el ruido que se pueda causar por la maquinaria pero este no excede del los decibeles permitidos.

C) ETAPA DE OPERACION

En la etapa de operación la única fuente de contaminación proviene de la acumulación de basura sólida que es producto del consumo de alimentos y bebidas lo que se conoce como basura domestica y que esta será entregada a los camiones de limpia pública del municipio.

Otro punto será las aguas provenientes de los baños que serán enviados a una fosa séptica a la cual se le dará tratamiento cuando se requiera.

Otra más serán los desperdicios productos del mantenimiento de los camiones que se almacenaran dentro de la Planta solo mientras llegan los camiones recolectores de la empresa encargada del manejo de estos tipos de residuos.

Y por último se tiene las pequeñas fugas de Gas L.P. que se producen al momento de desacoplar los equipos de llenado de los recipientes a llenar, así como el ruido que se genera por el funcionamiento de los motores de estos equipos de llenado, para minimizar estos efectos, se colocaran distintos equipos de recuperación de las más alta tecnología para disminuir a lo mínimo las posibles fugas, así como capacitación adecuada a los trabajadores para la correcta operación de estos equipos, en cuanto a la generación de ruidos este no supera los limites permitidos en cuanto a decibeles que pueden soportar los seres vivos.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

No obstante a pesar de todas las medidas preventivas y correctivas para reducir los impactos ambientales al mínimo siempre existirán impactos en el medio ambiente estos impactos se reconocen con el nombre de impactos residuales, estos impactos residuales en el caso de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se presentan al no poder regenerar la capa vegetal en el área donde se ha de construir la planta, ese es uno de los impactos residuales ya que como se dijo anteriormente, no se removerán otras comunidades vegetales como son diversos tipos de árboles o

flora y fauna en peligro de extinción ya que en el predio en estudio no se encontraban sino solo los pastos y arbustos de temporal en terrenos de cultivo.

Otro impacto residual se presenta con el solo hecho de que se construya la planta ya que modifica el paisaje natural al incluirse en este sin que haya forma de evitar este tipo de impacto.

Otro impacto residual pero positivo es la inclusión de especies vegetales en los terrenos de la empresa fuera de la Planta ya que originalmente no hay árboles en el terreno, pero con las medidas de restauración, que se implementarán como el esparcimiento de la capa vegetal que se removió del área donde se construirá la Planta, es lógico pensar que esta nueva capa de tierra rica en abono haga germinar las semillas de los árboles que se encuentran en los terrenos adyacentes

10.19 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

10.19.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO

Los resultados de las medidas de mitigación, compensación y recuperación de impactos ambientales solo se podrán saber hasta que se ponga en funcionamiento no obstante aquí se presentan una proyección de los posibles resultados que se obtendrán con la implementación de estas.

En la etapa de preparación del terreno se presenta como medida de mitigación el esparcimiento de la cubierta vegetal lo que conlleva a enriquecer los terrenos ya que los vegetales se degradan convirtiéndose en abono vegetal con lo cual se enriquecen los terrenos haciéndose propicios para la germinación de semillas de las diferentes especies vegetales con lo cual se espera el nacimiento de árboles de las diferentes especies que se encuentran en los terrenos de los alrededores. Con el rociado de agua para la que no se levante polvo en exceso mientras este funcionando la maquinaria a la hora de la compactación se espera que este polvo no afecte especialmente a la biota de los terrenos vecinos de la Planta.

En la Etapa de construcción de la Planta como medida de mitigación tenemos la recolección de la basura así como de los desperdicios de la construcción misma, acumulándolos solo hasta que se presente la empresa encargada de la recolección de estos desechos (esta empresa deberá ser especialista en la recolección de este tipo de desechos con sus respectivas autorizaciones), con esto se logrará que los desperdicios de la construcción no se esparzan por los terrenos vecinos y se tengan afectaciones al medio ambiente.

En la etapa de operación casi no se presentan impactos ambientales ya que en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. solo se dedicarán a la comercialización de este energético, por lo tanto solo se realizan operaciones de trasiego, con lo cual no se generan grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera, lo único que podría considerarse como una pequeña fuente generadora de pequeños impactos es un taller de mantenimiento mecánico para reparaciones menores, el cual produce residuos peligrosos, los cuales

serán almacenados en un lugar específicamente para ello, hasta que una empresa especialista autorizada para la recolección de los residuos se los lleve a su confinamiento final, esto se realiza para que los residuos peligrosos como es el aceite, estopas impregnadas y filtros de aire, no se vierta sobre el suelo contaminándolo.

10.19.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Como ya se menciona anteriormente, solo se tendrán afectaciones ambientales de mayor magnitud en la etapa de preparación del sitio y en la construcción ya que durante la operación las emisiones a la atmósfera son mínimos por lo tanto se encargará al ingeniero de obra que realice la verificación correspondiente en lo que se refiere al cumplimiento de las medidas de mitigación en la etapa de preparación del sitio y en la etapa de construcción, que consiste en esparcir toda la cubierta vegetal en los terrenos que no se les removió, para que sirva de abono, no se requiere de la elaboración de un programa complejo para la realización de esta vigilancia ambiental ya que como se ha mencionado las afectaciones son mínimas.

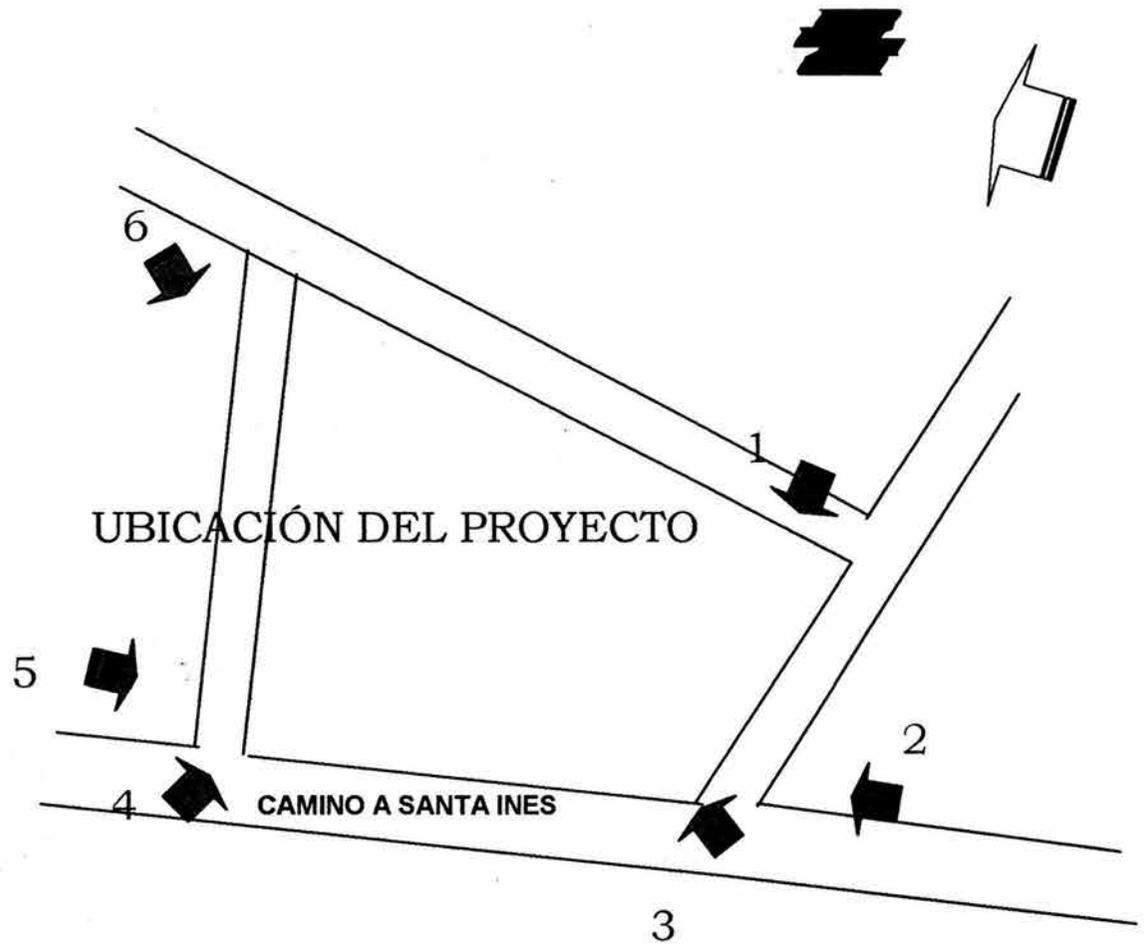
10.20 CONCLUSIONES

Como conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental se puede decir que las afectaciones que la instalación de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., sobre el medio ambiente es mínima en comparación con las ocasionadas por otras industrias, ya que esta Planta de Almacenamiento solo se dedicará al almacenamiento y venta de Gas L.P., sin que en ello se realicen operaciones con sustancias que produzcan reacciones químicas, tampoco procesos donde se obtengan grandes cantidades de aguas residuales, el ruido que se produce es mínimo al permitido; la principal actividad es el trasiego de gas de un recipiente a otro, por lo tanto sus afectaciones son mínimas, y solo en la etapa de preparación se generan pequeños impactos del sitio ya que se remueve la capa vegetal.

Por todo lo anterior las afectaciones negativas sobre el medioambiente son mínimas y tienen una afectación positiva en el aspecto socioeconómico ya que contribuirá a la creación de empleos en el Municipio de Nextlalpan del Estado de México.

10.21 FOTOGRAFIAS

ESQUEMA DE LOS LUGARES DONDE FUERON TOMADAS LAS FOTOGRAFIAS





ubicación 6



ubicación 4 y 5



ubicación 3 y 2



ubicación 1



ubicación 3

CAPITULO XI

ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS

CAPITULO XI

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

11.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Las Plantas de Almacenamiento de Gas L.P., han servido para abastecer de manera continua y eficiente a la población y a la industria a través del reparto a tanques estacionarios o de cilindros con capacidades menores, por lo que este tipo de instalaciones han operado en el pasado en otras regiones del país; la utilización de Gas L.P. en nuestro país para el consumo doméstico ha ido creciendo conforme se logran desarrollos de la población y la economía de la región en donde se requiere de este servicio.

Son pocos los incidentes y/o accidentes que han ocurrido en alguna de ellas, uno de ellos que tuvo afectación a las instalaciones y entorno, fue la explosión sucedida en San Juan Ixhuatepec, Edo. de México. A raíz de este evento se han adaptado medidas de prevención y control para este tipo de instalaciones, de tal forma que aún siendo empresas que realizan Actividades Altamente Riesgosas, operan en forma segura, disminuyendo la probabilidad de incidentes.

En el presente estudio se analizan las posibles desviaciones que pueden generar eventos de riesgo en las instalaciones de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., ubicada en el Municipio de Nextlalpan Estado de México.

11.2 METODOLOGIAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

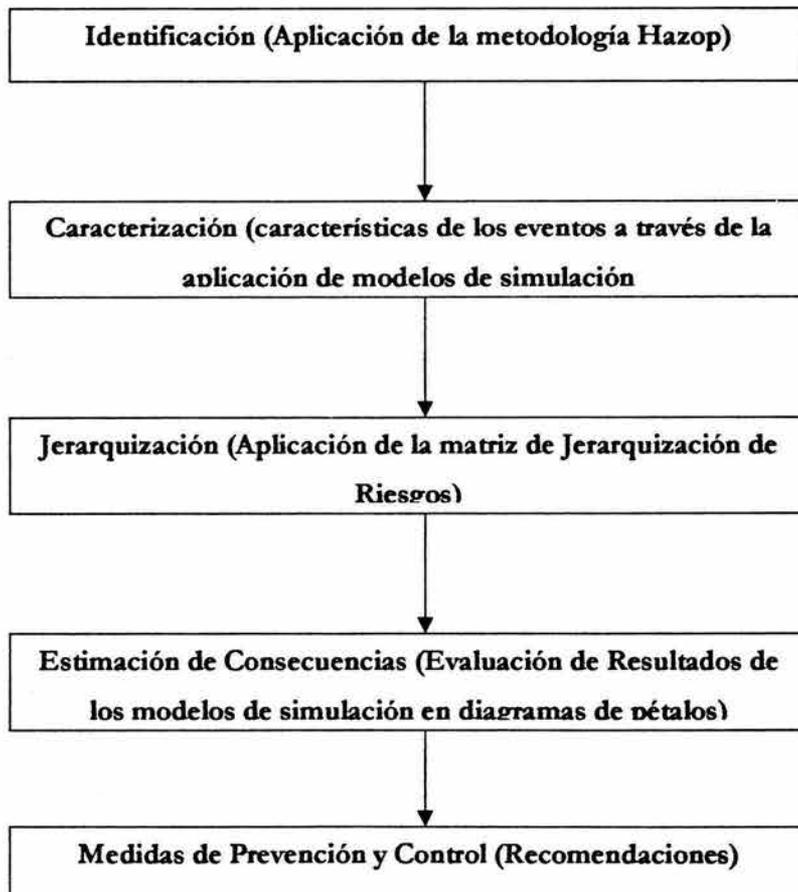
En base al diseño mecánico, se identifican y jerarquizan los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: **Análisis de Riesgos y Operabilidad (HazOp)**; **Análisis de Modo Falla y Efecto (FME) con Árbol de Eventos, Árbol de Fallas**, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicara la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).

Para la jerarquización de Riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos o metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los volúmenes, condiciones de operación y/o características CRETIB o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

El presente Análisis de Riesgos identifica los posibles eventos hipotéticos probables y creíbles, por el manejo de gas L.P. Estableciéndose la siguiente estructura para el análisis.

ANÁLISIS DE RIESGO



11.2.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EVENTOS DE RIESGO

La identificación de los eventos de Riesgo tiene como objetivo analizar e identificar desviaciones en cada una de las etapas de la recepción y suministro de Gas L.P. en la Planta de Almacenamiento.

Se incluye la cantidad máxima de Gas L.P. que se almacena en la Planta como información preliminar necesaria para la Identificación de Riesgos:

Cantidad de Gas L.P. almacenado en la Planta

Sustancia	Cantidad Existente Al 100%	Cantidad de Reporte	Uso
Gas L.P.	2'000,000 L	50,000 kg	Almacenamiento y Distribución en auto-tanques y cilindros portátiles

Así mismo, se considero para la identificación de las áreas de riesgo, la revisión y la información del diseño de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., memorias técnicas descriptivas de la Planta, tomando en cuenta los planos mecánico de flujo e isométricos donde se indican las líneas de recepción a los tanques de Almacenamiento de la planta y el suministro a los auto tanques de 12,500 L, llenaderas de cilindros portátiles.

Con la información proporcionada se llevó a cabo la identificación de riesgos, aplicando la metodología de Estudio de Riesgo y Operabilidad (Hazop). Dicha metodología identifica a través de la aplicación de palabras guía y parámetros de proceso, desviaciones que pueden desencadenar posibles escenarios de riesgo ambiental (como fuga, incendio o una explosión de Gas L.P.), que puedan afectar al personal, al ambiente o a las instalaciones.

Los parámetros que se utilizaron en la metodología HAZOP, para identificar los posibles eventos fueron: presión y/o flujo.

Los eventos identificados por la metodología HAZOP se presentan en los anexos.

A) EVENTOS IDENTIFICADOS

DESCRIPCIÓN	ESCENARIO
1.- Fuga de Gas L.P. por desconexión del acoplamiento de la línea de recibo de gas/líquido del remolque-tanque, debido a una sobrepresión en dicha línea por encontrarse cerradas las válvulas de globo normalmente abiertas	Nube toxica, incendio, explosión
2.- Fuga de Gas L.P. por los sellos de la bomba. Esta situación se presenta cuando se encuentran operando dos bombas y las válvulas a la descarga se encuentran cerradas, provocando aumento de presión en la línea de descarga de la bomba de servicio de gas líquido a llenaderas de cilindros, posibilidad de fuga también durante el llenado de los cilindros.	Nube toxica, incendio, explosión
3.- Fuga de Gas L.P. por el un orificio en el cuerpo de uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros, ocasionado por corrosión derivado de un mal mantenimiento.	Nube toxica, incendio, explosión
4.- Fuga de gas L.P. por falla de la válvula de la línea de suministro al muelle llenado de cilindros portátiles	Nube toxica, incendio, explosión
5.- Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L de Gas L.P. El tanque se sobrepresiona, la válvula de seguridad releva, sin embargo una vez liberada la presión, esta no cierra (se atora), dejando escapar gas L.P.	Nube toxica, incendio, explosión
6.- Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento por sobrepresión conteniendo el 40% del contenido total (100,000 litros) por falla de las válvulas de seguridad	Nube toxica, incendio, explosión
7.- Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento conteniendo el 60% de su capacidad (150,000 litros) por sobrepresión y falla de válvulas de seguridad	Nube toxica, incendio, explosión
8.- Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de Almacenamiento conteniendo el 75% de su capacidad (188,000 litros) por sobrepresión y falla en las válvulas de seguridad	Nube toxica, incendio, explosión

En los anexos se presenta la metodología de identificación de riesgos HAZOP

B) CARACTERIZACIÓN DE LOS EVENTOS

En este rubro, las actividades a realizar se centraron en evaluar mediante la información recopilada y generada por la metodología Hazop, la característica de los eventos, tomando como base las propiedades fisicoquímicas, de inflamabilidad del Gas L.P. de las cantidades almacenadas, así como de las características del proceso donde se manejan cada una de ellas, y que dieran lugar a un escenario de riesgo.

Con los datos obtenidos del gas L.P., los volúmenes manejados y el área donde se puede presentar el evento, se alimento al paquete de simulación para obtener las zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

11.2.2 METODOLOGÍA DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

Para jerarquizar los riesgos, se utiliza una técnica cuantitativa de matriz de frecuencia contra consecuencia para obtener el índice de riesgo de cada evento y definir así los eventos que se representarán en el Diagrama de Pétalos. La técnica utiliza índices de frecuencia e índices de consecuencia los cuales, al ser combinados entre sí, generan un índice Global de Riesgo. En las tablas siguientes se describen los índices de frecuencia y Consecuencia y la Matriz de evaluación.

<i>ÍNDICE DE GRAVEDAD</i>		
	CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
4	Catastrófica	Fatalidad / daños irreversibles y perdidas de producción mayores a USD \$ 1 000 000 00
3	Severa	Heridas múltiples / daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 100 000 y 1 000 000 00
2	Moderada	Heridas ligeras / daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 10 000 00 y 100 000 00
1	Ligera	No hay heridas / daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a USD 10 000 00

<i>ÍNDICE DE FRECUENCIA</i>		
	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
4	Frecuente	Ocurre más de una vez al año
3	Poco Frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente Raro	Ocurre una vez entre 100 y 10 000 años o más

<i>ÍNDICE DE RIESGO</i>		
RANGO	RIESGO	DESCRIPCIÓN
1,2,3	Aceptable	Rango general aceptable. No se requieren medidas de mitigación y abatimiento
4 a 6	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo de manera correcta y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso
8,9	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 12 meses
12 a 16	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 6 meses

MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS						
ÍNDICE DE RIESGOS			CONSECUENCIAS			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco Frecuente	3	3	6	9	12
FRECUENCIA	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente Raro	1	1	2	3	4

La tabla anterior ejemplifica que a mayor calificación, mayor riesgo. Es importante considerar que la descripción de los diferentes rangos de los índices sólo se deberá tomar como base para poder discernir entre un escenario y otro.

Para determinar el factor de probabilidad del evento, se evaluaron las características que pudieran dar lugar a un escenario de riesgo, así como los dispositivos de control y seguridad con que cuenta la planta para el control de las variables en la recepción y suministro de Gas L.P. y en el equipo de control de emergencias, incluyendo las medidas que se han desarrollado, para la minimización de eventos de riesgo como son los planes para la atención a emergencias, programas de capacitación, mantenimiento, procedimientos de operación y seguridad, entre otros; como se describe a continuación.

A) EVENTO 1

Fuga de Gas L.P. por desconexión del acoplamiento de la línea de recibo de gas/líquido del remolque-tanque, debido a una sobre presión en dicha línea por encontrarse cerradas las válvulas de globo normalmente abiertas

Este evento se califica con una **frecuencia de 2** (ocurre una vez entre 10 y 100 años), debido a que el acoplamiento de las conexiones del auto tanque y línea de recibo es hermético y no se inicia el llenado hasta que se ha realizado la inspección y alineación de las válvulas. Por otra parte, en el caso de las válvulas de globo normalmente abiertas se encuentren cerradas, no se inicia la descarga porque no hay presión en el sistema y el motor no arranca, este se encuentra protegido por un interruptor automático de sobrecarga. Asimismo, la tubería y conexiones soldadas están diseñados para manejar una presión mínima de 28 kg/cm² y las roscada para una presión de trabajo de 140 kg/cm² (todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son para alta presión con conexiones soldables y la posibilidad de fuga en sellos o accesorios es baja.

El índice de **Consecuencia se califica como de 3** (severa), debido principalmente a la afectación en caso de una nube explosiva.

Conjuntados estos dos factores en la Tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **índice de Riesgo "6"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

B) EVENTO 2

Fuga de Gas L.P. por los sellos de la bomba; Esta situación se presenta cuando se encuentra operando la bomba y las válvulas a la descarga se encuentran cerradas, provocando aumento de presión en la línea de descarga de la bomba de servicio de gas líquido a llenaderas de cilindros, posibilidad de fuga también durante el llenado de los cilindros.

Para este evento el índice de **Frecuencia se califica en 2** (raro), ya que si se pone en marcha el motor de la bomba, al sobrepresionarse el sistema este cuenta con 3 dispositivos de seguridad, uno de ellos es una válvula automática de retorno de gas líquido al tanque, la cual protege de sobrecarga la bomba; esta se acciona cuando se tiene una presión máxima de 5 kg/cm²; la segunda es un interruptor por sobrecarga en el motor, el cual apagará el motor para que no se dañe y el tercer dispositivo es una válvula de relevo hidrostática instalada a la descarga de la bomba, si los dos dispositivos antes mencionados no respondieran, esta válvula relevará cuando se tenga una presión en el sistema mayor de 20 kg/cm². cabe señalar que por procedimiento operativo se inspecciona la posición de las válvulas antes de iniciar el llenado.

El índice de **Consecuencia se estima en 3** (severa), debido a que en el modelo de nube explosiva la zona de alto riesgo no sale del predio, pero afecta a los tanques de almacenamiento, y puede ocasionar un efecto domino.

Conjuntando estos factores en la tabla de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "6"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

C) EVENTO 3

Fuga de gas L.P. por fisura en el cuerpo de uno de los tanques de almacenamiento, este evento se manifiesta debido a un deficiente programa de mantenimiento preventivo, lo cual genera corrosión en el tanque originándose un orificio por donde se fuga el material.

El **índice de frecuencia para este evento es de 2** (raro), ya que los tanques son nuevos y se cuenta con los procedimientos necesarios para un buen funcionamiento del programa de mantenimiento preventivo, además de lo anterior una vez terminado el tiempo de vida útil de los tanques se efectuaran pruebas para determinar los espesores de las paredes de los tanques, de

acuerdo a las especificaciones de diseño establecidas por el fabricante para poder determinar si pueden seguir funcionando o sustituir aquel que lo requiera.

El **Índice de Consecuencias para este evento se califica como de 3 (severa)**, debido principalmente a la afectación en caso de una nube explosiva, ya que impactaría toda el área de almacenamiento y muelle de llenado de cilindros, desencadenando un efecto domino; Conjuntando estos dos factores en la Tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "6"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

D) EVENTO 4

Fuga de Gas L.P. por desacoplamiento de la válvula en la línea de suministro al muelle de llenado de cilindros portátiles, debido a una sobrepresión en dicha línea por encontrarse cerradas las válvulas normalmente abiertas

Este evento se califica con una **frecuencia de 2** (ocurre una vez entre 10 y 100 años), debido a que el acoplamiento de las conexiones es hermético y no se inicia el llenado hasta que se ha realizado la inspección y alineación de las válvulas. Por otra parte, en el caso de las válvulas de normalmente abiertas se encuentren cerradas, no se inicia el llenado porque no hay presión en el sistema y el motor no arranca, este se encuentra protegido por un interruptor automático de sobrecarga.

El **Índice de frecuencia para este evento es de 2 (raro)**, ya que el conector es metálico y esta diseñado para soportar altas presiones hasta 140 kg/cm².

El **índice de Consecuencia se califica como de 3 (severa)**, debido principalmente a la afectación en caso de una nube explosiva, ya que podría desencadenar un efecto domino. Conjuntando estos dos factores en la Tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "6"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

E) EVENTO 5

Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L de Gas L.P. El tanque se sobrepresiona, la válvula de seguridad releva, sin embargo una vez liberada la presión, esta no cierra (se atora), dejando escapar Gas L.P.

El **índice de frecuencia se estima en 1 (extremadamente raro)** debido a que en el caso de que las válvulas de seguridad releven por sobrepresión, el diseño de las mismas regresa a su posición original una vez liberada la presión, siendo estas herméticas. El tanque de almacenamiento cuenta además de las válvulas de seguridad de un medidor magnético de nivel de líquido, termómetro de -20 a + 50°C, manómetro de 0 a 21 kg/cm², válvulas de máximo llenado del 86 y 90%, válvulas internas para líquido y vapor con activador neumático, las cuales

cierran en caso de una emergencia. Sin embargo por ser las válvulas un dispositivo de seguridad, las cuales deben ser calibradas en forma periódica y estar siempre disponibles, un deficiente calibrado o falta de mantenimiento puede ocasionar falla al momento de relevar.

El índice de **Consecuencia se califica en 4** (catastrófico) debido a que se fugará el contenido total del tanque siendo un evento de gran afectación, tanto interna como externa. En el caso de nube explosiva, se afecta el entorno de la instalación.

Conjuntado estos factores en la tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "4"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

F) EVENTO 6

Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L de Gas L.P. conteniendo el 40% de su contenido (100,000 litros), por sobrepresión del tanque; la válvula de seguridad releve, sin embargo una vez liberada la presión, esta no cierra (se atora), dejando escapar Gas L.P.

El índice de **frecuencia 1** (extremadamente raro) debido a que en el caso de que las válvulas de seguridad releven por sobrepresión, el diseño de las mismas regresa a su posición original una vez liberada la presión, siendo estas herméticas.

El índice de **Consecuencia se califica en 4** (catastrófico) debido a que se fugará el contenido total del 40% del tanque siendo un evento de gran afectación, tanto interna como externa. En el caso de nube explosiva, se afecta el entorno de la instalación.

Conjuntado estos factores en la tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "4"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

G) EVENTO 7

Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L de Gas L.P. conteniendo el 60% de su contenido (150,000 litros), por sobrepresión del tanque y falla de las válvulas de seguridad.

El índice de **frecuencia 1** (extremadamente raro) debido a que en el caso de que las válvulas de seguridad releven por sobrepresión, el diseño de las mismas regresa a su posición original una vez liberada la presión, siendo estas herméticas.

El Índice de **Consecuencia se califica en 4** (catastrófico) debido a que se fugará el contenido total del 40% del tanque siendo un evento de gran afectación, tanto interna como externa. En el caso de nube explosiva, se afecta el entorno de la instalación.

H) EVENTO 8

Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L de Gas L.P. conteniendo el 75% de su contenido (188,000 litros), por sobrepresión del tanque y falla de las válvulas de seguridad, liberándose el contenido total del 75%.

Se estima el índice de **frecuencia en 1** (extremadamente raro) debido a que en el caso de que las válvulas de seguridad releven por sobrepresión, el diseño de las mismas regresa a su posición original una vez liberada la presión, siendo estas herméticas. El tanque de almacenamiento cuenta además de las válvulas de seguridad de un medidor magnético de nivel de líquido, termómetro de -20 a $+ 50^{\circ}\text{C}$, manómetro de 0 a 21 kg/cm², válvulas de máximo llenado del 86 y 90%, válvulas internas para líquido y vapor con activador neumático, las cuales cierran en caso de una emergencia.

Se estima el índice de **Consecuencia en 4** (catastrófico) debido a que se fugará el contenido total del 75% contenido en el tanque, siendo un evento de gran afectación; En el caso de nube explosiva, se afecta el entorno de la instalación.

Conjuntado estos factores en la tabla de Matriz de Jerarquización de Riesgos, se obtiene un **Índice de Riesgo "4"** calificando el riesgo como aceptable con controles.

I) EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS

De la jerarquización anterior, se determina que los **evento de mayor afectación son el 5, 6, 7 y 8** debido a que su afectación no sólo abarca a la instalación sino que afecta al exterior de la Planta, sin embargo la probabilidad de ocurrencia es mínima, se califico como 1 (extremadamente raro). **Para los eventos 1, 2, 3 y 4 la probabilidad es baja** calificándose como 2 (raro).

Por otra parte y con el fin de evaluar el efecto sinérgico que los eventos de riesgo identificados y simulados en el estudio de riesgo de la Planta de almacenamiento y Distribución de Gas L.P., pudieran ocasionar durante la operación normal, se elaboró un diagrama de pétalos, donde se representan las áreas de afectación de los eventos de riesgo de las operaciones de descarga de Gas L.P., llenado de auto tanques, distribución a las llenaderas de cilindros portátiles.

J) MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Las medidas que se deberán implementar para la prevención y control de riesgos en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. se presentan en el punto de Recomendaciones y en las acciones establecidas en la metodología Hazop:

11.3 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto 11.2

A continuación se enlistan los resultados de los eventos máximos probables y de mayor área de afectación, los cuales fueron simulados en el paquete ARCHIE.

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE EVENTOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)		
ESCENARIO	ZONA DE ALTO RIESGO	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
Evento 1. Fuga de Gas L.P., por desconexión del acoplamiento de la línea de recibo de gas-líquido por encontrarse cerradas las válvulas normalmente abiertas, originando fuga con formación de nube explosiva		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 46.18 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 80 \text{ m}$
Evento 2. Fuga de Gas L.P. por los sellos de la bomba, con riesgo de incendio y formación de nube explosiva		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 41.30 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 71.48 \text{ m}$
Incendio Antorcha	$5 \text{ KW/m}^2 = 43.89 \text{ m}$	$1.4 \text{ KW/m}^2 = 87.48 \text{ m}$
Evento 3. Fuga de Gas L.P. por fisura en el cuerpo de uno de los tanques de almacenamiento, originando riesgo de formación de una nube explosiva.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 33.83$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 58.67$

Continuación de Tabla../

Evento 4. Fuga de Gas L.P. por desacoplamiento de la válvula en la línea de suministro al muelle de llenado de cilindros portátiles, debido a una sobrepresión, originando riesgo de explosión.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 32.77 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 56.7 \text{ m}$
Evento 5. Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros, por falla en las válvulas de seguridad, originando riesgo de explosión Gas L.P. por formación de nube explosiva.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 319.73 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 554.60 \text{ m}$
Evento 6. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,0000 litros al 40% de su capacidad.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 248.7 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 431.45 \text{ m}$
Evento 7. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,0000 litros al 60% de su capacidad		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 284,68 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 493.78$
Evento 8. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,0000 litros al 75% de su capacidad		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 307.9 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 532.48$

La memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones se presentan en los anexos, junto con las modelaciones de los eventos considerados.

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

Con base en los radios de afectación determinados en la simulación de eventos, en el diagrama de pétalos anexo, se identifica las zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento de acuerdo a los criterios establecidos por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, considerando el 10% de la energía que se libera en simulaciones por explosividad.

Criterios para definir y justificar zonas de seguridad al entorno de la instalación

	Zona de	
	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)	IDLH	TLV ₈
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	0.070 kg/cm ²	0.035 kg/cm ²

NOTAS:

1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

11.4 INTERACCIONES DE RIESGO

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación o proyecto que se encuentre dentro de la Zona de Alto riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción de riesgo en las mismas.

De acuerdo con la simulación de los eventos identificados por el manejo de Gas L.P., la zona de alto riesgo para los eventos 1, 2, 3 y 4 con respecto al modelo de nube explosiva se localiza dentro de los límites de propiedad de la

empresa, sin embargo para estos mismos eventos, afectarán directamente a los tanques de almacenamiento de Gas L.P., con la posibilidad de desencadenar un evento domino.

El peor escenario lo representan los eventos 5, 6, 7 y 8, cuando se origina un explosión por una fuga de Gas L.P. en uno de los tanque de almacenamiento de 250,000 litros, por falla en el sistema de válvulas de seguridad; la zona de mayor diámetro lo representa el evento 5, siendo el radio de la zona de Alto riesgo de 319.73, afectando las instalaciones de la empresa, sin consecuencias externas graves, ya que la empresa se localiza aislada de núcleos de población.

La modelación de los eventos considerados como máximos probables, se establece que la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se clasifica como Riesgo Aceptable, ya que cuenta con dispositivos con sistemas de control y seguridad como son principalmente válvulas de relevo hidrostático en tuberías, válvulas de seguridad en tanques de almacenamiento, válvulas de presión diferencial en líneas de retorno de bombas a tanque de almacenamiento y válvulas de corte rápido operadas de manera automática y en forma remota, asimismo, el sistema de bombeo y compresión del Gas L.P., cuenta con interruptores de sobrecarga, por lo que una desviación en el proceso será controlada de manera inmediata.

Cabe mencionar que la planta cuenta con un sistema contra incendio fijo y portátil, además de que los tanques de almacenamiento cuentan con sistema de enfriamiento de agua por aspersión. La sistema de seguridad tiene una capacidad de almacenamiento de 150.00 m³ de agua, el sistema de aspersión alimenta a 6 hidrantes.

Con base en los controles se concluye que el índice de frecuencia de riesgo se clasifica como raro y/o poco frecuente.

A continuación se describen las medidas preventivas tendientes a la prevención y minimización de riesgos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ▲ Cualquier cambio, modificación o adición de equipo y accesorios de servicios y seguridad, se deberá avaluar por una Unidad Verificadora.
- ▲ Mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operabilidad el sistema contra incendio, incluyendo las bombas eléctrica y de combustión interna, tuberías e hidrantes.
- ▲ Establecer un programa de revisión y recarga permanente y oportuna de los extintores portátiles de toda la planta y se mantenga vigente su carga en buenas condiciones y libre de obstrucciones para su uso en caso necesario.

-
- △ Establecer y dar seguimiento al programa de capacitación para el personal de nuevo ingreso, así como cursos de actualización para el personal que ya labora en la Planta.

 - △ Establecer un programa de auditorias de seguridad para su implementación al menos una vez por año.

 - △ Contar con todos los permisos y registros correspondientes para la operación de la planta y llevar a cabo la actualización de aquellos que tengan vigencias definidas.

 - △ Contar con pruebas que garanticen la operabilidad de los tanques de Almacenamiento de por lo menos cada 5 años. Mantener un registro de los resultados obtenidos.

 - △ Mantener las instalaciones de la planta limpia y libre de materiales ajenos a las actividades que se realizan y que puedan propiciar algún accidente.

 - △ Elaborar y aplicar el Programa para la prevención de Accidentes de Nivel Interno y Externo de la Planta.

 - △ Incorporarse al Programa de protección Civil de la Localidad donde se ubica la Planta.

11.5 RECOMENDACIONES TECNICO OPERATIVAS

Indicar claramente las recomendaciones técnico operativo de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos.

El presente estudio, se realizó utilizando como apoyo los datos de la memoria técnico descriptiva de las instalaciones de la Planta y Estación de Carburación; sus planos mecánicos de flujo, civil, eléctrico, isométricos de flujo, sistemas contra-incendio y arreglo general; se incluyen dispositivos de control y seguridad, sistemas automáticos para el control de las variables de proceso, así como de paro de emergencia, entre otras. Las recomendaciones que se indican están orientadas al mejoramiento de la operación y del mantenimiento de los equipos.

- △ Supervisar la aplicación del procedimiento de descarga de remolques-tanque a tanque de almacenamiento, verificando que la posición de las válvulas de servicio sea la correcta de acuerdo a la operación que se este realizando (cerradas o abiertas).

- △ Supervisar la aplicación del programa de calibración de las válvulas de seguridad instaladas en todo el sistema de recepción, almacenamiento y distribución de Gas L.P.

△ Dar seguimiento a la aplicación y supervisar que se apliquen los procedimientos operativos de mantenimiento y seguridad implementados por la planta.

△ Dar seguimiento y aplicar el programa de mantenimiento preventivo establecido por la planta para llevar a cabo los cambios y limpiezas de los accesorios, válvulas, mangueras, conectores, coples, manómetros y medidores de flujo.

△ Supervisar en forma permanente la operación de recepción y suministro de los tanques de almacenamiento de la Planta.

11.5.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Describir a detalle las medidas, equipo, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la planta, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

La planta ha implementado como parte de las medidas para abatir el riesgo y minimizar su ocurrencia en instalaciones de este tipo, por el manejo de Gas L.P., los siguientes procedimientos de control:

1.- Manuales y procedimientos de operación para cada uno de los equipos involucrados en el proceso, como son: El recibo de Gas L.P., a través de remolques tanques a los tanques de almacenamiento de Gas L.P., suministro de gas L.P. a llenaderas de cilindros, suministro a llenaderas de Gas L.P., a auto tanques de 12,500.

2.- Hojas de Seguridad de Gas L.P.

3.- Programas de capacitación y entrenamiento en las actividades operativas, así como en materia de seguridad y atención a emergencias.

4.- Programas de mantenimiento eléctrico, mecánico, instrumentos y civil, el cual se estructura para un cumplimiento periódico que va desde un día hasta 60 meses. La frecuencia de los mantenimientos establecida es la siguiente:

⇒ Mantenimiento diario

⇒ Mantenimiento semanal

⇒ Mantenimiento quincenal

⇒ Mantenimiento mensual

⇒ Mantenimiento a mes y medio

-
- ⇒ Mantenimiento a tres meses
 - ⇒ Mantenimiento a seis meses
 - ⇒ Mantenimiento a doce meses
 - ⇒ Mantenimiento a dieciocho meses
 - ⇒ Mantenimiento a veinticuatro meses
 - ⇒ Mantenimiento a treinta meses
 - ⇒ Mantenimiento a sesenta meses.

El mantenimiento lo integran actividades como: la revisión ocular de instalaciones del área de recepción y suministro de Gas L.P., la revisión de las bandas de las bombas y compresores, limpieza de los filtros de medidores, de bombas, de compresores y de líneas, pintado de las bombas, tanques, compresores, medidores, de señalización en el suelo y tuberías, reemplazo de bandas de bombas y compresores, reemplazo de manómetro, de coplees flexibles en bombas y compresores, mantenimiento a válvulas diferenciales, reemplazo de mangueras, medición ultrasónico a los tanques de almacenamiento, reemplazo de válvula de exceso de flujo, válvulas de no retroceso, válvulas de seguridad en el tanque, reemplazo de espárragos y empaques en bridas y cambio de aceite en compresores, medidores y bombas según el fabricante.

11.5.2 PROGRAMA DE SEGURIDAD

Para el manejo de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se cuenta con un programa de seguridad, el cual considera entre otras las siguientes medidas de seguridad que deberán inspeccionarse constantemente.

A) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

Existen tres puntos importantes que tomar en cuenta

- 1) Las buenas condiciones de operación en los instrumentos de medición
- 2) La ausencia de fugas visibles en los accesorios de medición, control y seguridad del tanque.
- 3) La presencia de capuchones en los tubos de desfogue de las válvulas de relevo de presión.

B) BOMBAS

- 1) La ausencia de fugas visibles.
- 2) El buen estado de los insertos de hule en los coples especiales y tensión en las bandas.
- 3) La eficiencia en el llenado de recipientes portátiles.

C) COMPRESORES

- 4) La ausencia de fugas visibles de gas o aceite.
- 5) La eficiencia en el tiempo de descarga o carga de transportes.
- 6) Si es frecuente la presencia de gas/líquido en el compresor.
- 7) La tensión y buen estado de las bandas.
- 8) El nivel de aceite y su buen estado.

D) TOMAS DE RECEPCIÓN Y SUMINISTRO

El estado físico de las mangueras.

- 1) Los acopladores y la existencia de la llave para los mismos.
- 2) La conexión a tierra en buen estado y su colocación en los vehículos en operación de trasiego.
- 3) La colocación de trancas en las ruedas de los vehículos en operación de trasiego.

E) ANDEN DE LLENADO

- 1) En las llenaderas.
 - ⚡ Que la punta pol no este deformada y cuente con su O'Ring.
 - ⚡ Que los manerales de las puntas pol no tengan su rosca desgastada

⇒ Que la válvula de cierre rápido conserve su maneral fijo en posición de apertura.

⇒ Que las mangueras no presenten en su cuerpo agrietamientos o deformaciones.

2) El buen estado de las básculas y la calibración de los automáticos de llenado.

3) La conexión a tierra de las básculas.

4) Las buenas condiciones de los rieles y protecciones de hule en los bordes del piso del andén.

F) TUBERIAS Y CONEXIONES

1) La ausencia de fugas visibles en válvulas, conexiones y accesorios.

2) Que las válvulas de relevo de presión hidrostática o seguridad en la línea de gas/líquido, cuente con capuchones protectores.

3) Que todas las válvulas de cierre manual cuenten con su correspondiente maneral.

G) INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1) Focos fundidos

2) Cables visibles

3) Fallas en motores

4) Tableros de control con todas sus tapas

5) Objetos extraños ajenos al tablero eléctrico.

H) EXTINTORES

1) Que se encuentren en su lugar con señalamiento adecuado

2) Que tengan su carga vigente y con etiqueta

3) Que conserven los sellos de identificación del producto original

J) LETREROS

- 1) Que estén todos en buen estado, legibles y colocados en su lugar.

K) ASPECTOS GENERALES

- 1) Mantener la limpieza y buena apariencia de la Planta de Almacenamiento de gas L.P.
- 2) Eliminación de materiales en desuso como: Llantas, cilindros, tuberías y mangueras.
- 3) Reportar en la bitácora de la planta, las anomalías encontradas y su reparación.

Este mismo programa incluye un apartado descriptivo de los siguientes aspectos:

- ↻ Las reglas básicas de la seguridad
- ↻ La clasificación de los fuegos.
- ↻ Que hacer en caso de tener fugas de gas encendidas.
- ↻ El uso de las mangueras de seguridad

11.5.3 VISITAS DE INSPECCIÓN

Con respecto a las instalaciones eléctricas, estas fueron dictaminadas por una unidad de verificación en instalaciones eléctricas, el cual concluye una vez revisado y analizado el alcance del plano eléctrico, que se cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-199 relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el diario oficial el 27 de septiembre de 1999.

11.5.4 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Los dispositivos mínimos de seguridad con que cuentan los sistemas principales de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., para el control de eventos extraordinarios son los siguientes:

A) CONTROL Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INCENDIOS.

1.- Se cuenta con un sistema contra incendio a base de agua por aspersión, el cual se describe a continuación.

Este sistema incluye una red de tuberías de agua contra incendio, con 6 hidrantes con una cobertura de 30 m cada uno, los cuales cubren las áreas de manejo de Gas L.P., mantenidos presurizados a través de un sistema de bombeo eléctrico y de combustión interna para emergencias.

El servicio será proporcionado por una bomba, impulsada con un motor eléctrico de 50 HP. y un motor de combustión interna de 75 HP.; la bomba presenta un gasto de 3,500 litros por minuto, a una presión de 5 kg/cm².

Cabe mencionar que la planta contará con un sistema contra incendio fijo y portátil, además los tanques de almacenamiento cuentan con sistema de enfriamiento de agua por aspersión. La cistema de seguridad tiene una capacidad de almacenamiento de 150.00 m³ de agua, además del sistema de aspersión alimenta a los seis hidrantes citados anteriormente.

La red distribuidora, estará construida con tubo de acero al carbón cédula 40. Esta tubería estará instalada subterránea a una profundidad de 1.0 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm de diámetro.

Los tanques contarán con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, con diámetros de 51 mm; el rociado se hará colocando las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería.

2.- Extintores portátiles de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, se pretenden ubicarlos en los siguientes sitios;

- ⇒ Cuatro en jaulas.
- ⇒ Cuatro en almacén de cilindros.
- ⇒ Siete en muelle de llenado.
- ⇒ Uno junto al tablero eléctrico (CO₂)
- ⇒ Cinco en oficinas.
- ⇒ Uno en cuarto de equipo contra incendios.
- ⇒ Uno en servicio sanitario.
- ⇒ Dos en tomas de recepción.

-
- ↻ Dieciséis en zonas de almacenamiento.
 - ↻ Seis en bombas.
 - ↻ Dos en compresores.
 - ↻ Uno en vigilancia.
 - ↻ Quince en tomas de suministro.
 - ↻ Cuatro en taller

Los extintores están de acuerdo a fórmula y al factor de riesgo de cada área, tipo y capacidad, comprendidas dentro de los círculos con radio de cobertura en cada colocación. Su instalación contará con una altura máxima de 1.50 m y una mínima de 1.20 m de piso terminado, visibles y de fácil acceso; contarán con registros de fecha de adquisición, inspección y revisión

Extintores de carretilla

Se cuenta también con dos extintores del tipo carretilla con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco ABC, los cuales se localizarán normalmente por el lado Norte y Oeste de la zona de almacenamiento entre ésta y la zona de descarga de los remolque-tanques; los cuales también serán revisa mensualmente por el fabricante y distribuidor, garantizándose las recargas (se anexa carta responsiva de la revisión del equipo contra incendio)

Sistema de alarma de emergencia

- 1.- Las áreas donde se maneja Gas L.P., cuentan con válvulas de seguridad, válvulas de corte rápido de flujo.
- 2.- Para el control preventivo se cuenta con instrumentos de medición de temperatura, presión y flujo local.
- 3.- Sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento, en caso de necesidad. Esta será operada solamente en casos de emergencia, la cual es probada periódicamente para su funcionalidad.

Es importante mencionar que la Planta de Almacenamiento de Gas L.P. se construirá, aplicando tecnología avanzada, por lo que se considera que el tiempo de respuesta ante una desviación es inmediata.

11.6 MEDIDAS PREVENTIVAS

Indicar las medidas preventivas o programas de contingencia con que cuenta la planta, durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del

medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

La planta cuenta con un Plan de Contingencias, cuyo objetivo es dar a conocer las medidas que se deben de considerar en caso de presentarse una emergencia en las instalaciones, de acuerdo al tipo de siniestro que se presente.

Dicho programa de contingencia esta dividido en cuatro etapas que son las siguientes:

1.- Estado de riesgo.- caracterizado por tener actos y/o condiciones inseguras dentro de la instalación, el cual puede ser minimizado con la presencia de los siguientes elementos:

- Manual de seguridad
- Programas de mantenimiento
- Programas de capacitación
- Procedimientos operativos
- Reglamento interno de trabajo
- Información permanente al personal de la planta
- Inventario de recursos materiales del plan de contingencias.

2.- Estado de alarma.- Este es el segundo estado de una probable contingencia y se determina por el aviso oportuno de alerta al personal, los elementos requeridos para su atención son:

- Análisis preliminar de riesgo
- Manual de paros de emergencia

3.- Estado de emergencia.- Este estado es ya una amenaza a la integridad de las personas, instalaciones y comunidad: Las instrucciones necesarias se indican en los siguientes documentos

- Plan de organización para emergencias
- Plan de emergencias

4.- Estado de desastre.- Este es la última situación y la más crítica en donde ya no se cuenta con los medios para su control, Los elementos y medidas se encuentran en los siguientes documentos:

- Análisis y consecuencias potenciales de un desastre
- Plan de evacuación

Ante cualquier contingencia, se requiere de la aplicación de medidas de control entre las que se encuentran las siguientes:

- Plan de organización para emergencias-
- Objetivo del plan de organización para emergencias.
- Consideraciones para la integración de la organización

11.7 RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

Los residuos que se generarán en la planta son generalmente residuos sólidos no peligrosos, residuos peligrosos y aguas residuales, los cuales son dispuestos de acuerdo a la normatividad correspondiente en la materia.

11.7.1 CARACTERIZACIÓN

A continuación se presenta un listado de los posibles residuos que se generan en una Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L:P., así como la factibilidad de reciclaje y disposición final.

1.- RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES (PELIGROSOS, NO PELIGROSOS)

A) RESIDUOS PELIGROSOS

Desperdicios de operación y mantenimiento.- Los desperdicios sólidos provenientes de las actividades rutinarias de operación y mantenimiento, incluyen filtros de aceite, envases, trapos con aceite, materiales absorbentes y otros desechos, se almacenan temporalmente hasta su disposición final en sitios autorizados.

Aceite lubricante.- Se utiliza para lubricar las bombas y compresores de la planta. El aceite que es necesario desechar es retirado por una empresa autorizada para prestar el servicio.

Residuos de baterías.- Estos se obtienen del cambio de baterías de tipo ácido de los autos tanques propios de la planta y son almacenados en un sitio seguro hasta su disposición por una empresa autorizada.

Residuos de pintura de las instalaciones y cilindros.- Estos son almacenados en un sitio seguro y se disponen mediante la contratación de una empresa autorizada para tal fin.

B) RESIDUOS NO PELIGROSOS

En la etapa de operación se generan residuos no peligrosos de diversos tipos, los cuales se describen a continuación.

Dentro de estos residuos se consideran los obtenidos en el reemplazo de válvulas de todos tipos, espárragos y empaques de bridas, reemplazo de coplees flexibles, mangueras, manómetros, bandas de impulsión de bombas, limpieza de filtros de bombas, compresores y tuberías.

Residuos sólidos domésticos (No peligrosos)

El volumen de generación de desperdicios sólidos domésticos se pueden considerar típicamente de 0.16 kg/día/persona, éstos pueden ser: plásticos, vidrio, papel, cartón, latas, desperdicios de comedor y desechos de ornamentación de jardines.

2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Dentro de la planta se producirá únicamente emisiones del tipo fugitivas provenientes de las líneas de conducción de Gas L.P., tanto de recepción como de suministro a cilindros y autotanques, así como de la desconexión de los coplees de servicio de recepción y suministro.

En una planta de almacenamiento de Gas L.P., no se cuenta con fuentes fijas de emisiones.

11.8 FACTIBILIDAD DE RECICLAJE O TRATAMIENTO

A) RESIDUOS INDUSTRIALES

Entre los residuos que se obtienen de los reemplazos o sustituciones como válvulas, coplees, mangueras, manómetros, espárragos y empaques, no son reciclados, ya que estos salen de servicio al cumplir un periodo de vida útil tiempo establecido para ello.

Baterías automotrices, que se envían al proveedor para reciclarse; Aceite lubricante gastado, que se puede enviar al proveedor para su reciclamiento.

Latas, envases de vidrio y envases de plástico.

Para hacer posible el reciclaje de estos residuos es necesario implementar técnicas de segregación de residuos, evitando que se mezclen y contaminen unos con otros, con lo que disminuiría también su valor económico.

B) DISPOSICIÓN

Los residuos no peligrosos serán enviados para su disposición en los depósitos que indique la autoridad municipal.

Los residuos considerados como peligrosos se almacenan temporalmente en recipientes y sitios específicos, de acuerdo a las normas oficiales, hasta su disposición por empresas autorizadas.

Los residuos de aceites serán reutilizados, colectados o desechados. En el último caso se recomienda la contratación de transportistas de residuos peligrosos, quienes cumpliendo con la normatividad vigente aplicable, dispondrán de éstos en lugares autorizados.

11.9 RESUMEN

El Presente Estudio de Riesgo se realizó considerando las especificaciones del diseño con el apoyo de la memoria técnica descriptiva de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., especificada en los capítulos IV, V, VI, VII, VIII Y IX de la presente tesis., ubicada en el Municipio de Nextlalpan, Estado de México, así como a las especificaciones técnicas de los equipos para el control de emergencias, planes de emergencias y programas de mantenimiento y capacitación para la prevención de riesgos.

La operación de la Planta de Almacenamiento de Gas L.P, lleva implícito el manejo de esta sustancia peligrosa, incluida en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (A.A.R.) publicados en el Diario Oficial de la Federación, el 4 de Mayo de 1992.

La evaluación de riesgo, incluyó la Identificación de eventos probables a través de la metodología de Riesgos y Operabilidad HAZOP. De su aplicación se identificaron los eventos indicados en la tabla siguiente.

La jerarquización de riesgos, se realizó a través de la aplicación de los índices de frecuencia y consecuencia, así como de su interacción en la matriz de riesgos. El índice de Riesgo obtenido para la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. es **Aceptable**. Los resultados de la simulación de los eventos considerados, se presentan en la siguiente tabla:

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE EVENTOS		
(RADIOS DE AFECTACIÓN)		
ESCENARIO	ZONA DE ALTO RIESGO	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
Evento 1. Fuga de Gas L.P., por desconexión del acoplamiento de la línea de recibo de gas-líquido por encontrarse cerradas las válvulas normalmente abiertas, originando fuga con formación de nube explosiva		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	0.070 kg/cm ² = 46.18 m	0.035 kg/cm ² = 80 m
Evento 2. Fuga de Gas L.P. por los sellos de la bomba, con riesgo de incendio y formación de nube explosiva		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	0.070 kg/cm ² = 41.30 m	0.035 kg/cm ² = 71.48 m
Incendio Antorcha	5 KW/m ² = 43.89 m	1.4 KW/m ² = 87.48 m
Evento 3. Fuga de Gas L.P. por fisura en el cuerpo de uno de los tanques de almacenamiento, originando riesgo de formación de una nube explosiva.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	0.070 kg/cm ² = 33.83	0.035 kg/cm ² = 58.67
Evento 4. Fuga de Gas L.P. por desacoplamiento de la válvula en la línea de suministro al muelle de llenado de cilindros portátiles, debido a una sobrepresión, originando riesgo de explosión.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	0.070 kg/cm ² = 32.77 m	0.035 kg/cm ² = 56.7 m

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE EVENTOS		
(RADIOS DE AFECTACIÓN)		
Evento 5. Fuga de Gas L.P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros, por falla en las válvulas de seguridad, originando riesgo de explosión Gas L.P. por formación de nube explosiva.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 319.73 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 554.60 \text{ m}$
Evento 6. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros al 40% de su capacidad.		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 248.7 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 431.45 \text{ m}$
Evento 7. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros al 60% de su capacidad		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 284,68 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 493.78$
Evento 8. Fuga de Gas L.P. y explosión de uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 litros al 75% de su capacidad		
	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Nube explosiva	$0.070 \text{ kg/cm}^2 = 307.9 \text{ m}$	$0.035 \text{ kg/cm}^2 = 532.48$

La simulación de los eventos identificados se realizó a través de la aplicación del Modelo de Simulación ARCHIE (Se anexan corridas originales y memoria de calculo de los eventos considerados)

Recomendaciones derivadas del Estudio de Riesgo Efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación para elegir, mitigar, eliminar o reducir riesgos identificados.

Con base en los resultados de la evaluación de riesgos, se proporcionan medidas preventivas y recomendaciones generales, tendientes a la prevención y minimización de riesgos, como se describe a continuación.

Medidas Preventivas

- 1) Cualquier cambio, modificación o adición de equipo y accesorios de servicios y seguridad, se deberá evaluar por una Unidad Verificadora.
- 2) Mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operabilidad el sistema contra incendio, incluyendo las bombas eléctrica y de combustión interna, tuberías e hidrantes.
- 3) Establecer un programa de revisión y recarga permanente y oportuna de los extintores portátiles de toda la planta y se mantenga vigente su carga en buenas condiciones y libre de obstrucciones para su uso en caso necesario.
- 4) Establecer y dar seguimiento al programa de capacitación para el personal de nuevo ingreso, así como cursos de actualización para el personal que ya labora en la Planta.
- 5) Establecer un programa de auditorias de seguridad para su implementación al menos una vez por año.
- 6) Contar con todos los permisos y registros correspondientes para la operación de la planta y llevar a cabo la actualización de aquellos que tengan vigencias definidas.
- 7) Contar con pruebas que garanticen la operabilidad de los tanques de Almacenamiento de por lo menos cada 5 años. Mantener un registro de los resultados obtenidos.
- 8) Mantener las instalaciones de la planta limpia y libre de materiales ajenos a las actividades que se realizan y que puedan propiciar algún accidente.

9) Elaborar y aplicar el Programa para la prevención de Accidentes de Nivel Interno y Externo de la Planta.

10) Incorporarse al Programa de protección Civil de la Localidad donde se ubica la Planta.

Recomendaciones operativas

1) Supervisar la aplicación del procedimiento de descarga de remolques-tanque a tanque de almacenamiento, descarga de auto-tanques, verificando que la posición de las válvulas de servicio sea la correcta de acuerdo a la operación que se este realizando (cerradas o abiertas).

2) Supervisar la aplicación del programa de calibración de las válvulas de seguridad instaladas en todo el sistema de recepción, almacenamiento y distribución de Gas L.P.

3) Dar seguimiento a la aplicación y supervisar que se apliquen los procedimientos operativos de mantenimiento y seguridad implementados por la planta.

4) Dar seguimiento y aplicar el programa de mantenimiento preventivo establecido por la planta para llevar a cabo los cambios y limpiezas de los accesorios, válvulas, mangueras, conectores, coples, manómetros y medidores de flujo.

5) Supervisar en forma permanente la operación de recepción y suministro de los tanques de almacenamiento de la Planta.

11.10 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO.

El índice de Riesgo obtenido, a través de la aplicación de la metodología HAZOP y de la matriz de riesgo para la Planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. es **Moderado**, lo que indica que es bajo, sin embargo se deberán tomar en cuenta las recomendaciones indicadas en el presente estudio.

Como resultado de la simulación de eventos, el escenario de mayor afectación es la fuga de Gas L. P. en uno de los tanques de almacenamiento de 250,000 L ocasionado por la falta de hermeticidad de las válvulas de relevo de presión del tanque, una vez que estas han despresurizado el tanque. Sin embargo, su probabilidad es sumamente baja, debido a los dispositivos de control y seguridad que se han establecido para el control y prevención de las desviaciones en el proceso.

La modelación de los eventos considerados como máximos probables, se establece que la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se clasifica como una empresa de Riesgo Aceptable, ya que cuenta con dispositivos con sistemas de control y seguridad como son principalmente válvulas de relevo hidrostático en tuberías, válvulas de seguridad en tanques de almacenamiento, válvulas de presión diferencial en líneas de retomo de bombas a tanque de almacenamiento y válvulas de corte rápido operadas de manera automática y en forma remota, asimismo, el sistema de bombeo y compresión del Gas L.P., cuenta con interruptores de sobrecarga, por lo que una desviación en el proceso será controlada de manera inmediata.

Aunado a la anterior, la planta cuenta con un sistema contra incendio fijo y portátil, además de que el tanque de almacenamiento de 250,000 L cuenta con sistema de enfriamiento de agua por aspersión. La sistema de seguridad tiene una capacidad de almacenamiento de 150.00 m³ de agua, además de que se cuenta con 6 hidrantes que cubren todas las instalaciones de la Planta.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En Nuestros días, es indudable el avance tecnológico, producto de la investigación en el área de materiales, mercados, economía de apertura global, etc.

Así mismo, debido a la necesidad de otorgar los satisfactores vitales a los asentamientos humanos, a empresas comerciales e industriales, cada vez mayores en nuestro país, como es el combustible de aprovechamiento para sus estufas, calentadores, hornos de tratamiento térmico, vehículos automotores, etc.

El autor del presente trabajo, considera que las PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO, tienen gran importancia en la actividad de la económica, y como consecuencia el marco regulatorio en esa materia debe ser aceptado constantemente a la realidad de nuestro país.

El análisis presentado, ofrece consideraciones básicas para ramos de obra civil, obra electromecánica, sistema contra incendio, operación y normatividad, ya que dar espacio a detalles habría sido un trabajo extenso.

Sin embargo, se toma en cuenta que la información ha sido preparada, para que su contenido conserve lo más relevante y que el lector pueda ampliar sus conocimientos consultando la bibliografía mostrada al final de la obra.

Debido al bajo número de accidentes en éste tipo de instalaciones, se refleja la importancia de sujetarse de manera estricta a los documentos oficiales aplicables en esta materia en las áreas de diseño, construcción, seguridad e higiene, protección civil, impacto ambiental, etc.

Además, debe mencionarse que el Gas Licuado de Petróleo ofrece en este momento una gran alternativa como combustible. Sin embargo, debido a que es un recurso natural no renovable, es evidente que debe invertirse en programas de investigación para combustibles alternos.

La Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE), colabora inclusive, con programas y proyectos de optimización del consumo energético, enfocados al sector social, público y privado, con la finalidad de optimizar los recursos energéticos para beneficio de la comunidad de nuestro país.

Finalmente, el autor considera que la capacitación al personal involucrado en la operación de este tipo de instalaciones, debe ser prioritaria para lograr una operación eficiente y de alta productividad.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- HAND- BOOK BUTANO- PROPANO
Autor: Denny L.C. and Lester L. Luxon. Chilton Company. 1962
- 2.- OPERACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES
Autor: Stephen Michael Elonka. 1ª. Ed. Graw Hill 1980
- 3.- DISPOSICIONES SOBRE GAS L.P.
Autor: Secretaría de Energía. 1987
- 4.- NORMAS TECNICAS PARA LAS INSTALACIONES ELECTRICAS
Autor: Secretaría de Energía. 1999
- 5.- MECANICA DE LOS FLUIDOS
Autor: Claudio Mataix. 2ª. Ed. Editorial S.A de C.V. 1982.
- 6.- PANORAMA DE GAS BUTANO
Autor: Petróleos Mexicanos 1980.
- 7.- REGLAMENTO DE CONSTRUCCION.
Autor: Departamento del Distrito Federal. 1987 y 1993
- 8.- NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA MANEJO Y USO DE GAS L.P.
Autor: Secretaría de Energía. 1997
- 9.- EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.
Autor: Gilberto Enríquez Harper. Ed. Limusa. 1991.
- 10.- ASME BOILER PRESSURE VESSEL CODE. SECCION IX
Autor: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos New York 1992.
- 11.- CATALOGOS DE FABRICANTES
Autor: CMS Internacional, Tanques de Acero Trinity, Metálicos Armebe, Carburación y Servicios. 1996.
- 12.- MANUAL DEL INGENIERO MECANICO

Autor: Lionel S. Marks. 2a Ed. Editorial Mc. Graw Hill.
1984.

13.- PUBLICACIONES ANPEGAS.

Autor: Asociación Nacional de Peritos en Gases L.P. y Natural A.C.
1992