

**GRUPO EMPRESARIAL CACHANILLA
S.A. DE C.V.**

PRESENTA:

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

**CONSTRUCCIÓN,
INSTALACIÓN Y OPERACIÓN
DE UNA ESTACIÓN DE
SERVICIO**

ESTACIÓN DE SERVICIO INDEPENDENCIA



I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. PROYECTO

I.1.1. Nombre del Proyecto

Construcción, Instalación y Operación de una Gasolinera denominada "Estación de Servicio Independencia".

I.1.2. Ubicación del proyecto

Calle:	Calzada Independencia
No. de lote:	Lotes No.01, 03 y 04
No. de manzana:	362
Colonia:	Independencia
Código Postal:	21290
Localidad:	Mexicali
Municipio:	Mexicali
Entidad Federativa:	Baja California

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se pretende que el tiempo de vida útil de la Estación de Servicio Independencia sea aproximadamente de 99 años.

I.1.4. Presentación de la Documentación Legal

Se acredita la propiedad por medio de un Contrato de Arrendamiento entre el C. José Jorge Sanchez Hernandez y el Sr. Luis Antonio García Gutiérrez como representante legal de la Empresa Grupo Empresarial Cachanilla.

1.1.4.1. Antecedentes del predio

El predio en evaluación se encuentra ubicado sobre Calzada Independencia con No. exterior 604 referido a los lotes 01, 03 y 04 de la manzana 362 de la Col. Independencia.

Que el Sr. José Jorge Sanchez Hernandez es propietario del predio con una superficie de 1280.60m².

Que se celebró Contrato de Arrendamiento con el Sr. Luis Antonio García Gutiérrez quien funge como Representante legal de la Empresa Grupo Empresarial Cachanilla, S.A. de C.V.

Que el predio cuenta con **Dictamen de Uso de suelo para la actividad de Estación de Servicio mediante oficio No. US/224/2015 con fecha del 20 de mayo del 2015.**

Que el predio se encuentra libre de todo Gravamen y responsabilidad fiscal.

Que el predio se encuentra de acuerdo a la matriz de compatibilidad en una zona para uso de suelo especial de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali 2025.

Que el predio cuenta con todos los servicios básicos urbanización como luz, agua, drenaje, alumbrado público.

La información mencionada en este punto se adjunta como copia de documento en anexo I.

1.2. DATOS DEL PROMOVENTE

1.2.1. Nombre o razón social de la persona física o moral solicitante.
Grupo Empresarial Cachanilla S.A. de C.V.

1.2.2. Registro federal de contribuyentes.
GEC030808DD6

1.2.3. Nombre del Representante legal.
C. Sr. Manuel Adrián Gutiérrez Salazar

1.2.4. Domicilio Fiscal para oír o recibir notificaciones.

Domicilio del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.2.5. Actividad principal que realiza la persona física o moral solicitante.

Comercialización de Gasolina, diésel, lubricantes y aditivos suministrados por PEMEX Refinación.

1.2.6. Actividad proyectada para la cual requiere autorización.

Construir, Instalar y Operar una Estación de Servicio con Tienda de Conveniencia.

1.3. DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1. Empresa u organismo que elaboró la Manifestación de Impacto Ambiental.

Siscam ®

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

CARA760113 5J9

1.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

Ing. Abraham Valente Castro Rubio.

1.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

Domicilio, teléfono y correo electrónico del responsable técnico, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1. PROYECTO	1
I.1.1. Nombre del Proyecto	1
I.1.2. Ubicación del proyecto	1
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto	1
I.1.4. Presentación de la Documentación Legal	1
I.1.4.1. Antecedentes del predio	2
I.2. DATOS DEL PROMOVENTE	2
I.2.1. Nombre o razón social de la persona física o moral solicitante	2
I.2.2. Registro federal de contribuyentes	2
I.2.3. Nombre del Representante legal	2
I.2.4. Domicilio Fiscal para oír o recibir notificaciones	2
I.2.5. Actividad principal que realiza la persona física o moral solicitante	3
I.2.6. Actividad proyectada para la cual requiere autorización	3
I.3. DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	3
I.3.1. Empresa u organismo que elaboró la Manifestación de Impacto Ambiental	3
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes	3
I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio	3
I.3.4. Dirección del responsable Técnico del Estudio	3
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
II.1.1. Naturaleza del Proyecto	5
II.1.1.1. Objetivo y justificación del proyecto	5
II.1.2. Selección del Sitio	6
II.1.3. Ubicación física del Proyecto y planos de localización	8
II.1.4.3. Colindancias adyacentes al predio	8
II.1.4. Inversión requerida	9

II.1.5. Dimensiones del Proyecto	11
II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.....	12
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.	12
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	13
II.2.1. Programa General de trabajo	16
II.2.2. Preparación del Sitio.	19
II.2.2.1. Maquinaria y equipo a utilizar.....	19
II.2.2.2. Personal requerido.....	20
II.2.2.3. Descargas al ambiente.....	20
II.2.2.4. Requerimiento de agua	21
II.2.2.5. Materiales y sustancias a utilizar	21
II.2.3. Obras y servicios de apoyo.....	23
II.2.4. Construcción del Proyecto.	25
II.2.4.1. Elaboración de planos:.....	25
II.2.4.2. Programa de construcción:.....	25
II.2.4.3. Desarrollo del proyecto:	25
II.2.4.4. Almacenamiento de combustibles.....	27
II.2.4.5. Temperaturas y presiones de diseño y operación.....	52
II.2.5. Operación y mantenimiento	52
II.2.5.1. Tipo y cantidad de maquinaria y equipo.....	53
II.2.6. Destino final de las obras y Servicios de apoyo	63
II.2.7. Etapa de abandono del sitio.....	63
II.2.7.1. Suspensión y Retiro de Operación de Tanques de Almacenamiento	63
II.2.7.2. Suspensión de operación definitiva de tanques de almacenamiento	64
II.2.8. Utilización de explosivos	65
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.....	65
II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.	67
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....	69

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	69
III.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018	70
III.3. Plan Estatal de Desarrollo para el Estado de Baja California 2014-2019.....	72
III.4. Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016	74
III.5. Programa de desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025	76
III.6. Leyes Aplicables	78
III.7. Ley de la agencia nacional de seguridad industrial y de protección al medio ambiente del sector hidrocarburos	81
III.8. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) ÚLTIMA REFORMA D.O.F. 16 ENERO 2014.....	83
III.9. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	85
III.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	88
III.11. LEY DE PROTECCIÓN CIVIL, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	90
III.12. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCION CIVIL DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	93
III.13. Ley de Asentamientos Humanos	94
III.14. Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos	96
III.15. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	96
III.16. Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica	97
III.17. Reglamento en Materia de Prevención y Gestión integral de los residuos.	97
III.18. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido	98
III.19. Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico	98
III.20. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Atmósfera	98
III.21. Reglamento de Protección al Ambiente para el Municipio de Mexicali, Baja California	102
III.22. Norma Oficial Mexicana	104

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	108
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	108
IV.2. CARACTERÍSTICAS Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.	110
IV.2.1. Aspectos Abióticos.	110
IV.2.2. Aspectos Bióticos.	115
IV.2.3. Paisaje.	116
IV.2.4. Medio Socioeconómico.	116
IV.2.5. Diagnóstico Ambiental.	119
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	122
V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	122
V.1.1. Indicadores de Impacto.	122
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.	122
V.1.2.1. Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.	122
Los recursos naturales que se consideran factibles a sufrir impactos son:	122
V.1.2.2. Valorización de Impactos.	122
V.1.3. Criterios y Metodología de evaluación.	123
V.1.3.1 Descripción de los criterios de significancia y sus categorías.	123
V.1.3.2 Consideraciones Adoptadas para la Valorización de los Impactos.	124
V.1.4. Clasificación de los Impactos.	125
V.1.5. Matriz de cribado y ubicación de los impactos.	125
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	129
VI.1 Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.	129
VI.2 Etapa de Operación y Mantenimiento.	131
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	134
VII.1 PRONOSTICOS.	134
VII.1. 1. Pronostico del escenario.	134
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.	135

VII.3. Programa de Vigilancia.....	139
VII.4 Conclusiones y Recomendaciones.....	141



CAPITULO II

Descripción del Proyecto

Estación de Servicio Independencia

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Grupo Empresarial Cachanilla S.A. de C.V. adquirió por Contrato de Arrendamiento un predio con una superficie de 1280.60m² en el cual pretende construir una Estación de Servicio con local comercial para renta denominada "Estación de Servicio Independencia"

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

La actividad proyectada consiste en construir instalar y operar una Estación de Servicio de Combustibles incorporada a la Franquicia PEMEX Refinación además de incluir un local para renta.

II.1.1.1. Objetivo y justificación del proyecto.

El objeto del presente estudio es la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto Construcción Instalación y Operación de una Estación de Servicio, bajo las máximas condiciones de seguridad y funcionalidad, preservando la integridad del medio ambiente y liderar la venta de combustibles, en un predio de 1280.60 m² localizado en Derecho de Vía Calzada Independencia esquina con Río Fuerte con No. exterior 604 en la Col. Independencia dentro del área urbana de la Ciudad de Mexicali, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano 2025 en el Estado de Baja California.

Ante la gran demanda de combustible que se vive en estos días la empresa Grupo Empresarial Cachanilla S.A. de C.V., ha visualizado la oportunidad de abrir una nueva sucursal en la Ciudad de Mexicali que permita satisfacer la necesidad primordial ya mencionada, ante la creciente demanda del consumo de combustibles, además de contribuir a la generación de empleo ya que se encuentra ubicado en una zona estratégica y con oportunidad de generar trabajo.

De igual manera se tiene contemplado construir un local comercial para renta, con el fin de contar con otras posibilidades de negocios como la tienda de conveniencia y así crear mayores empleos.

La Estación de servicio contará con oficinas suficientemente cómodas para el desempeño óptimo de sus trabajadores en el área administrativa, así como también espacios amplios en el área de carga, que beneficiarán tanto a los despachadores como a los clientes.

Este es un negocio que está clasificado como franquicia PEMEX, en el cual se ofrecerá el servicio de carga de combustible, teniendo una duración de carga de 1 a 5 minutos aproximadamente por automóvil y de 5 a 15 minutos para camiones pesados que utilizan diésel.

El producto que se piensa ofrecer son los tipos de combustibles que se ofertan en la República Mexicana como: Gasolina Magna sin, Premium plus y Combustible Diésel. Estos combustibles están probados y supervisados directamente por PEMEX quien a su vez es quien los suministra; adicionalmente se ofrecerán aditivos y aceite para motores.

Es de importancia destacar que la zona dónde se pretende llevar a cabo el proyecto, es un área con las condiciones ambientales adecuadas, han sido de manera considerable alteradas en sus factores bióticos y abióticos a través de los años, por estar inmersa dentro de una zona urbana. Por lo que los organismos existentes en la zona, flora y fauna, son el resultado de actividades antropogénicas.

El sitio donde se pretende construir la Estación de Servicio no se encuentra dentro de un Área de Protección de Flora y Fauna.

Con respecto a la fauna, corresponde principalmente a insectos, aves y pequeños mamíferos (ratas y ratones), perros y gatos, especies consideradas plásticas dado su capacidad de aclimatare a diversas condiciones de estrés sin poner en riesgo su estatus poblacional.

En el área del proyecto no se detectó especies de fauna terrestre que estén enlistados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

II.1.2. Selección del Sitio

Los criterios de selección del sitio que se siguieron para determinar la ubicación del proyecto **Estación de Servicio**, fueron de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de Agosto del 1990 "Criterio de Desarrollo Urbano" así como:

- La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes.
- Las condiciones topográficas, meteorológicas y climatológicas de las zonas.
- Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos.

- La compatibilidad con otras actividades de las zonas.
- La infraestructura para la dotación de servicios básicos.

Entre los requisitos y criterios administrativos y técnicos que normarán la incorporación de nuevas Estaciones de Servicio y de Autoconsumo a la Franquicia PEMEX, a partir del 18 de enero de 2010, se tienen los elementos restrictivos para la construcción de Estaciones de Servicio quienes por seguridad se debe cumplir con lo siguiente para la elección del predio:

- No existe ningún uso urbano en un radio mínimo de 15 metros, desde el eje de cada dispensario localizado en el predio propuesto para la Estación de Servicio y de Autoconsumo a centros de concentración masiva (escuelas, hospitales, mercados públicos, cines, teatros, estadios deportivos, auditorios, etc.).
- Donde se ubica el predio no existe ninguna planta de almacenamiento de gas LP en un radio de 1,000 metros.
- El predio se localiza a una distancia mínima de resguardo de 30 metros con respecto a líneas de alta tensión, vías férreas y ductos o poliductos que transportan productos derivados del petróleo; dicha distancia se deberá medir tomando como referencia la ubicación de los tanques de almacenamiento de combustibles de la Estación de Servicio y de Autoconsumo a la proyección vertical de los elementos de restricción señalados.

El predio propuesto cumple con las siguientes características de acuerdo a su ubicación:

- Que la ubicación del predio está cerca de la calle principal y es uno de los principales accesos a la Ciudad.
- Dado a que la ciudad cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano, este mismo no se contrapone a la selección del sitio actual, además de que no se encontraron otros sitios que tengan las características deseadas y que fueran factibles de adquirir por el interesado.
- El área del proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida (ANP).
- El proyecto representa una actividad económica que beneficiará a un grupo de personas generando fuentes de empleos directos e indirectos por la

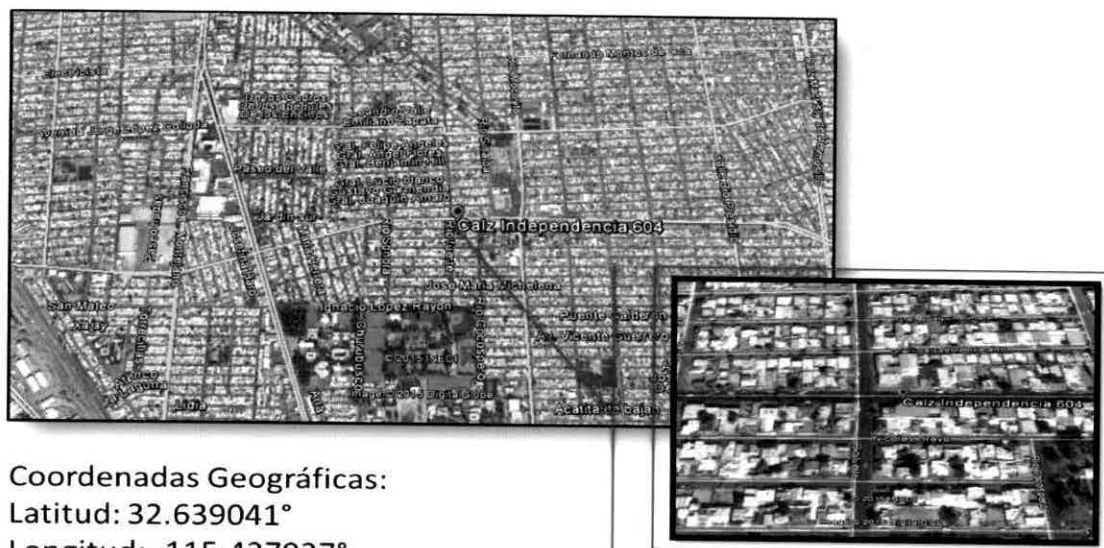
construcción y operación de la Estación de Servicios, además de la generación de servicios para la comunidad.

II.1.3. Ubicación física del Proyecto y planos de localización.

El proyecto se localiza en la parte noreste del centro geográfico de la ciudad de Mexicali, B.C., se encuentra ubicado en el cruce de la Calzada Independencia y Calle Río Fuerte, en los inmuebles identificados como lotes 01, 03 y 04 de la Manzana 362 de la Colonia Independencia de esta Ciudad, mismos que cuentan con claves catastrales IN-362-001, IN-362-003 y IN-362-004, con una superficie total de 1280.60 m².

I.1.4.3. Colindancias adyacentes al predio

NORTE	Calz. Independencia
SUR	Lote No. 25 y 26 Propiedad privada
ESTE	Lote No. 3
OESTE	Calle Río Fuerte



Coordenadas Geográficas:
Latitud: 32.639041°
Longitud: -115.437937°

La información mencionada en este punto se adjunta como copia de documento en anexo II.

II.1.4. Inversión requerida

Para el desarrollo del proyecto, se tiene contemplado una inversión de \$9'200,000.00 (Nueve millones doscientos mil pesos 00/100 M.N.). Así mismo, para la aplicación del plan de manejo ambiental, se considera una inversión de \$115,000.00 (Ciento quince mil pesos 00/100 M.N.).

El importe de capital requerido es de 8 millones de pesos más un gasto mensual de operación de \$160,000.00 pesos incluyendo nóminas, mantenimientos, programas de prevención, reparación de equipos, cursos de capacitación.

PROYECTO DE INVERSIÓN "ESTACIÓN DE SERVICIO INDEPENDENCIA"

CONCEPTO	PRESUPUESTO
PROYECTO ELECTRICO	16,000.00
PROYECTO ESTRUCTURAL	22,000.00
MECANICA DE SUELOS	35,000.00
PERMISOS	50,000.00
SERVICIOS (CFE, CESPM)	25,000.00
DEMOLICIÓN DE OBRA EXISTENTE	300,000.00
TERRACERIA	350,000.00
LOCAL	450,000.00
OBRA CIVIL	3,000,000.00
FOSA	400,000.00
TANQUE DE COMPUSTIBLE	350,000.00
EQUIPO DE ESTACIÓN	500,000.00
TRAMITES ADUANALES DE EQUIPO	80,000.00
TECHUMBRE Y ANUNCIOS	400,000.00
ANUNCIOS	180,000.00
SISTEMA FOTOVOLCAICOS	273,000.00
MATERIAL ELECTRICO	250,000.00
DISPENSARIOS	350,000.00
MANO DE OBRA MECANICA	50,000.00
MOBILIARIO	50,000.00
EQUIPO Y TUBERÍA HIDRÁULICO	15,000.00
COMPRESOR Y TUVERIAS	15,000.00
VOLUMÉTRICO	320,000.00
CAMARAS, ALARMA	80,000.00
EQUIPOS DE COMPUTO	30,000.00
CAJA DE SEGURIDAD	7,505.00
AIRE ACONDICIONADO	10,000.00
PRUEBAS DE HERMETICIDAD	11,250.00
GASTOS PREOPERATIVOS	80,000.00
DERECHOS PEMEX	1,150,000.00

Para el cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención se presenta una propuesta de acciones a realizar con un monto de \$281,600.00, misma que consiste en:

PROPUESTA ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE MEDIO AMBIENTE PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO

MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE FACTORES DE AGUA, SUELO Y AIRE	ACTIVIDADES A REALIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO	TIEMPO ESTIMADO (MES)	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
	COLOCACIÓN DE BAÑOS PORTÁTILES					
	Suministro de baños portátiles y su mantenimiento por parte de una Empresa especializada.	6	PZ	2	3,900.00	46,800.00
	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS Y/O PELIGROSOS					
	Suministro y colocación de tambores y/o contenedores metálicos o de plástico para la disposición temporal de los RSU, debidamente rotulados:	1	PZ	12	300.00	3,600.00
	Suministro de bolsas para basura.	6	KG	6	50.00	1,800.00
	Contrato con empresa para recolección de RSU (Cuota por retiro semanal).	6	SERVICIO	4	1,200.00	28,800.00
	Contrato con empresa para recolección de RME (Cuota por retiro mensual).	6	SERVICIO	6	3,800.00	22,800.00
	Contrato con empresa para recolección de RP (Cuota por retiro mes).	6	SERVICIO	6	1,200.00	7,200.00
	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)					
	Elaboración del PVA	1	DOCUMENTO	1	15,000.00	15,000.00
	Seguimiento del PVA	6	SERVICIO	1	30,000.00	180,000.00
	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LETREROS INFORMATIVOS					
	Suministro y colocación de letreros alusivos a la obra, así como letreros informativos y restrictivos dirigidos al personal, señalizando cada una de las áreas con las que cuenta la obra.	1	PZ	12	450.00	5,400.00
	ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL INVOLUCRADO EN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO EN MATERIA DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN AMBIENTAL					
	Elaboración de un Programa de Capacitación para el personal involucrado.	1	DOCUMENTO	1	10,000.00	10,000.00
	Implementación del Programa de capacitación dirigido al personal involucrado en la Construcción y Operación de la Estación de Servicio.	3	SERVICIO	1	15,000.00	45,000.00

Se presenta Memoria de cálculo económico como anexo III

II.1.5. Dimensiones del Proyecto

El área del sitio del proyecto es de 1, 280.00 m², sobre el cual se pretende construir una Estación de Servicio denominada "E.S. Independencia". Se presenta desglose de construcción:

Distribución de la superficie del Proyecto		
Superficie (m ²)	Área	%
Superficie Total del predio	1,280.60	100.00%
Superficie a afectar	1,280.60	100.00%
Superficie de obras permanentes	1,280.60	100.00%

Distribución de la superficie del Proyecto		
Superficie (m ²)	Área	%
Superficie Total del predio	1,280.600	100.00%
Superficie de Construcción	329.958	100.00%
Superficie de Áreas Verdes	128.260	100.00%

Superficie de Construcción		
Edificación de la Estación	Superficie (m ²)	%
Oficinas / Caseta	27.957	
Servicios Sanitarios	41.342	3.24
Cuarto de sucios	3.651	0.285
Cuarto de limpios	5.515	0.431
Cuarto de maquinas	6.455	0.504
Cuarto de control eléctrico	4.631	0.362
Dispensarios	176.402	13.775
Tanques	80.608	6.295
Local	203.557	15.895
Circulación y Estacionamiento de concreto	544.486	42.518
Banquetas	74.339	5.805

Áreas Verdes		
Espacio	Superficie (m ²)	%
AV-1	39.530	3.087
AV-2	18.420	1.438
AV-3	14.670	1.146
AV-4	12.010	0.938
AV-5	43.630	3.407
Total	128.260	10.016

II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.

El uso actual del suelo de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano 2025 para el Estado de Baja California, se encuentra en una zona comercial y de servicios. Por lo que no se contrapone con el Proyecto que se presenta.

El área donde se pretende desarrollar la actividad propuesta para el Proyecto de Construcción, Instalación y Operación de una Estación de Servicio cuenta con los servicios públicos básicos.

No existen cuerpos de aguas cercanos al área del proyecto



Plano de Usos de Suelo Estructura Urbana de acuerdo al PDUCEP Mexicali, 2025.

Se presenta Plano de Uso de Suelo y estudio geotécnico anexo IV

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El sitio seleccionado para el proyecto se localiza en una zona urbanizada con Dictamen de Uso de suelo Especial para Gasolinera., contando con una traza de vialidades y subdivisiones en predios, así como los servicios públicos y privados necesarios para llevar a cabo el proyecto, entre los que destacan: agua potable,

energía eléctrica, alcantarillado pluvial, alumbrado público, pavimentación servicio de recolección de basura.

Servicio de Luz Eléctrica:

La energía eléctrica está disponible en el área y será proveída por la Comisión Federal de Electricidad para las administrativas y de iluminación.

Servicio de Agua Potable:

El agua se adquiere de la red pública que suministra la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) vía Contrato de Servicios.

Recolección de Residuos

Los servicios de recolección de Residuos Sólidos Urbanos serán proporcionados por una empresa Recolectora de Desechos de carácter privado, la cual está autorizada por el gobierno municipal y estatal.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

GRUPO EMPRESARIAL CACHANILLA S.A. DE C.V. adquirió por contrato de Arrendamiento un predio con una superficie total de 1,280.600 m². Se pretende Construir una Estación de Servicio franquicia de PEMEX Refinación para dar servicio de combustibles y servicios complementarios como aditivos, aceites para motor. Además de incluir un local comercial compatible con la Estación de Servicio.

En todos los casos y sin excepción, para la construcción y operación de la Estación de Servicios, se seguirán las especificaciones técnicas que norma PEMEX Refinación en su manual "Proyecto y Construcción de Nuevas Estaciones de Servicio".

Proyecto y Construcción.

La construcción de la Estación de Servicio estará en concordancia con las obras consideradas en los planos del proyecto y conservará siempre lo establecido.

El proyecto contempla las siguientes obras de construcción:

- Local comercial para renta.
- Estación de Servicio. Se instalarán 3 dispensarios y dos tanques de almacenamiento de combustibles. Los cuales tendrán una capacidad de 100m³ y 40m³ respectivamente. El tanque No.1 será del tipo compartido en dos secciones, el cual será abastecido con gasolina Premium. Estos serán llenados de acuerdo a las necesidades de venta del combustible.

El proyecto estará dividido en varias etapas para su construcción y se llevará a cabo en base a los requerimientos específicos de cada área en particular de la Estación de Servicio.

Etapas para el desarrollo del proyecto

Etapa I	Elaboración de Planos
Etapa II	Programa de Construcción
Etapa III	Desarrollo del Proyecto

Etapa I.

Elaboración de planos

Áreas consideradas en el Diseño de la Estación de servicio son:

A. Áreas consideradas:

Las áreas, elementos y componentes que constituyen el proyecto de construcción de la Estación de Servicio Independencia son los siguientes:

- Local Comercial
- Oficinas
- Baños y sanitarios
- Bodegas para limpios
- Cuarto de sucios
- Cisterna de agua
- Cuarto de control eléctrico
- Cuarto de máquinas
- Módulos de despacho de combustible
- Elementos protectores
- Techumbres
- Almacenamiento de combustibles
- Accesos, circulaciones y estacionamientos
- Áreas verdes

B. Instalaciones mecánicas

C. Instalaciones hidráulicas y de aire

D. Instalaciones sanitarias y drenajes

E. Instalaciones eléctricas

Etapas II.

Programa de construcción

- Zonificación
- Delimitaciones

Etapas III.

Desarrollo del proyecto.

- Pavimentos
- Accesos y circulaciones
- Rampas
- Guarniciones y banquetas internas
- Circulaciones vehiculares internas
- Estacionamientos
- Sistemas contra incendio
- Áreas verdes

Capacidad de Operación (diseño) de la Estación de Servicio

100m³ de Gasolina y 40m³ de Diésel.

II.2.1. Programa General de trabajo

ACTIVIDAD¹	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO																							
ETAPA I	ELABORACION DE PLANOS																						
ETAPA II							PROGRAMA DE CONSTRUCCION																
ETAPA III													DESARROLLO DEL PROYECTO										
ELABORACION DE PLANOS																							
Áreas	X	X	X	X																			
Instalaciones Mecánicas	X	X	X	X																			
Instalaciones Hidráulicas y de aire	X	X	X	X																			
Instalaciones Sanitarias y Drenaje	X	X	X	X																			
Instalaciones Eléctricas	X	X	X	X																			
PREPARACION DEL SITIO																							
Trámites y permisos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Terracerías	X	X	X	X																			
Excavaciones y Compactaciones			X	X	X	X																	
PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN																							
Zonificación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Delimitación				X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Restricción de predios				X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Acabados													X	X	X	X	X	X	X				
Áreas verdes													X	X	X	X	X	X	X				
DESARROLLO DEL PROYECTO																							
Pavimentos													X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Accesos y Circulaciones													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Estructura													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Oficinas													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Sanitarios para empleados y clientes													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Bodega para limpios													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Bodega para sucios													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Cuarto de Control Eléctrico													X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Cisterna para agua														X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Cuarto de maquinas														X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Acabados															X	X	X	X	X	X	X	x	
Señalamiento																X	X	X	X	X	X	x	

El Programa de construcción se define con base en los requerimientos específicos de cada área en particular, siempre y cuando se trate de servicios afines o complementarios a los proporcionados en la Estación de Servicio.

Áreas consideradas en el programa: Las áreas, elementos y componentes que constituyen el proyecto de construcción de la Estación de Servicio son los siguientes:

- **Oficinas:** Consisten en edificaciones donde se realizan servicios para reportar las actividades operativas de las Estaciones de Servicio.
- **Baños y sanitarios:** Para empleados y clientes.
- **Bodegas para limpios:** Se almacenarán los lubricantes de la marca Pemex, aditivos y otros productos para el funcionamiento de la Estación de Servicio. En la bodega de limpios los pisos estarán recubiertos con aplanado de cemento-arena y pintura, lambrín de azulejo, cerámica o cualquier otro material similar.
- **Cuarto de sucios:** Se depositarán los tambores con residuos peligrosos, botes de basura y envases vacíos de lubricantes y aditivos, también se puede utilizar para atender las necesidades de otros servicios complementarios. El piso estará drenado al sistema de drenaje aceitoso y cercado con materiales que permitan ocultar los contenedores o tambos que aloja en su interior, con una altura no menor a 1.80 metros.
Se ubicará fuera del alcance visual de las áreas de atención al público. Se manejará la separación de desperdicios de acuerdo a la reglamentación de las autoridades correspondientes.
- **Cisterna de agua:** Depósito de agua para los servicios, tendrá una capacidad de 10m³.
- **Cuarto de control eléctrico:** Construcción donde se instalarán los tableros eléctricos, centro de control de motores e interruptores de fuerza y alumbrado.
- **Cuarto de máquinas:** Construcción con suficiente ventilación donde se instalarán las compresoras y bombas de agua. En su interior puede localizarse el compresor de aire, que debe estar instalado en una base de concreto con un sardinel de solera metálica para contener cualquier derrame de aceite que pueda producirse.
- **Módulos de despacho de combustible:** La Estación de servicio contará con 3 Módulos de despacho, Cada módulo contara con 3 mangueras de cada lado para dar servicio simultáneo a dos carros.

Los Dispensarios guardarán distancias de 3.50 mts., entre sí. El despacho de productos en la zona de gasolinas se realizará exclusivamente a vehículos con peso bruto vehicular hasta de 3,856 Kg (vehículos ligeros).

- **Almacenamiento de combustibles:** Es la zona donde se localizará el tanque de almacenamiento, el cual estará bajo los basamentos de los dispensarios, manteniendo las medidas de seguridad establecidas.
- **Accesos, circulaciones y estacionamientos:** Están constituidos por rampas, guarniciones y banquetas, circulación vehicular, circulación de autotanque y cajones de estacionamiento.
- **Áreas verdes:** La zona de área verde tendrá el 10.016% del total del terreno del predio. y se plantará de acuerdo a las condiciones climáticas que mejor convengan para el área.

Programa de construcción: Se incluyen los requerimientos específicos de las diversas áreas consideradas en el proyecto de construcción de la Estación de Servicio, con su respectiva zonificación, delimitaciones y restricciones de los predios.

Zonificación

Se refiere a las áreas que se construirán en la Estación de Servicio: Áreas de despacho y almacenamiento de combustible, oficinas, baños, bodega de limpios, cuarto de sucios, cuarto de máquinas y cuarto de controles eléctricos, así como las áreas para otros productos y servicios.

Las áreas de la Estación de Servicio se instalarán tomando en consideración la ubicación de los distintos elementos dentro del conjunto y la relación que guarda cada uno de ellos con el resto de las instalaciones.

Delimitaciones

Las delimitaciones en la Estación de Servicio serán de acuerdo a lo siguiente:

El área ocupada por la Estación de Servicio se delimitará en sus colindancias con bardas de tabique o material similar, con una altura mínima de 2.50 metros o lo que las autoridades indiquen.

Restricciones a los predios

Señala la separación que debe haber entre elementos de restricción y el predio de la Estación de Servicio o las instalaciones donde se ubique la Estación de Servicio. Si la autoridad competente no impone otro ordenamiento, el área de despacho de combustibles se ubicará a una distancia de 15.0 metros medidos a partir del eje vertical del dispensario con respecto a los lugares de reunión pública, como se indica en el artículo 518, secciones 1 y 2, de la Norma Oficial Mexicana NOM- 001-

SEDE-2012, así como del Sistema de Transporte Colectivo o cualquier otro sistema de transporte electrificado en cualquier parte del territorio nacional.

En el siguiente cuadro se enlista la maquinaria, equipo y herramienta que será utilizada durante la etapa de Construcción

II.2.2. Preparación del Sitio.

La preparación del sitio consiste en la limpieza del predio. Asimismo se llevarán a cabo movimientos de tierra y demoliciones para preparar la cimentación donde se pretende construir, instalar y operar la estación de servicio.

Trámites y permisos. Estos se realizaran conforme se vayan requiriendo por las autoridades correspondientes.

Terracería. Consiste en alinear adecuadamente las vías de acceso según lo indique el Departamento de Desarrollo Urbano de Transito del estado de Baja California, para la Estación de servicio. Se utilizaran carapilas, pipas con agua para minimizar el polvo y aplanadoras.

Excavaciones y Compactaciones. Consiste en realizar las excavaciones y compactaciones de suelo dentro del predio utilizando maquinarias como excavadoras, pipas, dompes, y compactadoras, necesarias para preparar de manera segura el sitio donde se instalaran los tanques de almacenamiento de combustibles.

Durante la preparación del terreno y las actividades previas que se desarrollen a la construcción, se estima que se removerán aproximadamente 210 m³ de tierra y el cual será transportado por la empresa constructora contratada u otra compañía especializada en dichos trabajos y mediante camiones de volteo será depositado en lugares autorizados.

II.2.2.1. Maquinaria y equipo a utilizar

En el cuadro se enlista la maquinaria, equipo y herramienta que será utilizada durante las etapas de preparación del sitio y construcción:

Maquinaria / equipo	Cantidad	Utilizada para	Energía con que operan
Bailarinas	1	Compactación	Neumática
Camión de volteo	1	Acarreo de material	Combustible
Rodillo compactador	1	Compactación	Combustible
Motoconformadora	1	Movimiento de tierra	Combustible
Retroexcavadora	1	Excavaciones	Combustible
Camión Pipa	1	Suministro de Agua	Combustible
Plancha	1	Compactación	Combustible
Maquinas Soldadoras	1	Soldar	E. Eléctrica

Programa de Mantenimiento.

La maquinaria que se emplee durante la preparación del terreno llevara un programa de mantenimiento, el cual se realizara en talleres autorizados por las autoridades correspondientes.

Se llevará a cabo una supervisión permanente, se colocaran letreros y señalamientos alusivos a las actividades, situaciones de riesgo, de seguridad, prohibitivas, restrictivas e informativas.

II.2.2.2. Personal requerido

El tipo de contratación será por tiempo y otra determinada, para lo cual se requerirá la contratación del siguiente personal:

PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO DE OCUPACIÓN	HORAS DE TRABAJO DIARIAS
Ingeniero Civil	1	22 semanas	6hr/día
Ingeniero topógrafo	1	22 semanas	6hr/día
Arquitecto	1	22 semanas	6hr/día
Mecánico	1	22 semanas	6hr/día
Ingeniero Electricista	1	22 semanas	6hr/día
obreros	20	22 semanas	8hr/día

II.2.2.3. Descargas al ambiente

ACTIVIDAD	TIPO DE DESCARGA	PARAMETRO CONTAMINANTE	VOLUMEN O NIVEL DE DESCARGA (TON/AÑO)	NORMA OFICIAL MEXICANA QUE REGULA LA DESCARGA
Nivelación y compactación del suelo	Emisiones a la atmosfera	Partículas sólidas (polvo)	N.D.	
Nivelación y compactación del suelo	Emisiones por Ruido	No se desarrollarán operaciones que generen niveles de ruido que sobrepasen los niveles máximos permisibles para fuentes fijas establecidos	NA	Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.
Nivelación y compactación del suelo	Aguas Residuales	Se utilizará agua en la etapa de preparación del sitio, para el compactado y para evitar la emisión de material particulado.	Con un consumo de 100 m³ de agua. Esta actividad no generará descarga de agua residual, ya que toda el agua será consumida o se evaporara	Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996.

II.2.2.4. Requerimiento de agua

Fuente de Abastecimiento de Agua: Comisión de Servicios Públicos de Mexicali. Sin embargo si se requiere se solicitara el servicio de pipa de un empresa autorizada.

II.2.2.5. Materiales y sustancias a utilizar

MAQUINARIA / EQUIPO	CANTIDAD	UTILIZADA PARA	ENERGÍA CON QUE OPERAN
Bailarinas	1	Compactación	Neumática
Camión de volteo	1	Acarreo de material	Combustible
Rodillo compactador	1	Compactación	Combustible
Motoconformadora	1	Movimiento de tierra	Combustible
Retroexcavadora	1	Excavaciones	Combustible
Camión Pipa	1	Suministro de Agua	Combustible
Plancha	1	Compactación	Combustible
Maquinas Soldadoras	1	Soldar	E. Eléctrica

NOMBRE	CANTIDAD	TIEMPO DE OPERACIÓN	ENERGÍA CON QUE OPERAN
Bailarinas	1	10 horas / día	Neumática
Camión de volteo	1	10 horas / día	Combustible
Rodillo compactador	1	10 horas / día	Combustible
Motoconformadora	1	10 horas / día	Combustible
Retroexcavadora	1	10 horas / día	Combustible
Camión Pipa	1	10 horas / día	Combustible
Plancha	1	10 horas / día	Combustible
Maquinas Soldadoras	1	8 horas / día	E. Eléctrica

Materia prima:

Terracería y Bardas

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Material	Tierra, Arena y Arcilla	No Aplica	3066 M2	Sólido	Terrestre (camión)	No Aplica
Tucuruquay	Tucuruquay	No Aplica	360M3	Sólido	Camión	No Aplica
Colado	N.A.	No Aplica	47 ML	Sólido	Camión	No Aplica
Malla Ciclónica	No Aplica	No Aplica	N.D.	Sólido	Terrestre	No Aplica

* 20 m³ por consumo único

Drenajes y Preparaciones Mecánicas

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Tubería 6"	No aplica	No aplica	62 ML	Sólidos	Camión	No aplica
Registros de concreto de 40x60 cm	No aplica	No aplica	8 pzas	Sólidos	Camión	No aplica
Trampa de aceite	No aplica	No aplica	1 pzas	Sólidos	Camión	No aplica
Tuberías mecánicas	No aplica	No aplica	1 lote	Sólido	Camión	No aplica
Tubería drenaje sanitario 6"	No aplica	No aplica	40 ML	Sólido	Camión	No aplica

Cisterna y tuberías de agua y aire

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Cisterna de 10 m ³	No aplica	No aplica	1 pzas	Sólido	Camión	No aplica
Tubería de cobre tipo L 1/2"	No aplica	No aplica	65 ML	Sólido	Camión	No aplica
Tubería de cobre tipo L 3/4"	No aplica	No aplica	65 ML	Sólido	Camión	No aplica
Tubería de cobre tipo M 3/4"	No aplica	No aplica	50 ML	Sólido	Camión	No aplica

Trabajos en Islas

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Colado de isla hueso	No aplica	No aplica	4 pzas	Sólido	Camión	No aplica
Colado protector para isla	No aplica	No aplica	8 pzas	Sólido	Camión	No aplica
Dispensores de agua y aire	No aplica	No aplica	4 pzas	Sólidos	Camión	No aplica

Pisos

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Concreto	No aplica	No aplica	2200 m ²	Sólido	Camión de volteo	No aplica

Estructura metálica y cubierta

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Colado de cimentación	No aplica	No aplica	2 pzas	Sólido	Camión	No aplica
Columnas metálicas	No aplica	No aplica	2 pzas	Sólido	Camión	No aplica
Estructura metálica	No aplica	No aplica	108 ML	Sólido	Camión	No aplica
Lamina KR-18 cal 24	No aplica	No aplica	108 ML	Sólido	Camión	No aplica
Lamina R-72 cal 26	No aplica	No aplica	17 ML	Sólido	Camión	No aplica

Instalación Eléctrica

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Salidas eléctricas y lámparas	No aplica	No aplica	1 Lote	Sólido	Camión	No aplica

Etapas de Operación:

Nombre comercial	Nombre Químico	CRETIB	Consumo Mensual	Estado Físico	Características Transportación	Características Almacenamiento
Diésel	Hidrocarburo	T	60 M ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
Gasolina MAGNA	Hidrocarburo	T, I	60 M ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
Gasolina PREMIUM	Hidrocarburo	T, I	40 M ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
Accesorios	Lubricantes	T, I	300 botellas	Líquido	Terrestre (camión)	A granel

II.2.3. Obras y servicios de apoyo.

Para la realización de los trabajos, se propone sea instalado un almacén temporal de materiales para la construcción y para satisfacer las necesidades sanitarias de los trabajadores se tiene contemplado instalar un baños portál, tomando en cuenta que cada sanitario satisface las necesidades de 15 trabajadores.

Una vez que se haya terminado la construcción de la Estación de Servicio, el Almacén de materiales será removido y reubicado para ser utilizado en otro proyecto de construcción, los baños al igual que el almacén serán utilizados en otras obras, el mantenimiento a las aguas negras generadas será proporcionado

por una empresa especializada y autorizada para tal. Es importante mencionar que el almacén y el baño portátil serán contratados por el contratista de la obra.

No se tiene contemplado la instalación de un campamento ya que el proyecto se encuentra dentro de la zona urbana y los trabajadores que serán contratados son habitantes de la misma localidad.

No se tiene contemplado el almacenamiento de combustibles para la etapa de construcción.

En lo que respecta a la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, se delimitará un sitio para tal fin, por lo que se realizará un acuerdo con las autoridades municipales para que los camiones de recolección, presten el servicio periódico a la obra. Se deberá contar con tambos de 200 litros, debidamente identificados y ubicados estratégicamente en los sitios de mayor generación para el depósito de los residuos domésticos.

Los residuos reciclables, como papel cartón y vidrio, serán recolectados por empresas especializadas en el reciclamiento de estos materiales. Y para los provenientes de letrinas portátiles se manejarán por parte de un contratista que cuente con un permiso por parte de las autoridades para tratar y disponer de los residuos en un lugar autorizado.

El desmantelamiento de la infraestructura de apoyo principal que será instalada durante la etapa de preparación del sitio y construcción, será al final de esta fase, y se hará de manera gradual, almacenándola temporalmente en las inmediaciones del sitio, para su disposición final o reciclado.

Esto consistirá en el desmantelamiento del almacén provisional de madera y techo de lámina, así como el retiro por parte de la empresa responsable de las instalaciones sanitarias portátiles.

Todos los materiales o residuos, producto del desmantelamiento de la infraestructura de apoyo, se deberá de observar que no se coloque sobre la vía pública y que no dañe alguna de las nuevas instalaciones donde se ubicarán las actividades de trabajo.

Los residuos sólidos susceptibles de reciclar que se produzcan en el desmantelamiento, serán dispuestos a servicios de una empresa especializada en la recolección y reciclamiento de materiales.

II.2.4. Construcción del Proyecto.

II.2.4.1. Elaboración de planos:

Los planos se presentan doblados a tamaño carta con las dimensiones siguientes: de 90 cm. de largo X 60 cm. de ancho o 110 cm. de largo X 70 cm. de ancho, con 1 cm. de margen excepto del lado izquierdo que será de 2 cm. La escala a utilizar en los planos será de las siguientes: 1:100, 1:125 y 1:150. Al pie de plano habrá espacios para el cuadro de descripción de revisiones, sellos de revisión, actualización y/o aprobación; para la identificación y logotipo del constructor o contratista, fecha de elaboración, Razón Social y domicilio físico del predio; tipo de Estación de Servicio, descripción del plano, un cuadro para anotar el número de la revisión del plano y otro para su clave.

II.2.4.2. Programa de construcción:

Se incluyen los requerimientos específicos de las diversas áreas consideradas en el proyecto de construcción de la Estación de Servicio, con su respectiva zonificación, delimitaciones y restricciones de los predios.

1. Zonificación. Las áreas que se construirán en la Estación de Servicio son: Áreas de despacho y almacenamiento de combustible, oficinas, baños, bodega de limpios, cuarto de sucios, cuarto de máquinas y cuarto de controles eléctricos, así como las áreas para otros productos y servicios.

Las áreas de la Estación de Servicio se instalarán tomando en consideración la ubicación de los distintos elementos dentro del conjunto y la relación que guarda cada uno de ellos con el resto de las instalaciones.

2. Delimitaciones. Se instalarán bardas con una altura mínima de 2.50mts., en los límites de la Estación de Servicio o lo que las autoridades indiquen.

II.2.4.3. Desarrollo del proyecto:

Se proyecta la construcción de una estación de servicios en un área de **1,280.60 m²**. La actividad principal será la venta de gasolina Magna-Sin, Premium-Plus y combustible diésel, al público en general, suministrándolos directamente de depósitos confinados, a los tanques de los vehículos, así como la venta de aceite, grasas y lubricantes.

Toda el área asignada para el almacenamiento de combustible estará cubierta con una losa de concreto armado fc250 kg. x cm² de 15 cm de espesor estructurado con varilla No.3 a cada 30 cm. Dichos pisos de concreto contarán con una pendiente mínima del 1 % en el sentido del sistema de drenaje.

El tanque de doble pared utilizado para el almacenamiento de combustibles será enterrado en una excavación con cubrimiento mínimo de 1.25 m desde el lomo del tanque a la losa de concreto. El tanque se asentará en una cama de grava de 12 cm. sujeta de tal forma para evitar cualquier movimiento. Como lo muestra la figura No. 1

Instalación de un Tanque de Doble Pared

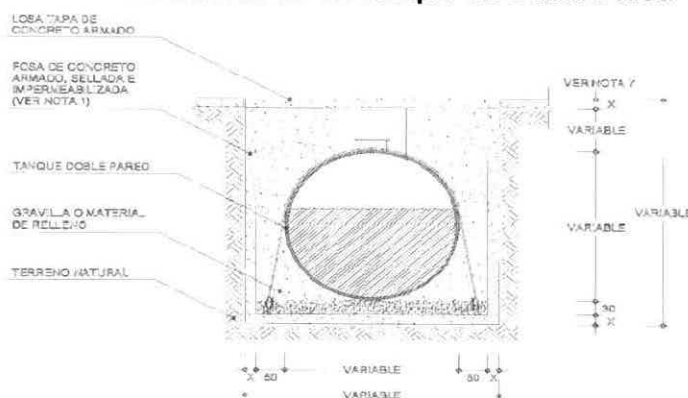


Figura No.1. Corte del Tanque de Almacenamiento

El piso de las áreas de despacho será de concreto estructurado con pendiente mínima del 2 % en el sentido del sistema de drenaje. Los dispensarios o unidades abastecedoras de combustible estarán asentados sobre islas de concreto estructurado que se encontrarán a 15cm sobre el nivel del piso del área de despacho. Figura No.2

Las áreas de circulación y estacionamiento serán cubiertas con una carpeta asfáltica con señales impresas con pintura para tráfico.

Basamento del Módulo de Abastecimiento



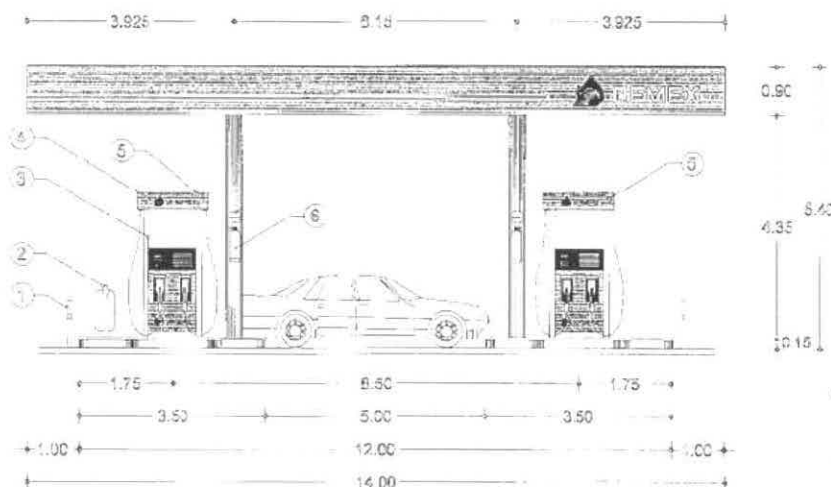
Figura No.2

SIMBOLOGÍA

Elemento Protector	Dispensario	Numero de posición de carga.
Surtidor de Aire y Agua	Logotipo "PEMEX"	Extintor

La separación longitudinal entre basamentos para esta disposición será de 5.00 metros ó 8.50 metros entre ejes verticales de dispensarios en el caso del basamento corrido de 1.20 metros de ancho por 2.50 metros de longitud y la distancia transversal entre módulos de despacho será la indicada en el Esquema de Distancias entre Módulos de la figura 3.

Esquema de Distancias entre Módulos



ALZADO FRONTAL

SIMBOLOGÍA

Elemento Protector	Dispensario	Numero de posición de carga.
Surtidor de Aire y Agua	Logotipo "PEMEX"	Extintor

Figura No.3

II.2.4.4. Almacenamiento de combustibles.

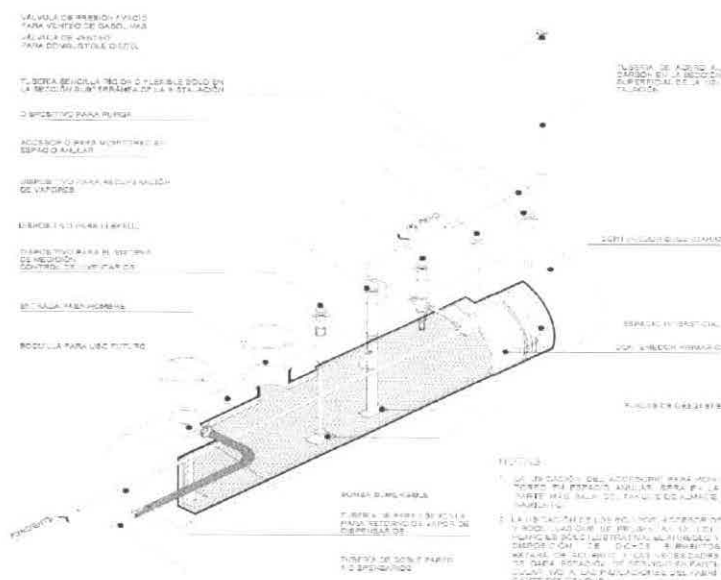
Se instalarán dos tanques, colocados a un costado de los módulos de despacho.

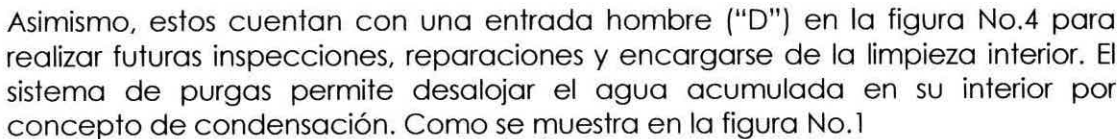
El tanque No.1 Tendrá una capacidad de 100m³, será del tipo compartido. En la sección 1 será compartido con gasolinas Premium plus en un 40% en la sección 2 con gasolina magna sin en un 60%. El tanque No.2 tendrá una capacidad de 40m³ y será abastecido con combustible diésel. Los tanques estarán a un costado de los basamentos de los dispensarios, manteniendo las medidas de seguridad establecidas.

Cada sección del tanque cuenta con su respectivo espacio anular para detectar cualquier posible fuga, además cuentan con 6 bocatomas integradas, conexión de parte inferior a superior para colocar sistema de sellos de fugas, tapas laterales en dos partes y refuerzos interiores en cruz y asas de estiba. Ver Figura No.4

El diseño del tanque es el óptimo para que siempre sea posible monitorear el espacio entre el tanque primario y el tanque secundario (espacio anular "C") y lograr garantizar cualquier fuga en cualquiera de los dos contenedores.

El sistema de monitores electrónicos que se instala en el espacio anular del tanque permite conjuntamente inspeccionar todas las partes que conforman al mismo, permitiendo de esta forma, detectar cualquier posible falla que en cualquier momento pudiera presentar cada uno de ellos.





Las líneas de llenado, vaciado y recuperación de vapores que puedan ser conectadas y desconectadas, deben estar localizadas fuera de edificios y en una zona libre de cualquier fuente de ignición y a no menos de 1.50 metros de cualquier apertura de los edificios, de acuerdo a lo señalado en el código 30A. Las conexiones deben estar cerradas y deben ser herméticas cuando no están en uso, así mismo deben ser identificadas correctamente.

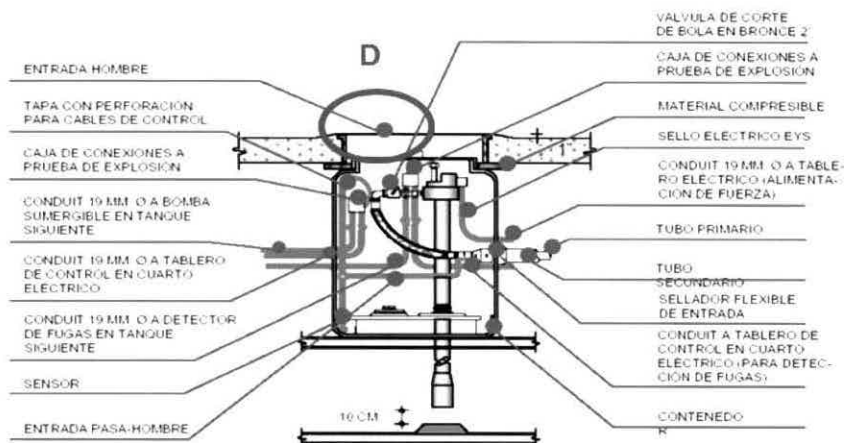
La boquilla de recuperación de vapores será hermética aun cuando sea conectada con el codo de retorno de vapores hacia el autotanque en la operación de descarga de producto (fase I de recuperación de vapores), a menos que sea conectada al autotanque durante el proceso de descarga en localidades donde la autoridad competente no ordena la obligación de cumplir con el sistema de recuperación de vapores fase I.

Los tanques de almacenamiento tendrán instalados los accesorios que se indican a continuación:



Dispositivo de llenado A: se utilizará una motobomba centrífuga a prueba de explosión, acoplando un contenedor de polietileno de alta densidad o fibra de vidrio que permita recuperar el producto que se llegue a derramar durante la operación de llenado y llevará los accesorios descritos anteriormente.

Bomba de despacho: Puede ser del tipo motobomba sumergible de control remoto o de succión directa. Ambos deben ser equipos a prueba de explosión y certificados por UL. El primero suministra el combustible almacenado de los tanques hacia los dispensarios.



BOMBA SUMERGIBLE Y ENTRADA - HOMBRE

La bomba de succión directa se localizará en el dispensario. Para la bomba sumergible se colocará un tubo de acero al carbón de 102 mm (4") o 152 mm (6") de diámetro, cédula 40, dependiendo de la capacidad del flujo de la bomba, desde el lomo del tanque de almacenamiento hasta la base del cabezal de la bomba sumergible, separada a 10 cm. como mínimo del fondo del tanque. La capacidad de la bomba será determinada por la compañía instaladora, de acuerdo al número de dispensarios que abastecerá y con base en los cálculos realizados.

Control de inventarios: El uso de este sistema en tanques de almacenamiento es de gran importancia para prevenir sobrellenados, fugas y derrames de producto y sobre todo para contar con información sobre las existencias de producto en tiempo real; será del tipo electrónico y automatizado. Debe tener capacidad para concentrar, proporcionar y transmitir información sobre el volumen útil, de fondaje, disponible, de extracción y de recepción, así como temperatura.

Para instalar este dispositivo se colocará un tubo de acero al carbón de 4" de diámetro, cédula 40, desde el nivel de piso terminado de la cubierta de la fosa hasta el lomo del tanque de almacenamiento. En el extremo superior del tubo se colocará una tapa y un registro para la interconexión del sistema de medición. Para instalar este dispositivo se colocará un tubo de acero al carbón de 4" de diámetro, cédula 40, desde el nivel de piso terminado de la cubierta de la fosa hasta el lomo del tanque de almacenamiento. En el extremo superior del tubo se colocará una tapa y un registro para la interconexión del sistema de medición.

REGISTRO PARA SISTEMA DE
MEDICIÓN DE 457.2 MM (18") ø

CAJA DE CONEXIONES
A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

SELLO ELÉCTRICO TIPO "E" ø

CONDUIT PARA CONEXIÓN
DE SISTEMA DE MEDICIÓN
A TANQUE SIGUIENTE

CONDUIT A TABLERO
DE CONTROL EN CUARTO
ELÉCTRICO 19 MM (3/4") ø

FLOTADOR PARA AGUA

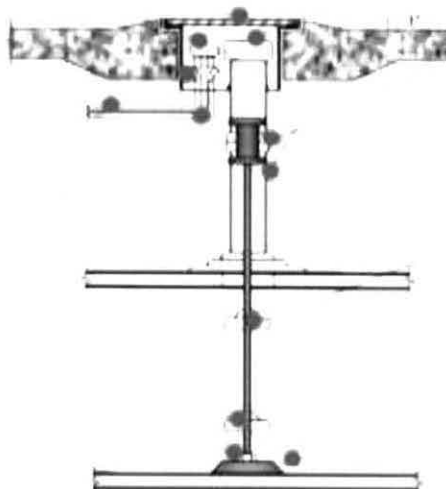
TUERCA DE SUJECCIÓN EN
FONDO DEL TANQUE

TAPA 101.6 MM (4") ø

TUBO Y ACCESORIOS
101.6 MM (4") ø

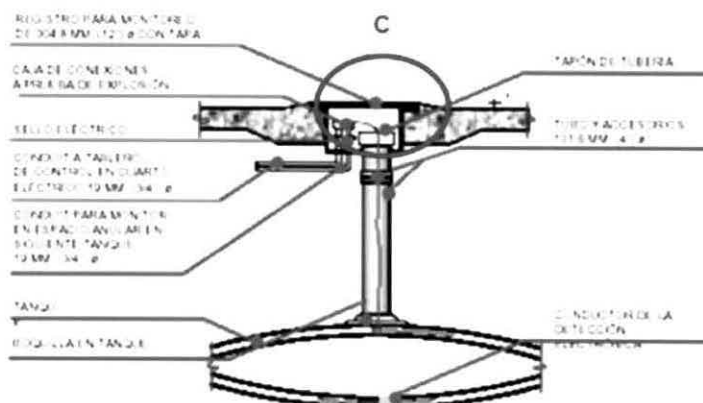
FLOTADOR PARA
PRODUCTO

PLACA DE
ACERO



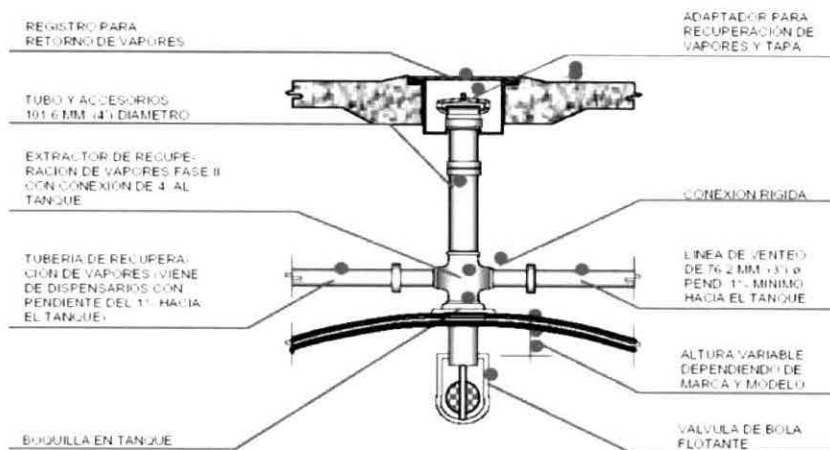
Detección electrónica de fugas en espacio anular: Este sistema ayuda a prevenir fugas ocasionadas por fallas en el sistema de doble contención del tanque. Su instalación es obligatoria. En el extremo superior del tubo habrá un registro con tapa para la interconexión con el dispositivo de detección de fugas, el cual será interconectado a la consola de control; el dispositivo estará integrado de acuerdo al diseño del fabricante.

Según los procedimientos de fabricación de los proveedores, en el interior del tanque se dejarán las canalizaciones adecuadas para alojar al sensor electrónico para detección de hidrocarburos en la parte más baja del espacio anular. Conjuntamente con este sistema se interconectarán los sensores del dispensario y de la motobomba.



MONITOREO EN ESPACIO ANULAR "C"

Dispositivo para purga: Boquilla con diámetro de 51 mm (2") a la que se conectará por ambos extremos un tubo de acero al carbón cédula 40 del mismo diámetro, que partirá desde el nivel de piso terminado hasta 102 mm (4") antes del fondo del tanque. El tubo servirá de guía para introducir una manguera que se conectará a una bomba manual o neumática para succionar el agua que se llegue a almacenar dentro del tanque por efectos de condensación. El extremo superior del tubo guía tendrá una tapa de cierre hermético, con la finalidad de evitar las emanaciones de vapores de hidrocarburos al exterior, contando además a nivel de piso terminado con un registro con tapa para poder realizar la maniobra de succión correspondiente.



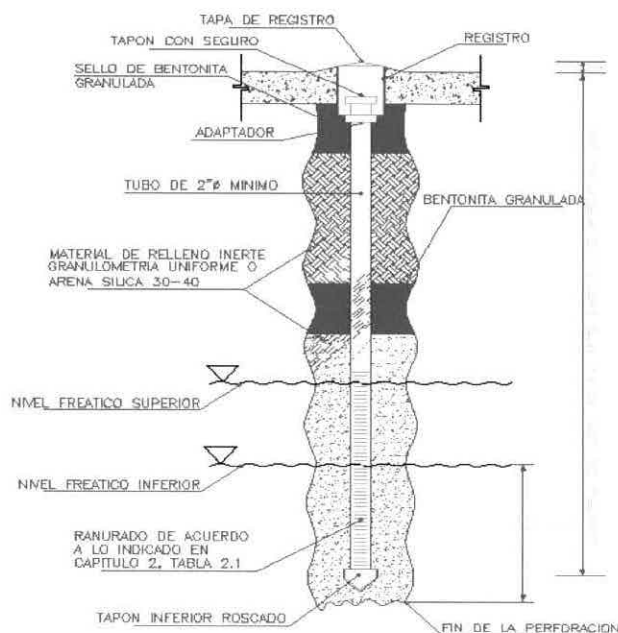
CONEXION DE RETORNO DE VAPORES Y VENTEO ("B")

Recuperación de vapores: Corresponde a la fase I de recuperación de vapores y lo llevarán instalado todos los tanques de almacenamiento. Consiste en un conjunto de accesorios, tuberías, mangueras y conexiones especialmente diseñados para recuperar los vapores de hidrocarburos producidos en la operación de transferencia de gasolinas del tanque de almacenamiento al autotanque. Contempla la fase I.

Entrada hombre: Estará localizada en el lomo del tanque y su tapa se fijará herméticamente. Cuando el tanque esté confinado se instalará para su acceso un contenedor con doble tapa que termine hasta el nivel de la losa superior (en caso de que exista ésta). La tapa debe ser de peso liviano para evitar lesiones al operario, y su medida máxima será de 42". La entrada hombre será utilizada para realizar la inspección y limpieza interior de los tanques de almacenamiento.

Se puede colocar en su tapa las boquillas de accesorios utilizados en el tanque.

Venteo normal: Los venteos normales de los tanques de almacenamiento deben instalarse de acuerdo a los siguientes criterios: En hidrocarburos líquidos con temperatura de inflamación mayor a 60° C (combustible diesel) se utilizarán boquillas para venteos con válvula de venteo. Los hidrocarburos líquidos con temperatura de inflamación menor a 60° C (gasolinas) deben contar con válvulas de presión/vacío. Por ningún motivo debe quedar oculta o bloqueada la sección superficial de los venteos de tanques de almacenamiento.



POZO DE MONITOREO

El tanque de almacenamiento no será utilizado hasta que las pruebas de hermeticidad al tanque, tuberías y líneas de recuperación de vapores se hayan efectuado.

Áreas de Despacho.

Se instalará un área de despacho. El cual ocupa un área de 176.402m². Para este proyecto se tiene contemplado la instalación de 3 dispensarios tipo master (de 6 mangueras) los cuales darán servicio con la opción de solicitar gasolina (magna sin o Premium plus) y combustible diésel.

Cada dispensario guardara una separación de 8 metros entre estos mismos. Para el despacho de productos se usaran El piso es de concreto armado con una pendiente de 2% y un NPT +0.20. Esta contiene 4 registro de 50 x 50 cm con tapa utilizado como trampas de combustible.

Cada uno de los dispensarios estará equipado con válvulas de corte rápido (Shut-off) para evitar cualquier posible derrame que pudiera surgir en cualquiera de los dos tipos de combustibles que en su momento puede despachar. Así mismo se cuenta con interruptores de emergencia de tipo hongo que en cualquier momento permiten desactivar completamente cada dispensario y simultáneamente el sistema general operativo de la estación. Las válvulas de corte rápido están instaladas tanto en las líneas de suministro de combustible como en cada una de las mangueras.

Las áreas de despacho cuentan con registros con rejillas (tipo Irving) para la captación de hidrocarburos en el caso de cualquier derrame y dichos registros se comunican con la trampa de combustibles.

Cada dispensador cuenta con: elemento protector, cinta reflejante, tubo de acero, 1 extintor de 9 kg, sistema de fijación de los extinguidores, 1 botón de paro de emergencia, 1 basurero, 1 exhibidor de aceites, 1 pedestal Agua-Aire. Dentro del área de dispensarios se instalaran 4 registros ciegos y 4 registros con rejilla colectora aceitosa (trampas de combustible y aceite). Los elementos protectores son fabricados con tubo de acero de 4" de diámetro.

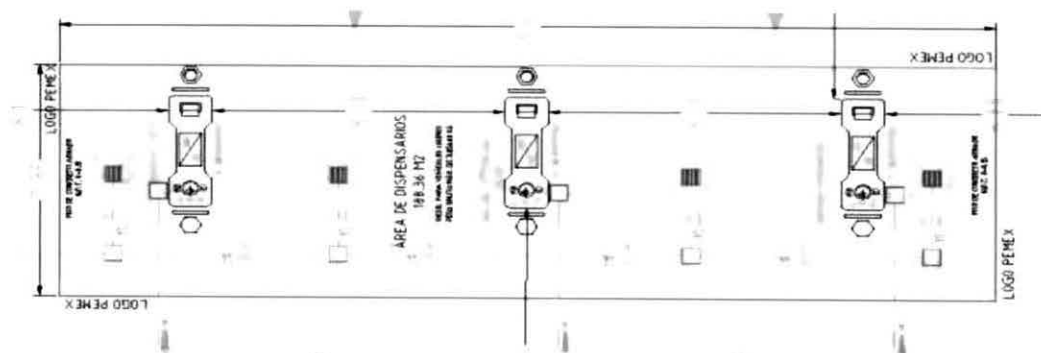


Figura No. 5 Área de dispensarios.

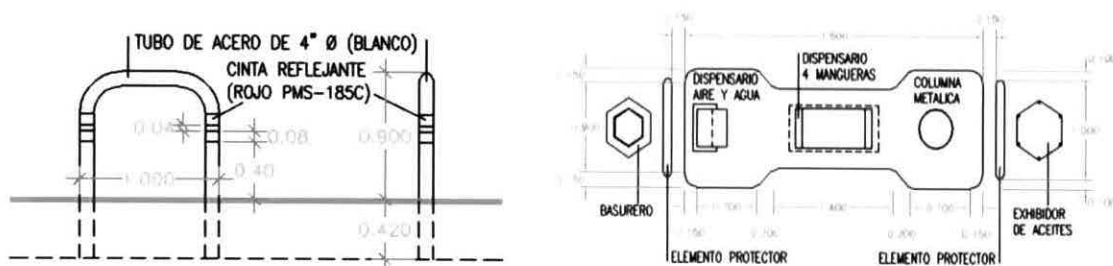


Figura No. 6 Detalles de protección de dispensarios y vista superior del dispensario.

En la parte inferior de los dispensarios se instalarán contenedores herméticos de fibra de vidrio, polietileno de alta densidad o de otros materiales certificados para la contención y manejo de los productos, que cumpla con estándares internacionales de resistencia, quedando prohibida la fabricación de contenedores de tabique, concreto o cualquier otro material pétreo, o de contenedores que no cumplan con la certificación oficial. Los contenedores serán herméticos y estarán libres de cualquier tipo de relleno para facilitar su inspección y mantenimiento.

Detección electrónica de fugas: Es obligatoria la instalación de un sistema para detección de líquidos y/o vapores con sensores en los contenedores de bombas sumergibles, dispensarios y líneas de producto, de acuerdo a lo dispuesto en las secciones 5.4.4 y 6.4.2 del código NFPA 30A; opcionalmente se colocará en los pozos de observación y monitoreo. En todos los casos, los sensores deben instalarse conforme a recomendaciones del fabricante.

La energía que alimenta al dispensario y/o motobomba debe suspenderse automáticamente cuando se detecte cualquier líquido en el contenedor.

Los dispensarios deben cumplir con las especificaciones y términos de la NOM-005-SCFI-2005 "Instrumentos de medición-Sistema para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos-Especificaciones, métodos de prueba y de verificación", del 27 de septiembre de 2005, para tal efecto deben contar con el Certificado de Cumplimiento de dicha norma y la Aprobación de Modelo o Prototipo que expiden la Dirección General de Normas y Dirección de Metrología de la Secretaría de Economía. Así mismo, deberán cumplir con las demás disposiciones que emitan las autoridades correspondientes.

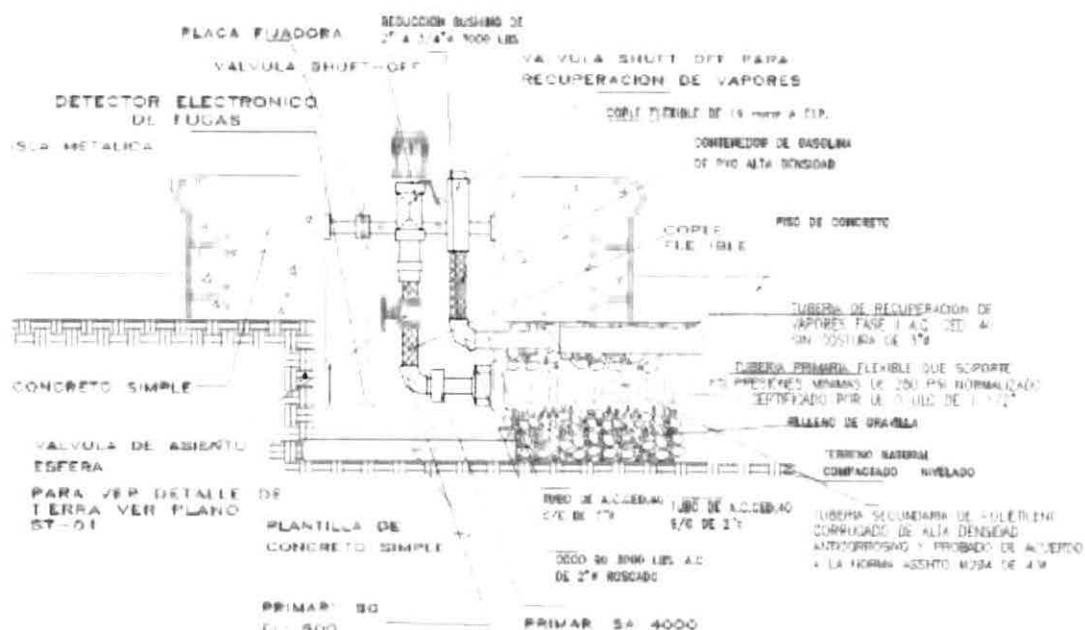


Figura No.7 Detalle de contenedor de productos.

El sistema eléctrico del dispensario debe apegarse a lo establecido en la NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones eléctricas (Utilización) y el computador debe cumplir con las especificaciones y pruebas de la NOM-001-SCFI-1993 "Aparatos electrónicos - aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo": Peligro de choque eléctrico, requisitos de aislamiento, resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Los dispensarios deben incorporar dispositivos y tecnologías en sus sistemas electrónico e hidráulico, de tal manera que aseguren la exactitud de las mediciones que se realicen en las transacciones comerciales, en apego a lo que señalen la Secretaría de Economía y Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Deben incorporar sistemas para medir y despachar el volumen de combustible que entrega el dispensario. Los sistemas de medición deben contar con los siguientes elementos de protección y seguridad que garanticen su uso sin riesgo de accidentes por explosión o incendio: Instalación eléctrica a prueba de explosión, dispositivo de recirculación, eliminador de aire y válvula de control.

Los sistemas de medición deben tener la capacidad para operar en un rango de 35 a 50 litros por minuto para el despacho de gasolinas y diésel en la zona de vehículos ligeros; de 35 a 50 litros por minuto para el despacho de gasolinas en la zona de vehículos pesados y de 60 a 90 litros por minuto para el despacho de diésel en la misma zona de vehículos pesados.

El sistema de medición debe tener un dispositivo dial o interruptor de ajuste para realizar la calibración del dispensario.

El ajuste volumétrico del instrumento de medición se debe realizar directamente en el dispensario y no de manera remota a través de algún otro dispositivo.

Los instrumentos de medición deben contar con medios que impidan alterar los indicadores de volumen entregado, precio por unidad y total de la venta.

El motor del sistema de bombeo debe ser a prueba de explosión para usarse en lugares que contengan atmósferas peligrosas de la clase I, grupo D, divisiones 1 y 2, de acuerdo a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, con los medios de protección que permitan una operación sin riesgo.

El sistema de medición debe contar con válvula solenoide para interrumpir el paso de combustible.

Debe incorporar filtros con mallas filtrantes de 10 micras para gasolinas y 30 micras para diésel, de tal manera que se elimine la mayor parte de las partículas en suspensión que obstruyen los sistemas de inyección del motor de los vehículos.

La instalación eléctrica debe cumplir con las disposiciones y especificaciones de protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros, en apego a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

Mangueras para el suministro de producto en buenas condiciones, de 4.00 metros de longitud para la zona de vehículos ligeros y de 4.00 metros a 5.50 metros para la zona de vehículos pesados, de acuerdo a lo señalado en la sección 6.5.1 del código NFPA 30A. La longitud de las mangueras de los dispensarios de instalaciones marinas pueden exceder de 5.50 metros, éstas deben asegurarse de tal manera que queden protegidas contra daños, de acuerdo a lo indicado en la sección 11.4.1 del código NFPA 30A.

Las mangueras pueden tener mecanismos retráctiles para protegerlas y minimizar la acumulación de líquidos en los puntos bajos, de acuerdo a lo indicado en la

sección 6.5.3 del código NFPA 30A. Cuando se instalen estos mecanismos, las válvulas de corte pueden quedar colocadas entre el punto de sujeción del mecanismo retráctil y la pistola de despacho.

Las mangueras llevarán instalada una válvula de corte a por lo menos 30 cm. del cuerpo del dispensario dependiendo de las características del proyecto, con capacidad para retener el producto en ambos lados del punto de ruptura.

Las mangueras de los dispensarios y las boquillas de las pistolas serán de 5/8" ó 3/4" de diámetro para el despacho de diésel y gasolinas en la zona de gasolinas o de vehículos ligeros hasta de 3,856 Kgs., de peso bruto vehicular, así como gasolinas en la zona de diésel o de vehículos de más de 3,856 Kgs., de peso bruto vehicular; y de 1" de diámetro para el despacho de diésel en la zona de diésel o de vehículos de más de 3,856 Kgs., de peso bruto vehicular.

Pistolas para el despacho de producto certificadas por código UL o equivalente, fabricadas con materiales que no acumulen cargas electrostáticas, con mecanismo de cierre automático y hermético.

Deben incorporar un mecanismo de sujeción del tipo escalerilla cuando se instalen en dispensarios utilizados en instalaciones con servicio de despachadores y sin mecanismo de sujeción para el autoservicio.

Con sistemas de recuperación de vapores de acuerdo a requerimientos y disposiciones de las autoridades competentes.

En Fase II de recuperación de vapores se instalarán mangueras y accesorios coaxiales, así como boquilla de recuperación de vapor para controlar, recuperar, almacenar y/o procesar los vapores de hidrocarburos producidos en las operaciones de transferencia de gasolinas.

Al término de la construcción de la Estación de Servicio, previo al inicio de operaciones, se debe verificar la instalación del dispensario de acuerdo a lo siguiente:

- ☒ Que el dispensario se encuentre bien anclado al basamento del módulo de despacho y que la sección de fractura de la válvula shut - off se ubique al nivel correcto.
- ☒ Que las tuberías y sus conexiones, así como las válvulas de corte rápido en contenedores de dispensarios y mangueras de producto, se encuentren bien instaladas y ajustadas.
- ☒ Que al presurizar las líneas de producto no exista fuga en conexiones y mangueras.

- ☑ Que no tengan aire las líneas y mangueras de producto.
- ☑ Que la programación del dispensario esté correcta.
- ☑ Que pueda realizar las comunicaciones de las transacciones realizadas.
- ☑ Que el sistema de recuperación de vapores fase 2 opere correctamente.
- ☑ Que los precios unitarios y el producto despachado en cada manguera sean correctos.
- ☑ Que al activar el interruptor de emergencia o al accionar la válvula shut-Off de la tubería de producto del dispensario, la válvula de la pistola de despacho cierre el paso de combustible.
- ☑ Que al transferir combustible (15 litros) a un recipiente aprobado, registrando el tiempo que se tarda en realizar la transferencia; verificando el volumen en el "display" del dispensario (medidor digital), el gasto esté en el rango de 35 a 50 lts/min para las gasolinas en zona de vehículos ligeros y pesados, y diésel en la zona de vehículos ligeros; y de 60 a 90 lts/min para diésel en la zona de vehículos pesados.
- ☑ Que al dejar fluir producto hacia un recipiente a través de la pistola de despacho y accionar manualmente el pasador de la válvula de seguridad, se cierre la compuerta de la misma y cese el paso de producto hacia el recipiente. Se deben probar además todas las válvulas Shut-Off.

Sistema de Conducción de combustible

El sistema de conducción está formado por la bomba sumergible; sus conexiones y accesorios, los cuales se instalarán en un contenedor del tanque de almacenamiento; las tuberías de producto; así como por los dispensarios, conexiones y accesorios, que estarán instalados en un contenedor en el módulo de abastecimiento de producto.



Figura No. 8 Detalle Instalación de Bomba y Contenedor

La bomba tendrá la capacidad para operar a un flujo normal en un rango de 35 a 50 litros por minuto por manguera de despacho de gasolinas o diésel cuando este combustible se despache en la zona de gasolinas para atender a vehículos ligeros con peso bruto vehicular hasta de 3,856 Kgs., y de 60 a 90 litros por minuto por manguera de despacho para diésel para el despacho de combustible a vehículos que superen el peso bruto vehicular de 3,856 Kgs. Dependiendo del número de mangueras que suministre, se puede optar por sistemas de bombeo inteligente o de alto flujo.

La bomba sumergible debe contar con los requisitos siguientes:

- ☒ Con certificación del código UL o equivalente, o con certificado de conformidad de las normas oficiales mexicanas aplicables.
- ☒ Con sistema de control remoto.
- ☒ Con motor eléctrico a prueba de explosión con protección térmica contra sobre-corriente.
- ☒ Debe incorporar una válvula de retención del sifón, válvula de retención de línea, válvula de alivio de presión, eliminadora de aire, conexión para pruebas de presión, y detector mecánico o electrónica de fuga en la descarga.
- ☒ Debe tener la longitud necesaria para colocarla a 0.10 metros de la parte más baja del interior del tanque de almacenamiento.
- ☒ Las tuberías para producto están conformadas por la tubería, conexiones y accesorios existentes entre la bomba sumergible, localizada en los tanques de almacenamiento, y los dispensarios; las características y materiales empleados deben cumplir con los requisitos establecidos en los códigos UL-971 y NFPA 30.

- ☑ Para evitar la contaminación del subsuelo y manto freático, las tuberías de producto subterráneas, colocadas en terreno natural o en trincheras, deben ser nuevas de doble pared; consisten en una tubería primaria (interna) y una secundaria (externa), que van desde el contenedor de la bomba sumergible hasta el contenedor del dispensario; este sistema provee un espacio anular intersticial) continuo para verificar la hermeticidad en la línea de producto en cualquier momento.
- ☑ El sistema completo de doble contención para la conducción de productos líquidos (gasolinas y diésel) contará con un sistema de detección electrónica de fugas en línea, a la descarga de la bomba sumergible, de acuerdo a lo dispuesto en las secciones 5.4.4 y 6.4.2 del Código NFPA 30A.
- ☑ Los codos, coples, "tees" y sellos flexibles para las conexiones de tubería primaria y secundaria, deben ser los indicados por los códigos UL-971 y NFPA 30, de acuerdo a las características exigidas para el tipo de producto que conducirán las tuberías, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de doble contención.
- ☑ La tubería de distribución puede ser rígida o flexible. En la tubería rígida se instalarán conexiones flexibles tanto a la salida de la bomba sumergible como a la llegada de los dispensarios. En la tubería flexible la derivación a los dispensarios puede ser rígida dentro del contenedor.

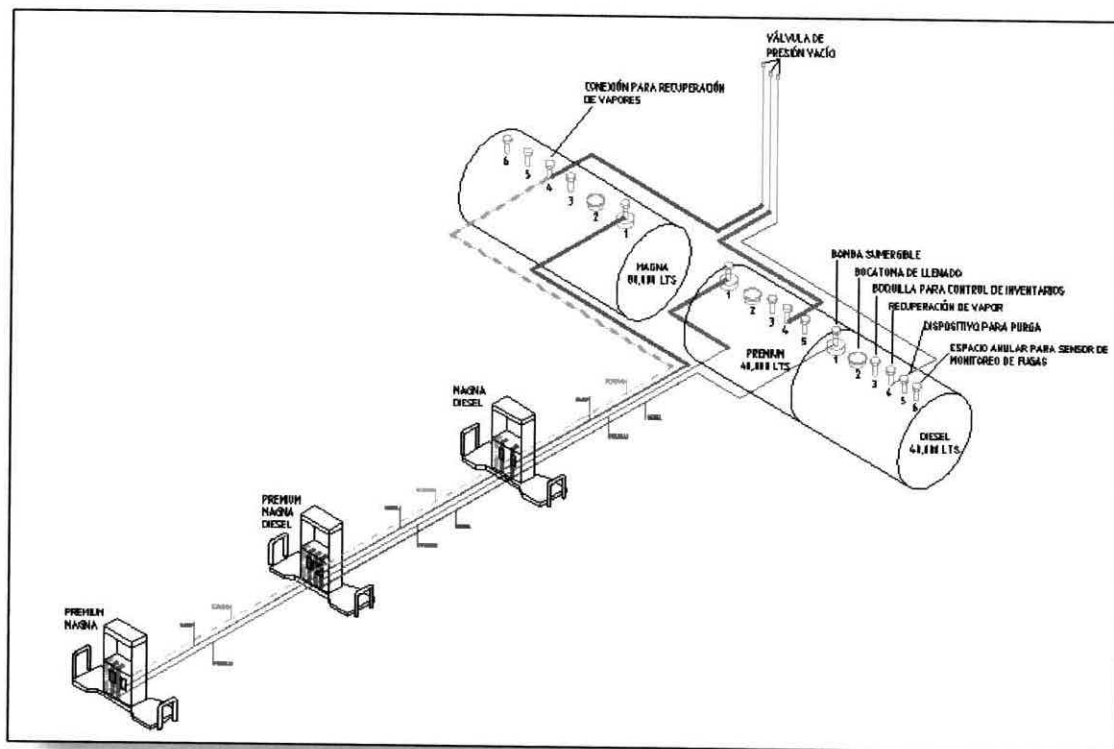


Ilustración. Isométrico líneas de suministro de producto.

El contenedor secundario de la tubería se instalará herméticamente desde el contenedor de la motobomba hasta el contenedor de los dispensarios y entre los contenedores de los dispensarios, evitando en lo posible la instalación intermedia de válvulas, registros u otros accesorios que interrumpen el sistema de doble contención. En el caso de requerirse conexiones intermedias deben instalarse dentro de contenedores registrables para inspección y contarán con sistema de detección de fugas mediante sensor.

Tipos de tuberías.

Se utilizarán tuberías de doble pared flexible de 1 3/4" de 2 y 3 pulgadas de diámetro y cuya trayectoria va de la succión de la bomba sumergible ubicada en los tanques de almacenamiento hasta los dispensarios.

Instalaciones mecánicas.

Se instalarán las líneas de combustible y de recuperación de vapores con tubería rígida de fibra de vidrio de doble pared 3" pulgadas de diámetro, así como válvulas y conexiones colocadas en trincheras subterráneas distribuidas estratégicamente

desde las áreas de almacenamiento de combustibles hasta las respectivas zonas de despacho y todo en estricto apego a la normatividad que establece Pemex Refinación en cuanto a instalaciones mecánicas.

Instalaciones eléctricas.

Para la selección del equipo y material eléctrico se considera la clasificación de áreas peligrosas tanto para la división 1 y 2, de acuerdo a la Norma NMX-B-208-1994 y a la normatividad que establece Pemex Refinación en proyectos y construcción de estaciones de servicios.

En la división 1, el equipo y las instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión, empleándose tubo conduit rígido metálico roscado de pared gruesa cédula 40, los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos contarán con un elemento, para conectarse al conductor de tierra.

En la división 2, el equipo y las instalaciones eléctricas, serán a prueba de explosión, junto con los receptáculos, clavijas, extensiones de alumbrado y todo el equipo que posea contactos o dispositivos capaces de producir arco eléctrico así como altas temperaturas.

En cuanto a la instalación de canalizaciones enterradas se utilizará tubo metálico debidamente protegido con recubrimiento de concreto de 5.0 cm de espesor. Las canalizaciones que se utilizarán en los dispensarios, bombas sumergibles y compresores, serán de conduit flexible a prueba de explosión.

En la instalación de conductores, no estarán expuestos a líquidos o gases inflamables que tengan efectos dañinos ni deberán estar expuestos a temperaturas excesivas. Para instalaciones visibles, se utilizarán conductores con cubierta de aluminio, hermética a líquidos y gases tipo A.I.S. en cuanto a la instalación de cables móviles, estos estarán sujetos firmemente en cajas a prueba de explosión.

En la acometida a los dispensarios, interruptores y en general cualquier equipo eléctrico que se localice en áreas peligrosas, contará con sellos en las canalizaciones eléctricas para impedir el paso de gases, vapores o flamas de un área a otra de la instalación eléctrica.

El cableado eléctrico estará de acuerdo a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-063-SCFI-2001 y será alojado dentro de ductos eléctricos en toda la Estación de Servicio.

Fuera de las áreas clasificadas, pueden instalarse registros donde se efectúe la transición de ductos a prueba de explosión, a canalizaciones no metálicas, previa instalación de un sello eléctrico que mantenga la hermeticidad dentro de las áreas peligrosas.

En las estructuras de acero se utilizarán espaciadores, ganchos, charolas u otros elementos apropiados para asegurar rígidamente los conduits de acuerdo al espaciamiento mínimo que indiquen los reglamentos locales y federales.

Los registros de los ductos subterráneos no quedarán localizados dentro de las áreas peligrosas clasificadas en las divisiones 1 y 2. Estos registros deben ser lo suficientemente amplios y accesibles para trabajos de mantenimiento.

La instalación eléctrica para la alimentación a motores se efectuará utilizando circuitos con interruptores independientes, de tal manera que permita cortar la operación de áreas definidas sin propiciar un paro total de la Estación de Servicio. En todos los casos se instalarán interruptores con protección por fallas a tierra.

Los tableros para el centro de control de motores estarán localizados en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas, la cual por ningún motivo debe estar ubicada en el cuarto de máquinas y procurando que no se ubique en las áreas clasificadas de las divisiones 1 y 2.

Los interruptores estarán localizados en el interior de la oficina de control de la Estación de Servicio donde habitualmente exista personal, en la fachada principal del edificio de oficinas, en la zona de despacho y en la zona de almacenamiento, independientemente de cualquier otro lugar. Los botones de estos interruptores serán de color rojo y se colocarán a una altura de 1.70 metros a partir del nivel de piso terminado.

Si por limitaciones de espacio el cuarto donde queden alojados los tableros y el centro de control de motores se localiza en áreas peligrosas, los equipos eléctricos que se instalen serán a prueba de explosión o clase NEMA-7, o bien se instalará un equipo de presurización.

La Estación de Servicio debe tener instalado dos contactos eléctricos independientes de 120 Volts, con capacidad para suministrar 15 y 25 Amperes a Laboratorios Móviles, para que se realice la verificación de la calidad de los combustibles.

El cable utilizado para el alumbrado debe ser de cobre de 600 voltios, clase THWN aislado con cubierta de plástico, de acuerdo a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-063-SCFI-2001. No se instalarán conductores menores al No. 12 AWG ó 600 voltios y los de control serán del No. 14 AWG y estarán identificados correctamente por el fabricante.

Los equipos de alumbrado serán instalados y tendrán fácil acceso para permitir su mantenimiento.

La iluminación de cada una de las áreas exteriores que componen la Estación de Servicio se efectuará a base de luminarias de vapor de mercurio, de haluros metálicos o lámparas fluorescentes.

No se usaran lámparas de vapor de sodio y/o cualquier otro tipo de lámparas que no proporcionen luz blanca.

La iluminación interior en los edificios se efectuará siguiendo los criterios expuestos en las normas técnicas para instalaciones eléctricas de la Secretaría de Energía.

Las luminarias en exteriores serán del tipo "box" o gabinete con difusor con lámparas de luz blanca que proporcionen un nivel de iluminación no menor a los 200 luxes. Se instalarán a una altura de 4.50 metros del nivel de piso terminado cuando estén montadas sobre postes metálicos y la altura no puede ser menor a 2.50 metros cuando se encuentren adosadas directamente a los muros.

Las luminarias estarán ubicadas en los accesos y salidas, en la zona de tanques de almacenamiento, en las áreas de despacho y en las circulaciones interiores de la Estación de Servicio y estarán distribuidas de tal manera que proporcionen una iluminación uniforme a las áreas citadas.

La instalación de luminarias sobre las columnas o cualquier otro elemento vertical de las áreas de despacho de gasolinas, estarán empotradas o sobrepuestas en el plafón de las techumbres de dichas zonas.

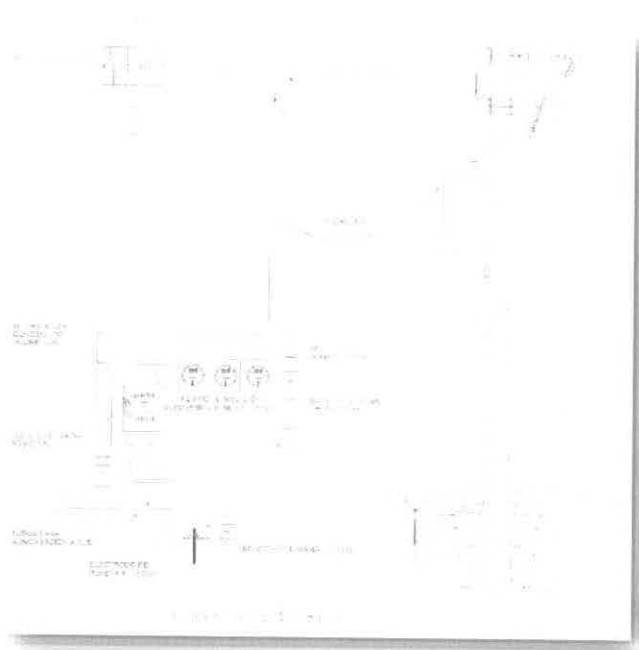


Figura No.9 Acometida eléctrica

El tablero de control de motores y centro de alumbrado, se encontrará en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas. La estación de servicio, asimismo, contará con cuatro interruptores de emergencia de golpe (tipo hongo) que en caso de cualquier emergencia, desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos de fuerza así como los de alumbrado en dispensarios.

Estos interruptores estarán localizados en la oficina de control, en la fachada principal del edificio de oficinas y en la zona de despacho.

En cuanto al sistema general de tierras, será diseñado de acuerdo a las características del proyecto para evitar la acumulación de cargas estáticas, así como el descargar a tierra las fallas por aislamiento y las descargas atmosféricas que por un diferencial de potencial, pueden producir una chispa.

Este sistema dará una adecuada iluminación en pasillos, escaleras, accesos y salidas de los edificios, así como en las rutas de evacuación de la estación.

Instalaciones sanitarias y drenajes.

Se colocará la red de tubería interna para la recolección y desalojo de las aguas aceitosas y pluviales de la Estación de Servicio de 6" de diámetro de asbesto-cemento para el manejo de aguas aceitosas y pluviales (material ideal para el manejo de hidrocarburos en el caso de cualquier posible derrame que pudiera suceder en las áreas de despacho de la Estación) también con una pendiente del 2%. En la parte final de cada sistema de drenaje se contará con su respectiva trampa de combustibles, previa al desalojo hacia la fosa séptica. Por ningún motivo se mezclarán directamente los drenajes que contengan aguas aceitosas con las aguas negras. Las aguas residuales aceitosas serán recolectadas por una empresa especializada y se manejarán como residuos peligrosos.

Techumbre.

El diseño de la techumbre del presente proyecto, está debidamente calculado estructuralmente para poder soportar las cubiertas metálica, el falso plafón que se instala con lámina acanalada. El juego de lámparas para la iluminación de la zona de despacho y el faldón luminoso con su respectivo gabinete. El agua de las techumbres provenientes de lluvia será enviada al sistema de drenaje pluvial de la ciudad.

Faldón y remate inferior cóncavo en techumbre menor a 0.90 metros

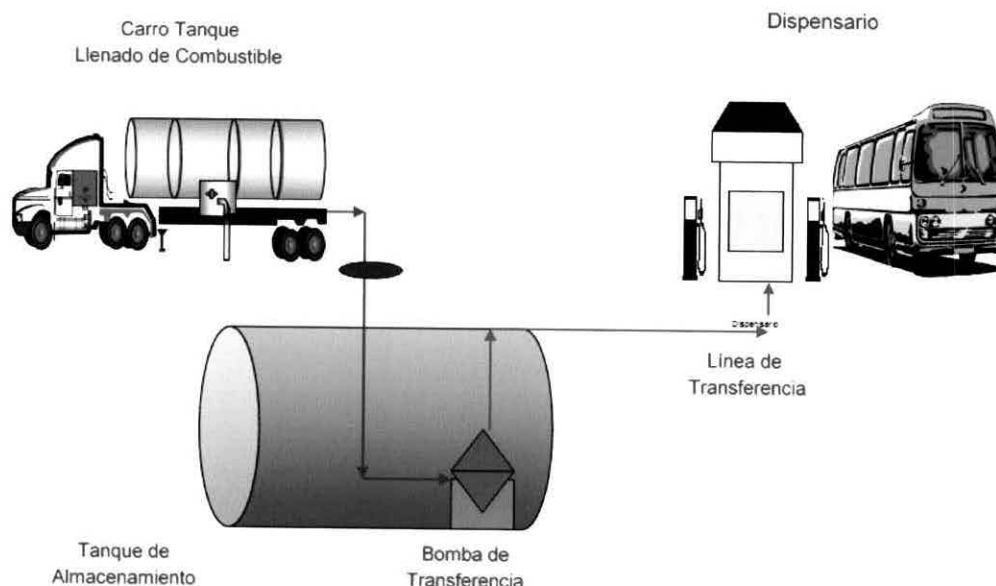


La techumbre en su conjunto protege a los dispensarios de abastecimiento y a los consumidores de la lluvia así como de los rayos solares.

Operación de la Estación de Servicios.

La operación normal de la estación de servicios implica el abastecimiento constante de combustible de los tanques de almacenamiento hacia los dispensarios y de estos hacia los automóviles de los consumidores.

Diagrama descriptivo del manejo de Combustible en la Estación de Servicio de Grupo Empresarial Cachanilla, S.A. de C.V.



También se dará la prestación de servicios adicionales como son el suministro de agua y aire, así como de aceites automotores.

El proyecto estará dividido en varias etapas para su construcción y se llevará a cabo en base a los requerimientos específicos de cada área en particular de la Estación de Servicio.

Áreas consideradas:

Las áreas, elementos y componentes que constituyen el proyecto de construcción de la Estación de Servicio son los siguientes:

- **Oficinas:** Consisten en edificaciones donde se realizan servicios para reportar las actividades operativas de las Estaciones de Servicio.
- **Baños y sanitarios:** Para empleados y clientes.
- **Bodegas para limpios:** Se almacenarán los lubricantes de la marca Pemex, aditivos y otros productos para el funcionamiento de la Estación de Servicio.
- **Cuarto de sucios:** Se depositarán los tambores con residuos peligrosos, botes de basura y envases vacíos de lubricantes y aditivos, también se puede utilizar para atender las necesidades de otros servicios complementarios.
- **Cisterna de agua:** Depósito de agua para los servicios, tendrá una capacidad de 10m³.
- **Cuarto de control eléctrico:** Construcción donde se instalarán los tableros eléctricos, centro de control de motores e interruptores de fuerza y alumbrado.
- **Cuarto de máquinas:** Construcción con suficiente ventilación donde se instalarán las compresoras y bombas de agua.
- **Módulos de despacho de combustible:** La Estación de servicio contará con 3 Dispensarios (Módulos de despacho), los cuales serán tipo máster de 6 mangueras. Ver Figura No.6
- **Elementos protectores** Se instalarán elementos protectores en cada extremo de los módulos de abastecimiento, de acuerdo a lo señalado en la Figura No.1.
- **Almacenamiento de combustibles:** Es la zona donde se localizan los tanques de almacenamiento. Que en este proyecto se localizan a un costado de los dispensarios, manteniendo las medidas de seguridad establecidas. La

descarga de los venteos se colocará sobre la techumbre de la zona de despacho.

Accesos, circulaciones y estacionamientos: Están constituidos por rampas, guarniciones y banquetas, circulación vehicular, circulación de auto tanque y cajones de estacionamiento.

Áreas verdes: Sea destinado el 10.016% de la superficie total del terreno el cual es de 128.260m² para diseñar las áreas verdes que serán de acuerdo a las características del terreno y tipo de plantas de la región. Se instalará un sistema de riego manual el cual puede ser independiente de las demás redes de distribución de agua potable.

Se ha considerado que en los accesos y salidas de la Estación de Servicio no se planten arbustos de gran altura y espesor, que puedan obstaculizar la visibilidad de los conductores.

Accesos y circulaciones: Se ha contemplado los radios de giro para los vehículos: 6.00 metros para automóviles y 13.00 metros para camiones o auto tanques. Así mismo se ha considerado que el auto tanque pueda entrar y salir de manera segura a la Estación de Servicio y que los giros o vueltas que impliquen efectuar alguna maniobra de reversa, lo realice dentro del predio, en áreas libres de elementos o de obstáculos que impidan efectuar las maniobras.

Se ha considerado que en los accesos y salidas de la Estación de Servicio no se planten arbustos de gran altura y espesor, que puedan obstaculizar la visibilidad de los conductores.

Rampas: Las rampas de acceso y salida tendrán una distancia transversal igual a 1/3 del ancho de la banqueta. La longitud de las rampas sólo se modificará de acuerdo a las reglamentaciones locales de cada entidad federativa.

Guarniciones y banquetas internas: Las guarniciones serán de concreto con un peralte no menor a 15 cm. a partir del nivel de la carpeta de rodamiento. Las banquetas serán de concreto, adoquín o material similar con un ancho libre de por lo menos 1.00 metros y estarán provistas de rampas de acceso para discapacitados.

Circulaciones vehiculares internas: En zonas urbanas, el piso de las áreas de circulación será de concreto armado, asfalto, adoquín u otros materiales similares.

Estacionamientos: En el diseño se tomaron en cuenta los radios de giro para los vehículos: 6mts., para automóviles y 13mts., para camiones. El tipo de superficie de rodamiento garantiza la operación segura de los vehículos, así mismo se cuidó que en el área destinada a tráiler y camiones no se usen pavimentos asfálticos.

Sistemas contra incendio: Se instalarán extintores contra incendio en la zona de despacho, en la zona de almacenamiento, en el cuarto de máquinas y en el edificio de oficinas. En cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, relativa a las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo. Tomando en cuenta las siguientes indicaciones de seguridad:

Los extintores se colocarán en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido no exceda de 15 metros desde cualquier lugar ocupado en el centro de trabajo.

Los extintores serán colocados a una altura mayor de 10 cm. arriba del suelo y a una altura de 1.50 mts como límite máximo.

Serán colocados en sitios donde la temperatura no exceda los 50°C y no sea menor de -5°C y donde estén protegidos de la intemperie. Utilizando letreros de señalamiento de acuerdo a su ubicación como lo establece la NOM-026-STPS-1998.

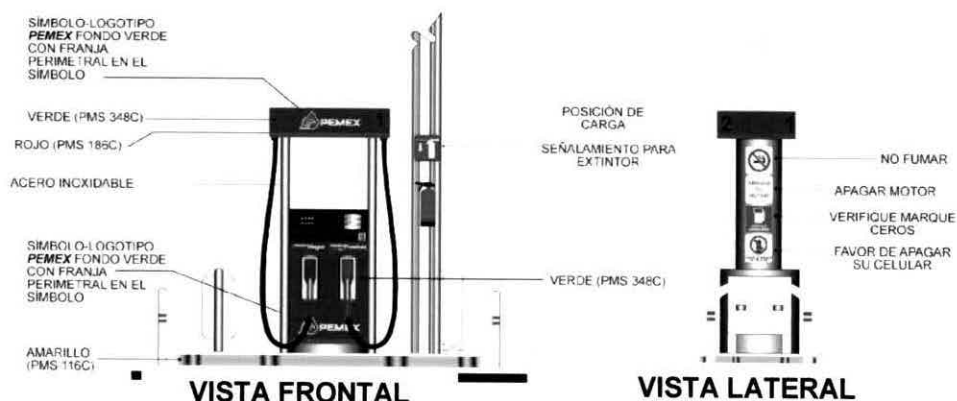
Los extintores utilizados en las Estaciones de Servicio para combatir el fuego serán de 9.0 kg cada uno y estarán dotados de polvo químico seco para sofocar incendios de las clases A, B y C. La cantidad de extintores a instalar en la Estación de Servicio será de acuerdo a lo siguiente:

- Zona de despacho: Se instalará por lo menos un extintor por cada 4 posiciones de carga o fracción y se localizarán sobre las columnas que soportan la techumbre de esta zona. En caso de no poderse instalar sobre las columnas, se puede optar por la ubicación más cercana de los dispensarios. Como se muestra en la figura No.5
- Zona de almacenamiento: Se instalarán 2 extintores o más por cada zona de almacenamiento.
- Cuarto de máquinas: Se instalará por lo menos 1 extintor.
- Edificio de oficinas: Se instalarán 2 extintores o más.

Se ha considerado que en los accesos y salidas de la Estación de Servicio no se planten arbustos de gran altura y espesor, que puedan obstaculizar la visibilidad de los conductores.

No se realiza balance de materiales y de energía ya que la actividad que se realizará no es una actividad de transformación, sino una actividad de compra y venta de gasolina.

DISPENSARIOS (MODULOS DE ABASTECIMIENTO)



II.2.4.5. Temperaturas y presiones de diseño y operación.

Las condiciones de operación de este equipo (temperatura y presión) serán normales ya que no es una actividad de transformación.

II.2.5. Operación y mantenimiento

Estación de Servicio: Durante la operación de la Estación de Servicio se requerirá utilizar agua para el servicio sanitario exclusivamente y para proveer agua a los depósitos de los radiadores de los automóviles o camiones a través de una cisterna de almacenamiento de agua.

Local Comercial: Se requerirá utilizar agua para el servicio sanitario exclusivamente.

Autoservicio: Se requerirá utilizar agua para el servicio sanitario exclusivamente.

Etapa de Operación

Nombre comercial	Nombre químico	CRETIB	Consumo mensual	Estado Físico	Características transportación	Características almacenamiento
Gasolina MAGNA	Hidrocarburo	T, I	60 m ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
Gasolina PREMIUM	Hidrocarburo	T, I	40 m ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
DIESEL	Hidrocarburo	T, I	40 m ³	Líquido	Terrestre (camión)	A granel
Accesorios	Lubricantes	T, I	300 botellas	Líquido	Terrestre (camión)	A granel

N.D. No Determinado al momento

No se generarán productos ni subproductos

II.2.5.1. Tipo y cantidad de maquinaria y equipo

Preparación del sitio y Construcción:

NOMBRE	CANTIDAD	TIEMPO DE OPERACIÓN	ENERGÍA CON QUE OPERAN
Bailarinas	1	10 horas / día	Neumática
Camión de volteo	1	10 horas / día	Combustible
Rodillo compactador	1	10 horas / día	Combustible
Motoconformadora	1	10 horas / día	Combustible
Retroexcavadora	1	10 horas / día	Combustible
Camión Pipa	1	10 horas / día	Combustible
Plancha	1	10 horas / día	Combustible
Maquinas Soldadoras	1	8 horas / día	E. Eléctrica

Almacenamiento de la gasolina.

Se instalaran dos tanques de almacenamiento marca Gumex Elutrón de doble pared.

Tanque No.1 con capacidad de 100m³ compartido en un 40% para gasolina Premium plus y un 60% para gasolina magna sin.

Tanque No.2 con capacidad de 40m³ para combustible diésel.

Área de Despacho.

- 3 dispensarios los cuales contaran con mangueras (diez pies de longitud y respectivas pistolas) cada uno con válvulas de corte rápido, válvulas de corte en mangueras con contenedor para derrames con sensor para detección de fugas. (GASOLINAS).

- Tubería de doble pared flexible de 1 3/4" pulgada para suministro de gasolina, tubería de recuperación de vapores rígida de 3" pulgadas de diámetro y tubería metálica cedula 40 sin costuras de 3" pulgadas de diámetro para venteo de tanques.
- Turbinas de 1.5 HP para succión y suministro a dispensarios.

Seguridad y monitoreo.

- Sistema de monitoreo electrónico para detectar volumen de combustibles, temperatura y cantidad de agua formada por condensación dentro del tanque.
- Detector para posibles fugas en espacio intersticial del tanque (doble pared) y detección de combustibles en los contenedores para derrames en dispensarios y tanques.
- Consola de control para despacho de combustibles por posición de venta, detección de volúmenes de venta por dispensario, control de volúmenes por venta y determinación de cortes de venta por dispensario.
- Registro con rejilla tipo Irving para la captación de hidrocarburos en el caso de cualquier posible derrame en la zona de despacho y de tanques.
- Trampa de combustibles para la captación de hidrocarburos en caso de derrames.

La energía eléctrica que requiere el equipo para su funcionamiento es de 110 y 220 watts.

Etapa de Operación:

DISPENSARIOS			
Nombre	Cant.		Descripción
Dispensario TOKHEIM (GASOLINA)	3		3 productos, 2 lados, 6 mangueras (magna-premium), 115 volts/60 hz, filtros internos, gráficos PEMEX medición litros, un solo nivel de precios, preparado para recuperación de vapores, capacidad para incorporar lector de tarjetas de crédito equipado con preset, mangueras de 3/4" x 12 pies, color verde y roja, CANOPY imagen PEMEX y 6 pistolas OPW (magna- premium).
BASE Y CONTENEDOR	3		Contenedor de fibra de vidrio y base net. para dispensario tokheim
PISTOLA PARA GASOLINA	18		Pistola para dispensario en color verde y rojo marca HUSKY medidas de 3/4" para gasolina modelo 159404 (X)
MANGUERAS PARA DISPENSARIO (GASOLINA)	18		Mangueras para dispensarios tokheim en color rojo y verde para gasolina magna y premium, en medidas de 3/4" X12 en marca good year
FUNDAS PARA PISTOLA	18		Fundas para pistolas en color rojo, verde y negro. Marca good year

SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
REGISTRO DE HIERRO	3		Registro de hierro, marca fairfield OPW Modelo 781-212-08.
TAPA DE ALUMINIO PARA REC. DE VAPORES	3		Tapa de aluminio para válvula de recuperación de vapores con empaque buna-n ebw Modelo 304—301—01 (gasolina).
VALVULA CHECK	3		Válvula CHECK de aluminio para recuperación de vapores ebw mcd. 300-210-01 (gasolina).
ACCESORIO	3		Accesorio de hierro fundido para extracción de válvula flotadora ebw modelo 331-300-01 (4"x4"x3"x3")
VALVULA FLOTADORA DE ALUMINIO	3		válvula flotadora de aluminio para retorno de vapores y ventilación ebw modelo 308-205-01

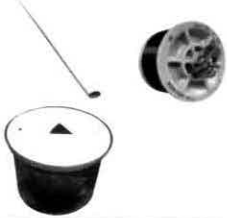
SISTEMA DE MEDICION			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
MONITOR ELECTRONICO	3		Monitor Electrónico de Tanques, "AUTOSTIK" con impresor modelo 960-400-02 (capacidad hasta 8 tanques) Características: a) control de inventarios. b) detección de fugas. c) alarmas audiovisuales. d) niveles de combustible y agua. e) compensación por cambio de temperatura. f) entradas externas para 8 señales. g) comunicación de datos a computadora. h) reportes con tiempo y fechas.
REGISTRO DE HIERRO	3		Registro de hierro fundido, marca OPW modelo 781-318-08.
SONDA ELECTROLITICA	3		Sonda electrónica para medición de volumen marca ebw 960
ADAPTADOR DE BRONCE	3		Adaptador de bronce ebw 778-301-02.
TAPA CON ENTRADA	3		Tapa con entrada para conexión de sonda ebw 950—202—01

MONITOR PARA FUGAS EN ESPACIO ANULAR DE TANQUE			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
REGISTRO DE HIERRO	2		Registro de hierro fundido, marca ebw Modelo 781-318-08.
TAPA DE BRONCE	2		Tapa de bronce ebw 950-2" para conexión de sensor.79. 13
SENSOR	2		Sensor intersticial electrónico de fugas Marca EBW mcd. LS-3A

SISTEMA DE VENTEO			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
VALVULA DE ALUMINIO (PARA GASOLINA)	2		Válvula de Aluminio de 3" presión vacío para venteo (tanque de gasolina) 802-304-05

SISTEMA DE PURGA			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
REGISTRO DE HIERRO	2		Registro de Hierro mca: Fairfield modelo 781—212-08
TAPA Y ADAPTADOR	2		Tapa y Adaptador 770-101-01 de 2" para tubería de purga

SISTEMA DE BOMBEO			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
REGISTRO METALICO (PARA ENTRADA HOMBRE)	3		Registro metálico p/entrada hombre Mca: fairfield modelo 781-433-12.
CARTUCHO PARA BOMBA SUMERGIBLE	3		Cartucho para bomba sumergible de 1 1/2" H.P PMA-150.
CABEZAL PARA BOMBA SUMERGIBLE	3		Cabezal para bomba sumergible STP-75 ó STP-150 F.E. Petro.
DETECTOR MECANICO DE FUGAS (GASOLINA)	18		Detector mecánico de fugas en línea F.E Petro modelo FXIV (gasolina)
SENSOR INTERSTICIAL ELECTRONICO DE FUGAS	18		Sensor intersticial electrónico de fugas marca ebw mcd. LS-3º
TUBERIA FLEXIBLE	18		Tubería flexible (manguera) con cubierta de acero inoxidable Marca teleflex de 2" x 24".
CONTENEDOR DE FIBRA DE VIDRIO	3		Contenedor de fibra de vidrio reforzado PG-2 a PG-10 para bomba sumergible.

POZO DE MONITOREO			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
KIT PARA POZO DE OBSERVACION	3		KIT para pozo de observación incluye registro de 10" tapa para tubo de inspección de 4" y tubo ranurado de p.v.c. de 4" x 15' mcd. 810-4-k15.
ACCESORIOS	3		Accesorios para llegada de dispensarios. 10 tubería flexible (manguera) con cubierta de acero inoxidable, marca teleflex de 1 1/2" x 24".
VALVULA DE EMERGENCIA	3		Válvula de emergencia (de corte) con fusibles térmico de 60 c marca EBW modelo 662-410-03.
SENSOR INTERSTICIAL ELECTRONICO DE FUGAS	3		Sensor Intersticial Electrónico de fugas marca EBW mcd. LS-3A
MANGUERA PARA GASOLINA PREMIUM	6		Manguera de 3/4" mca cat low (Gasolina Premium)
MANGUERA PARA GASOLINA MAGNA	6		Manguera de 3/4" mca cat low (Gasolina Magna)
QUEBRADOR	18		Quebrador 3/4" mca cat low
DESTORCEDOR	18		Destorcedor de 3/4 " mca: cat low

TUBERIA Y ACCESORIOS DE FIBRA DE VIDRIO			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
TUBERIA	12		Tubería de fibra de vidrio de 3" marca aneron (metro)
CODO	10		Codo de 45° X 3" primario de Fibra de vidrio.
CODO	12		Codo de 90° X 3" primario de Fibra de vidrio.
ADAPTADOR	12		Adaptador (campana por hembra npt) de 3" de fibra de vidrio.
ADAPTADOR	10		Adaptador (campana por macho npt) de 3" de fibra de vidrio.
TEE	8		Tee de 3" primaria de fibra de vidrio.
COPLA	8		Cople (campana por campana) de 3" de fibra de vidrio.

TUBERIA Y ACCESORIOS PARA FLEXIBLE			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
TUBERIA FLEXIBLE	18		Tubería flexible 2" mca: APT 200 sc (metro).
TUBERIA FLEXIBLE	18		Tubería flexible 4" mca: environ (metro).
CONECTOR MACHO	3		Conector macho de 2" mca: apt ms-200
SELLO	18		sello 3/4" feb—075.
SELLO	18		sello de 3" feb300

VARIOS			
Nombre	Cant.	Figura	Descripción
FORMA DE ISLA "HUESO DE PERRO"	3		Forma de Isla "Hueso de Perro de 4'x11, 6"x9" w9" E= 3'6 "
LAMPARA	6		Lámparas 320 watts MCA: LSI
PROTECTOR GUARDA ISLA "U"	6		Protector Guarda Isla "U"

II.2.6. Destino final de las obras y Servicios de apoyo

Una vez que se haya terminado la construcción e instalación de la Estación de Servicio, el Almacén de materiales será removido y reubicado para ser utilizado en otro proyecto de construcción, los baños al igual que el almacén serán utilizados en otras obras.

Las aguas negras generadas serán dispuestos por la empresa que facilite los sanitarios portátiles. La cual se preverá que sea una empresa especializada y autorizada.

Es importante mencionar que el almacén, contenedor para basura y los baños portátiles serán contratados por el contratista de la obra.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio

No se contempla la etapa de abandono del sitio para el presente proyecto, de que al término de la vida útil de la estación de servicio, existe la posibilidad de ampliación o cambio de la infraestructura actual.

Se tiene proyectada una vida útil de 99 años, contemplando el respectivo mantenimiento de los equipos e instalaciones.

Para el caso del retiro de los tanques de almacenamiento, se tiene lo siguiente:

II.2.7.1. Suspensión y Retiro de Operación de Tanques de Almacenamiento

En caso de que el tanque de almacenamiento de doble pared se deje temporalmente fuera de operación, se aplicará el procedimiento señalado en el Apéndice C del Código NFPA 30 "Tanques de almacenamiento temporalmente fuera de servicio", el cual consiste en lo siguiente:

1. Periodo menor a tres meses:
 - a. Mantener en operación los sistemas de protección contra la corrosión que se encuentren instalados.
 - b. Mantener en operación el control de inventarios y la detección electrónica de fugas, o remover el producto que contenga, de tal forma que el volumen remanente no exceda 0.3% de la capacidad total del tanque o su nivel sea como máximo 25 mm con respecto a la parte más baja del interior del tanque.

2. Periodo igual o superior a tres meses:
 - a. Mantener en operación los sistemas de protección contra la corrosión que se encuentren instalados.
 - b. Mantener en operación el control de inventarios y la detección electrónica de fugas, o remover el producto que contenga, de tal forma que el volumen remanente no exceda 0.3% de la capacidad total del tanque o su nivel sea como máximo 25 mm con respecto a la parte más baja del interior del tanque.
 - c. Dejar abierta y en funcionamiento la tubería de venteo.
 - d. Cerrar todas las boquillas del tanque de almacenamiento (de llenado, bomba sumergible, etc.), excepto la de la tubería de venteo.
 - e. Asegurar el tanque contra actos que puedan dañarlo o alterarlo.

II.2.7.2. Suspensión de operación definitiva de tanques de almacenamiento

Las causas de paro definitivo, de tanques de almacenamiento en operación pueden obedecer a retiro y sustitución, al presentarse alguna de las situaciones siguientes.

- No exista hermeticidad en los tanques de doble pared, en sus elementos primario o secundario.
- No exista hermeticidad en los tanques de pared sencilla.
- No esté dentro del rango de vida útil.
- Por cierre definitivo de la Estación de Servicio.

El propietario de la Estación de Servicio está obligado a notificar por escrito con 72 horas de anticipación a Pemex Refinación y a las autoridades competentes el retiro definitivo del tanque, y tramitar ante las autoridades competentes las aprobaciones para su retiro definitivo.

Para el retiro definitivo de operación del tanque de almacenamiento, se realizará la limpieza interior, así como las demás acciones que determinen las autoridades correspondientes.

Retiro de tanques enterrados

Para el retiro de tanques enterrados, se limpiará el tanque, se vaporizará e energizará, se instalarán las señales preventivas, acordonará el área y asignarán dos personas capacitadas en el uso de extintores para apoyar en todo momento

la seguridad de las actividades, cada una con un extintor de 9 kilogramos de polvo químico seco tipo ABC.

Como medidas previas al retiro de los tanques de almacenamiento en Estaciones de Servicio, se realizará la limpieza interior del tanque, de acuerdo a lo indicado en este manual.

- Desenterrar la parte superior del tanque.
- Desconectar todas las líneas y conexiones del tanque, incluyendo las de venteo.
- Tapar temporalmente todas las conexiones del tanque a fin de que durante las maniobras de retiro de la fosa no entre tierra o algún otro material en su interior.
- Una vez retirado el tanque de la fosa, no permanecerá más de 24 hrs. en las instalaciones y será retirado por una empresa especializada, para su confinamiento en un depósito de residuos peligrosos o cortado y enviado a su fundición.
- Después de retirar el tanque se le instalará una conexión de venteo para evitar que los cambios bruscos de temperatura originados durante su traslado puedan afectar su estructura.
- Se rotulará con los letreros que indiquen las autoridades para este tipo de materiales contaminados.

II.2.8. Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos para el desarrollo de este proyecto.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Limpieza de la Estación de Servicio

Tiene como objetivo reforzar los principios que rigen a la Franquicia Pemex y resolver la creciente incertidumbre que ocasiona el no garantizar el destino final de los residuos contaminantes producto de la propia operación de las Estaciones de Servicio.

Los productos que se utilicen para las tareas de limpieza tendrán características biodegradables, no tóxicas y cualidades para neutralizar los riesgos de explosividad y /o inflamabilidad de los residuos en caso de derrames superficiales; asimismo los desechos del proceso de limpieza no generarán riesgo para los colectores municipales.

El desarrollo de estas actividades se divide como se indica a continuación:

A. Actividades que se podrán realizar con personal de la propia Estación de Servicio en forma cotidiana:

- Limpieza general en áreas comunes, desmanchada de paredes, bardas, herrería en general, puertas, ventanas y señalamientos.
- Limpieza de sanitarios, paredes, muebles de baño, espejos, piso, aplicación de productos para eliminar posibles focos de infección y olores desagradables.
- Lavado de cristales interior y exterior en ventanas de oficinas y locales que forman parte de la Estación de Servicio.
- Limpieza de dispensarios por el exterior, mangueras y pistolas de despacho.
- Atención a jardineras, limpieza en general, remoción de tierra, plantas, flores secas y riego con agua.

B. Actividades obligatorias desarrolladas como mínimo cada cuatro meses por empresas especializadas que están debidamente registradas ante la autoridad correspondiente, mismas que al finalizar los trabajos entregarán al responsable de la Estación de Servicio un certificado por la limpieza realizada así como el manifiesto por la disposición final de los residuos peligrosos.

- Lavado de piso en áreas de despacho. Lavar con agua y productos biodegradables para la remoción o emulsión de grasas, utilizando máquinas de alta presión y pulidoras con cepillo de cerdas no metálicas.
- Limpieza en zona de almacenamiento. Lavar con agua y productos biodegradables la zona próxima a la bocatoma de llenado de tanques, utilizando máquinas de alta presión.
- Limpieza de registros y rejillas. Retirar rejillas y lavar con agua y productos biodegradables para la remoción o emulsión de grasas, utilizando máquinas de alta presión.
- Limpieza de drenajes. Desazolver los drenajes utilizando sondas mecánicas o manuales y máquinas de alta presión retirando y recolectando los sólidos en depósitos herméticos.
- Limpieza de trampas de combustible y de grasas. Lavar con agua y productos biodegradables y recolectar los residuos flotantes y lodos en depósitos de cierre hermético.

Los residuos peligrosos recolectados se identificarán con un letrero que alerte y señale su contenido y permanecerán en zonas de almacenamiento temporal para su manejo y disposición final por empresas autorizadas.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generaran aguas negreas mismas que serán contenidas en sanitarios portátiles, mismos que estarán a disposición de empresas especializadas para su manejo y destino final.

En la etapa de operación, estas aguas negras serán enviadas a un biodigestor para posteriormente depositadas en un pozo de adsorción.

Las emisiones atmosféricas se encontraran dentro de los rangos establecidos en la normatividad ambiental vigente. En la etapa de preparación del sitio y construcción, serán generadas por la maquinaria y equipos, mismos que deberán contar con un programa de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento y minimizar las emisiones a la atmosfera por CO₂.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.

Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos, serán recolectados temporalmente en tambores de 200 lts., los cuales se cerrarán herméticamente e identificarán con un letrero que alerte y señale su contenido. La recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final serán realizados por empresas autorizadas por las autoridades correspondientes.



CAPITULO III

Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos aplicables en Materia Ambiental y en su caso, con la regulación del Uso del Suelo

Estación de Servicio Independencia

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Se establecerán los criterios requeridos para la ejecución del proyecto y las actividades que se pretendan realizar, mediante los instrumentos normativos aplicables.

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece los principios básicos que deben de orientar el desarrollo de la Nación, de su análisis identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la nación. A continuación se analizan los artículos que inciden en el proyecto y la forma en que el mismo cumple con ésta, de tal forma que de manera sencilla y muy precisa se determina la concordancia jurídica del proyecto, en sus artículos 4 párrafo quinto y 25 se señala:

ARTÍCULO 4.- Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

El proyecto cumple con lo establecido en este artículo, toda vez, que para su desarrollo realiza las consideraciones ambientales correspondientes, con el fin de favorecer este derecho humano, como se establecen en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

ARTICULO 25.-. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

El proyecto cumple con lo establecido en este artículo ya que al observar la normatividad ambiental, contribuye al crecimiento y el desarrollo económico en este caso del municipio de Mexicali, contribuyendo de igual forma a un desarrollo sustentable.

Satisfaciendo las necesidades de la ciudadanía en lo que respecta en materia de generación de empleos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en su artículo 25 párrafo cuarto:

El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto y ocho de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas productivas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos y "El Poder Ejecutivo contará con los órganos reguladores coordinados en materia energética, denominados Comisión Nacional de Hidrocarburos y Comisión Reguladora de Energía, en los términos que determine la ley", la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas productivas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, con base en las mejores prácticas, y determinará las demás actividades que podrán realizar.

III.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018

Esta planeación se ve cristalizada a través del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, y a la cual están sujetos obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se destaca el gran valor del aceleramiento del crecimiento económico para que se construya un México próspero, detallando el camino para el impulso de las empresas y la promoción de

la generación de empleos, al igual que destaca como pieza fundamental para la competitividad de toda la nación el desarrollo de la infraestructura.

Éste se establece como el impulsor del crecimiento sostenido de la productividad en un ambiente de estabilidad económica, al generar la igualdad de oportunidades considerando que la promoción de una infraestructura adecuada, el acceso a los insumos estratégicos y el fomento de la competencia, permite un mayor flujo de los capitales y conocimiento hacia las personas y empresas con el mayor potencial de aprovecharlos.

Es tarea de todos los sectores y personas el desarrollo y crecimiento del país, según lo expresado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

En su apartado. VI.2. México Incluyente

Objetivo 2.1. Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales para toda la población.

Objetivo 2.5. Proveer un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna.

El presente proyecto se vincula a la actuación de las líneas de acción establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y en su apartado VI.2. México Incluyente, el proyecto se vincula al Proveer un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna al mejorar las condiciones del sitio del proyecto (que actualmente es un lote baldío y que se utiliza como depósito de basura de los vecinos), además de proveer a la ciudadanía un sitio de fácil acceso de abastecimiento de combustible.

En su apartado. VI. 4. México Próspero

Objetivo 4.3 Promover el empleo de calidad.

Objetivo 4.4 Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riquezas, competitividad y empleo.

Con la Construcción de la Estación de Servicio Independencia, en la ciudad de Mexicali y su puesta en operación se crearan empleos temporales y permanentes, contribuyendo al fomento e impulso de la economía del área de influencia.

Con el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se establecen los mecanismos para mitigar los posibles impactos ambientales que puedan poner en riesgo algún recurso natural, buscando una compatibilidad entre su ejecución y el medio ambiente

Cabe señalar que el proyecto se apega a lo establecido en los Planes y Programas Estatales y Municipales aplicables para el proyecto, para lograr mantener un orden ecológico óptimo y el desarrollo regional y urbano sustentable.

Lo anterior cumpliendo con el apartado VI.4 México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018.

III.3. Plan Estatal de Desarrollo para el Estado de Baja California 2014-2019.

Desarrollo Económico Sustentable

Baja California hoy en día es una entidad que sobresale en el mosaico nacional, destacando política, social y económicamente.

A nivel nacional, nuestra entidad se posiciona dentro de los 10 mejores estados en el ranking de desarrollo en diferentes actividades, como una entidad altamente productiva y promotora del desarrollo, esmerada en construir una sociedad incluyente, preparada y sana, ubicándose 41% por arriba de la media nacional. A su vez, en competitividad global como entidad se ha posicionado dentro de los nueve primeros lugares a nivel nacional y ocupa el número 8 en generación y fomento de la ciencia tecnología e innovación.

Con el objetivo de posicionar a nuestra entidad como la más próspera y económicamente sustentable de los estados fronterizos y competitivamente dominante del mercado nacional, la estrategia es el desarrollo regional sustentable que comprende construir los mecanismos, transformar y rediseñar estrategias que consoliden la economía, fortaleciendo la infraestructura, equipamiento y servicios, modernizando y ampliando de manera integral su cobertura en el Estado en función de factores económicos, sociales y ambientales, adecuando la normatividad en procedimientos técnicos y administrativos que disminuyan las brechas de desarrollo e ingreso para los bajacalifornianos con un impacto directo en su calidad vida.

Objetivo General. Gestionar el desarrollo regional con participación ciudadana representativa, con altos niveles de competitividad, con la asignación eficiente de funciones y recursos financieros en dependencias de la administración pública, así como con la coordinación institucional urbana, económica y ambiental para la promoción de la inversión, la investigación y desarrollo de opciones productivas locales, la vinculación de vocaciones regionales y economía fronteriza, el uso de energías limpias y la protección al medio ambiente:

3.2. Promoción de la inversión y Generación de Empleos.

3.2.2. Más empleo y mejor remunerado.

Estrategia 1. Crear las condiciones propicias que generen mayor número de empleos para que Baja California sea el estado de la frontera norte con menor tasa de desocupación.

Con la Construcción y Operación de la estación de Servicio Independencia que se propone en este Manifiesto de Impacto, aumentara la productividad de la región con la generación de empleos y la infraestructura que se propone va a la vanguardia con la tecnología y el desarrollo sustentable.

3.4 Vocaciones Regionales y Diversificación de la Economía fronteriza

Objetivo: Fortalecer las actividades económicas arraigadas en la región e impulsar nuevas actividades con alto potencial de crecimiento.

3.4.3. Infraestructura y equipamiento de apoyo para la producción, transformación, acopio y comercialización de los productos de la actividad económica.

Estrategia 1. Incrementar la infraestructura de apoyo para la producción de las actividades económicas en el Estado potencializando la capacidad productiva de la región, generando un crecimiento sustentable

Con la implementación del proyecto se alienta la existencia de infraestructura estratégica para el desarrollo económico y la expansión de la infraestructura requerida por los sectores productivos respetando en todo momento las políticas que promueve el Estado para el desarrollo sustentable.

3.8. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

Estrategia 1. Revisar, modificar y aplicar el marco normativo en materia ambiental para adaptarlo a las necesidades reales, a efecto que se cumpla con la ley sin que se inhiba la realización de inversiones para el desarrollo económico.

Estrategia 2. Implementar un programa de simplificación de trámites y un mecanismo de integración hacia la ventanilla única para la creación de nuevas empresas, revalidación y/o modificación de licencias y autorizaciones.

Se vincula en el sentido de fomentar el desarrollo de estudios para la reducción de contaminantes y promover el uso de tecnología limpia, ya que al elaborar el Manifiesto de Impacto ambiental el proyecto contempla y prevé la reducción y mitigación de efectos negativos que pudieran ocasionar con la ejecución del proyecto incluyendo una tecnología de calidad para mitigar las posibles afectaciones.

3.9 Desarrollo de la industria energética

Estrategia 2. Atraer la participación de la inversión privada directa en el sector productivo de energías alternativas y limpias.

Estrategia 3. Generar incentivos a los desarrolladores de infraestructura y equipo para la producción, almacenaje y distribución de energías alternativas y limpias.

3.10.1 Capacitación y vinculación para el empleo y autoempleo

Estrategia 1. Incrementar la colocación de personas desempleadas en el ámbito laboral.

Cumplen con la realización del presente proyecto, al apoyar los sectores productivos y poner a su disposición y alcance de las familias los insumos, para llevar a cabo diversas actividades.

Con la implementación del proyecto se alimenta la existencia de infraestructura estratégica para el desarrollo económico y la expansión de la infraestructura requerida en todo momento las políticas que promueve el Estado para el desarrollo sustentable.

La aprobación del presente estudio para la Construcción Instalación y Operación de la Estación de Servicio, generará en cada una de sus etapas empleos temporales y fijos para la población de la zona, así mismo disminuirá la formación de vandalismos por ser un predio susceptible a la generación de basura, y vandalismos.

III.4. Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016

El Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016 es un documento valioso que refleja las necesidades más sentidas de la población. Razón suficiente para que todas las acciones de este gobierno se realicen pensando siempre en el bien común de las personas.

El objetivo del Plan de Desarrollo Municipal, es plasmar el proyecto político que el gobierno municipal y la ciudadanía, realizaremos para hacer de nuestro municipio un escenario propicio para que todos sus habitantes tengan una vida digna, progreso y bienestar colectivo, radicado en valores como la justicia, la equidad y la honestidad

MISIÓN:

Ser una administración pública municipal con principios y valores muy sólidos, que vea, escuche, sienta y piense bien las necesidades del pueblo, para construir juntos, bienes y servicios de calidad que benefician a todos por igual.

Derivado de la consulta pública que se realizó para dar origen al Plan Municipal de Desarrollo, se definieron las políticas públicas fundamentales, urgentes e inmediatas para guiar el trabajo en la presente administración:

- I. Desarrollo Institucional para el Buen Gobierno
- II. Desarrollo Económico Sostenible
- III. Desarrollo Social Incluyente
- IV. Desarrollo Ambiental Sustentable
- V. Seguridad Ciudadana
- VI. Vivienda e Infraestructura

II. Desarrollo Económico Sostenible.

Objetivo: Fortalecer el desarrollo económico a través de la generación de empleos dignos y bien remunerados, con una promoción estratégica de la inversión privada e internacional, así como del fomento al turismo local, teniendo como resultado un crecimiento equitativo entre los sectores de la producción y un mejor nivel de vida para los habitantes del valle, San Felipe y la Ciudad de Mexicali.

Estrategia 2.1. Empleos dignos y bien remunerados.

Línea de acción 2.1.1. Promover el empleo, fortaleciendo la vinculación con los diferentes sectores productivos, públicos y privados que propicien la creación de oportunidades de desarrollo económico municipal con visión de futuro.

Línea de acción 2.1.2. Generación de empleos. Crear fuentes de empleo de carácter temporal que mejoren la economía familiar de los habitantes del Valle, San Felipe y la Ciudad, a través del Programa 100 Barrios 100 Acciones.

Línea de acción 2.2.5. Fortalecer la planeación mediante la coordinación y comunicación entre el gobierno y el sector privado de manera binacional y transfronteriza, para identificar proyectos de inversión, desarrollar procesos productivos en el que se beneficien los productores y consumidores de ambos lados de la frontera y que permitan mejorar y aprovechar las ventajas comparativas que tiene el municipio con relación al exterior.

Línea de acción 2.2.7. Promover el desarrollo de la economía local. Impulsar que las empresas adquieran bienes y servicios generados por la planta productiva local para incrementar y fortalecer la economía regional.

Cumplen con la realización del presente proyecto, al apoyar los sectores productivos y poner a su disposición y alcance de las familias los insumos, para llevar a cabo diversas actividades.

Con la implementación del proyecto se alimenta la existencia de infraestructura estratégica para el desarrollo económico y la expansión de la infraestructura requerida en todo momento las políticas que promueve el Estado para el desarrollo sustentable.

Con las medidas de compensación y mitigación propuestas en el presente estudio y con la construcción y puesta en servicio del proyecto se contribuye al Desarrollo Económico al generar empleos directos e indirectos, sin afectar el medio ambiente y sin ocasionar un desequilibrio ecológico.

III.5. Programa de desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025

El programa de desarrollo urbano de centro de población de Mexicali 2025 incorpora diez años de crecimiento urbano y desarrollo económico sin precedentes. Constituye la actualización del Plan de Centro de Población 2010 e integra demandas ambientales y regionales incorporando la realidad binacional, que ha sido base del desarrollo en la ciudad y Valle de Mexicali. Los alcances del programa incluyen:

El rescate, regeneración e integración del sector central al resto de la ciudad, incluyendo la vialidad del Río Nuevo, el Centro Cívico y Comercial y el Centro Histórico.

- La integración de localidades suburbanas a la dinámica económica de la ciudad.
- La reorientación del desarrollo inmobiliario hacia reservas de la administración municipal
- El embellecimiento de la imagen urbana de la ciudad y la integración de rasgos de identidad comunitaria

Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, 2010 La Ciudad de Mexicali contaba con un área urbana de 14,889.76 hectáreas en 1997, de las cuales 13,049.78 se encontraban ocupadas, y 1,839.98 eran grandes baldíos; y conforme a la Estrategia de crecimiento urbano del Programa, al 2010 propone una área urbana de 19,150.10 hectáreas, con una superficie de 6,100.32 has. Como reservas para crecimiento urbano.

Conforme a las condicionantes sectoriales, el Programa pretende lograr que Mexicali se constituya en un centro con un nivel de servicios de alcance regional, con impulso al desarrollo industrial, manteniendo las actividades terciarias. Como metas, se plantea que el Centro de Población de Mexicali alcance un total de 589,781 habitantes para 1998, de 619,638 para el 2000 y de 793,189 para el año

2010. Este Programa fue modificado con el fin de ampliar las reservas previstas, en una superficie de 636.00 hectáreas en el Sector "K" al sur del área urbana del Ejido Xochimilco, para construcción de vivienda de interés social con financiamiento oficial, para lo cual se elaboró el "Programa Parcial de Desarrollo Urbano Centenario", publicado en el Periódico Oficial del Estado de B. C. el 6 de Diciembre de 2002. Asimismo, al oriente del área urbana del Ejido Puebla en el Sector "N" se ampliaron las reservas en una superficie de 116.66 hectáreas, para apoyar el Programa de Vivienda Económica para la población de bajos ingresos.

1.3. Objetivos

- Impulsar el potencial urbano e industrial de la ciudad de Mexicali en una región binacional donde las relaciones comerciales, turísticas, culturales y laborales entre ambos lados de la frontera, determinan gran parte de los activos económicos de la ciudad.
- Actualizar la delimitación del centro de población, diagnosticar la situación actual y determinar la estrategia de Desarrollo Urbano del Programa, a fin de normar y regular el crecimiento ordenado de la ciudad de Mexicali y del Centro de Población.
- Programar obras, acciones y servicios a realizar con base en las necesidades actuales y requerimientos futuros de la población y del desarrollo económico.
- Promover el desarrollo urbano y económico de Mexicali, destacando las ventajas competitivas en disponibilidad de agua, suelo, infraestructura, generación de electricidad, gas, mano de obra calificada, servicios profesionales de calidad, universidades y centros de capacitación, espacios culturales, de recreación, y espectáculos, y una cultura de su gente basada en los valores familiares, la hospitalidad, el trabajo, y el esfuerzo propio.

El Equipamiento Urbano, ha sido analizado sobre la base de las normas establecidas por la Secretaría de Desarrollo Social en su Sistema Normativo.

El análisis dio como resultado que el equipamiento urbano en la localidad es incipiente en la mayoría de los subsistemas, notándose cierto grado de desarrollo en los subsistemas de educación y salud ya que en los otros se aprecia un déficit considerable. Los Subsistemas presentes en la cabecera municipal son: Educación, Cultura, Recreación y Deporte, Comercio, Abasto, Salud y Asistencia Social, Comunicaciones y Transportes, Administración Pública y Servicios Urbanos.

El equipamiento fue analizado en dos vertientes: de acuerdo a la cantidad de unidades básicas de servicio, y su estado de conservación y la segunda a partir de su ubicación espacial dentro de la mancha urbana con la

finalidad de determinar las áreas de carencia o concentración del equipamiento.

Uso del territorio Predominante: Urbano, Comercial

Política de Uso: Aprovechamiento Sustentable

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES: Uso: Predominante Urbano/Equipamiento e Infraestructura (EI):

- La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones del programa de manejo.
- La instalación de la infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental.
- La instalación de la infraestructura estará sujeta al programa de manejo.
- La construcción de infraestructura vial requiere evaluación de impacto ambiental.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicios Independencia", se encuentra ubicada en la UGT I considerada como Aprovechamiento Sustentable del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Mexicali (POET), específicamente en la zona determinada Urbana y donde el criterio de uso establecido es Urbano/Equipamiento e Infraestructura (EI): donde se permite dicha actividad "(5) la instalación de la infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental", cumpliendo con este precepto al presentar el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Áreas Naturales protegidas.

El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida o de reserva ecológica.

III.6. Leyes Aplicables

Artículo 2º.- Esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional:

- I. El Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Petrolíferos, y

Vinculación con el Proyecto:

El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", se encuentra regulado por la presente Ley, ya que el giro de la empresa es la comercialización de gasolinas y diésel y expendio al público, motivo de la presentación del Manifiesto de Impacto Ambiental.

Artículo 48.- La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente:

- I. Para el Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Artículo 49.- Para realizar actividades de comercialización de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos en territorio nacional se requerirá de permiso. Los términos y condiciones de dicho permiso contendrán únicamente las siguientes obligaciones:
- II. Realizar la contratación, por sí mismos o a través de terceros, de los servicios de Transporte, Almacenamiento, Distribución y Expendio al Público que, en su caso, requiera para la realización de sus actividades únicamente con Permissionarios;
- III. Cumplir con las disposiciones de seguridad de suministro que, en su caso, establezca la Secretaría de Energía;
- IV. Entregar la información que la Comisión Reguladora de Energía requiera para fines de supervisión y estadísticos del sector energético, y
- V. Sujetarse a los lineamientos aplicables a los Permissionarios de las actividades reguladas, respecto de sus relaciones con personas que formen parte de su mismo grupo empresarial o consorcio.

Artículo 50.- Los interesados en obtener los permisos a que se refiere este Título, deberán presentar solicitud a la Secretaría de Energía o a la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, que contendrá:

- I. El nombre y domicilio del solicitante;
- II. La actividad que desea realizar;
- III. Las especificaciones técnicas del proyecto;
- IV. En su caso, el documento en que se exprese el compromiso de contar con las garantías o seguros que le sean requeridos por la autoridad competente, y
- V. La demás información que se establezca en la regulación correspondiente.

Artículo 51.- Los permisos a que se refiere el presente Capítulo se otorgarán a Petróleos Mexicanos, a otras empresas productivas del Estado y a Particulares, con base en el Reglamento de esta Ley. El otorgamiento de los permisos estará sujeto a que el interesado demuestre que, en su caso, cuenta con:

- I. Un diseño de instalaciones o equipos acordes con la normativa aplicable y las mejores prácticas, y
- II. Las condiciones.

Artículo 81.- Corresponde a la Comisión Reguladora de Energía

Regular y supervisar las siguientes actividades, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a la Agencia:

e) Comercialización y Expendio al Público de Gas Natural y Petrolíferos.

Vinculación con el proyecto.

El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", se encuentra regulado por la presente Ley, ya que el giro de la empresa es la comercialización y expendio al público de Gasolina, el cual se apegará a los presentes artículos 48, 49, 50, 51 y 81 para la obtención de los permisos estipulados en la presente Ley, Y la presentación Manifiesto de Impacto Ambiental ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector Hidrocarburos.

Artículo 130.- Los Asignatarios, Contratistas, Autorizados y Permisarios ejecutarán las acciones de prevención y de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicios Independencia", se apegará al presente artículo en caso de existir algún daño al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con las actividades relacionadas al desarrollo y operación del proyecto ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente sector Hidrocarburos.

III.7. Ley de la agencia nacional de seguridad industrial y de protección al medio ambiente del sector hidrocarburos

Artículo 1o.- La presente Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión.

Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y

Artículo 4o.- En lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán de manera supletoria las disposiciones contenidas en la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, y la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables;

Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:

- I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia.*

Vinculación con el Proyecto

El proyecto se vincula con esta Ley al ser ésta de orden público y de aplicación en todo el territorio nacional, al ser la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión con las atribuciones conferidas para la evaluación del manifiesto de impacto ambiental para el sector hidrocarburos, objeto por el cual se somete la evaluación del proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicios Independencia", misma que se pretende llevar a cabo en el Municipio de Mexicali, B.C.

Artículo 13.- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente:

- I. La evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el Sector Hidrocarburos;
- II. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones;
- XII. Los lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias;
- XIII. Los procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes;

Vinculación con el Proyecto

El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicios Independencia", en el Estado de Baja California, previene dentro de su Manifiesto de Impacto Ambiental, las etapas correspondientes a la preparación, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio así como las medidas de prevención y mitigación, valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones; Los lineamientos y procedimientos

para la prevención de accidentes y atención de emergencias. Por lo que cumple con este precepto.

III.8. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) ÚLTIMA REFORMA D.O.F. 16 ENERO 2014

SECCIÓN V

Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: Párrafo reformado DOF 23-02-2005.*

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

Vinculación con el Proyecto

El proyecto se vincula en este articulado establece "las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría": ya que el presente proyecto pretende realizar la "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", y apegándose a lo establecido en la fracción II, en el rubro de la Industria del petróleo, se somete a evaluación de Impacto Ambiental el presente proyecto.

Artículo 98 Fracción I.- *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:*

I. El uso del suelo deber ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.

Vinculación con el Proyecto

Con la realización del proyecto no se verá modificada la vocación del suelo, ya que se encuentra dentro de la una zona urbana y es compatible con el PDU2025 de Mexicali, B.C. Con la puesta en marcha del proyecto se propicia el Rescate de la Imagen Urbana de la ciudad al recuperar un área abandonada.

Artículo 111 BIS. Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos.

El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Artículo adicionado DOF 13-12-1996

Vinculación con el Proyecto

Los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de las industrias del petróleo. El proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", se apegará a lo establecido en el presente artículo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Artículo 152. La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reuso y reciclaje...

Vinculación con el Proyecto

En el presente proyecto, y debido a su tipo, no se tiene previsto la generación de grandes cantidades de residuos considerados como peligrosos, sin embargo se contratará una empresa prestadora de servicios que se encargue de su tratamiento y disposición final.

III.9. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Artículo 1o.- La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

Artículo 2o.- Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:

- I. Actividades consideradas como altamente riesgosas: Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 3o.- Las definiciones de esta Ley, así como la forma, prelación, alcance, niveles y alternativas de la reparación y compensación del daño al ambiente que en ella se prevén, serán aplicables a:

- I. Los convenios, procedimientos y actos administrativos suscritos o sustanciados de conformidad a las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte;
- II. El procedimiento judicial de responsabilidad ambiental previsto en esta Ley;
- III. La interpretación de la Ley penal en materia de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental, así como a los procedimientos penales iniciados en relación a estos;
- IV. Los mecanismos alternativos de solución de controversias previstos en las Leyes, y
- V. La Ley de Amparo, Reglamentaria de los Artículos 103 y 107 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 4.- La acción y el procedimiento para hacer valer la responsabilidad ambiental a que hace referencia el presente Título, podrán ejercerse y sustanciarse independientemente de las responsabilidades y los procedimientos administrativos, las acciones civiles y penales procedentes.

Artículo 5.- Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

Artículo 60.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
- II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.
La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

Vinculación con el Proyecto

La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere, siendo el caso del proyecto en referencia, ya que para el desarrollo de las actividades a realizar se han identificado en el Manifiesto de Impacto Ambientales las medidas de prevención y mitigación de los efectos a ocurrir al desarrollo de la obra y desglosados para la obtención de la autorización de impacto ambiental y estudio de riesgo ambiental.

Artículo 8.- Las garantías financieras que hayan sido obtenidas de conformidad a lo previsto por el artículo 147 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente previo al momento de producirse un daño al ambiente, con el objeto de hacer frente a la responsabilidad ambiental, serán consideradas como una atenuante de la Sanción Económica por el órgano jurisdiccional al momento de dictar sentencia.

El monto de las garantías financieras a que hace referencia el párrafo anterior, deberá estar destinado específica y exclusivamente a cubrir las responsabilidades ambientales que se deriven de su actividad económica, productiva o profesional. Las garantías deberán quedar constituidas desde la fecha en que surta efectos la autorización necesaria para realizar la actividad, y mantenerse vigentes durante todo el periodo de desarrollo de la misma.

En términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.

ARTÍCULO 147 BIS. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.

Artículo adicionado DOF 31-12-2001.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto: "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", se apegará a los artículos previstos contará con un seguro, destinado específica y exclusivamente a cubrir las responsabilidades ambientales que se deriven de la actividad económica, productiva o profesional de las actividades.

III.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para: Párrafo reformado DOF 05-11-2013.

- VI. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;

Artículo 7.- Son facultades de la Federación:

- VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;
Fracción recorrida DOF 21-05-2013

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para

su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 50.- Se requiere autorización de la Secretaría para:

- I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos;
- III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros;
- IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros;
- VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen residuos peligrosos;

Vinculación con el Proyecto

El proyecto: "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", manejará los residuos peligrosos que se generen conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. Para la disposición final de estos contratará los servicios de manejo de estos residuos peligrosos con empresas o gestores autorizados por la Secretaría.

CAPÍTULO V

RESPONSABILIDAD ACERCA DE LA CONTAMINACIÓN Y REMEDIACIÓN DE SITIOS

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Vinculación con el Proyecto

En caso que las actividades del desarrollo del proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia", resulte responsable contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente dará cumplimiento a lo estipulado en la presente Ley.

III.11. LEY DE PROTECCIÓN CIVIL, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

ARTÍCULO 7.- El Sistema Estatal tendrá como objetivos:

Reforma

- I.- Coordinar a los participantes antes, durante y después de una eventualidad, en el cumplimiento de sus funciones, así como en su interrelación con los sectores público, privado, social y académico;
- II.- Hacer uso de los avances tecnológicos que permitan reducir o mitigar los efectos de los fenómenos destructivos que impacten a la población, sus bienes y entorno;
- III.- Proponer la homologación de las disposiciones jurídicas en la materia, con el fin de establecer criterios y procedimientos para una acción uniforme de las personas e instituciones públicas, privadas, sociales y académicas, y
- IV.- Procurar el funcionamiento de los servicios públicos indispensables y los sistemas estratégicos, en caso de riesgo, siniestro o desastre, en coordinación con las dependencias de los tres órdenes de gobierno

ARTÍCULO 13.- La Coordinación de Protección Civil del Estado, tendrá las siguientes atribuciones:

- I.- Coordinar las dependencias y entidades de los tres órdenes de Gobierno en el Estado, que tengan actividades que se relacionen con la Protección Civil;
- II.- Promover en los medios de comunicación social planes y programas de capacitación, difusión y divulgación a través de publicaciones, grabaciones, videocintas y campañas permanentes sobre temas de Protección Civil, que contribuyan a la formación de una cultura en la materia;

IV.- Promover la incorporación de contenidos temáticos de Protección Civil en los planes de estudio de todos los niveles educativos, públicos y privados;

X.- Coordinar de manera permanente los programas, subprogramas, planes de contingencia y capacitación en materia de Protección Civil que elaboren las Coordinaciones Municipales de los Ayuntamientos del Estado;

XI.- Establecer vínculos de coordinación y capacitación con agencias gubernamentales y privadas de otros países; XII.- Promover ante autoridades de los tres órdenes de Gobierno, así como del sector privado y social, la adquisición del equipo requerido por las Coordinaciones Municipales para el combate de fugas, derrames explosión e incendio de materiales peligrosos;

CAPITULO QUINTO DEL SISTEMA MUNICIPAL DE PROTECCION CIVIL

ARTÍCULO 16.- Es obligación de los Ayuntamientos establecer el Sistema Municipal de Protección Civil. Al efecto, los presidentes municipales deberán ejecutar las determinaciones del Ayuntamiento en materia de Protección Civil e integrar, coordinar y supervisar el Sistema Municipal para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo de la población en situaciones de desastre, para lo cual deberán coordinarse con las autoridades de los gobiernos Estatal y Federal y, concertar con las instituciones y organismos de los sectores privado y social las acciones conducentes para el logro del mismo objetivo.

ARTÍCULO 17.- El Sistema Municipal es parte integrante del Sistema Estatal, y tiene como fin prevenir y proteger a las personas, su patrimonio y entorno, ante la posibilidad de un desastre producido por causas de origen natural o humano.

ARTÍCULO 18.- El Sistema Municipal será el primer nivel de respuesta ante cualquier fenómeno destructor, que afecte a la población y, será el Presidente Municipal el responsable de coordinar la intervención del Sistema para el auxilio que se requiera.

ARTÍCULO 23.- Son atribuciones del Consejo Municipal:

III.- Supervisar, dar seguimiento y evaluar el funcionamiento de las acciones que en materia de Protección Civil realice la Coordinación Municipal correspondiente;

V.- Evaluar las situaciones de riesgo, con base al análisis que presente la Coordinación Municipal correspondiente y preparar las acciones a tomar en caso de emergencia;

CAPITULO DECIMOCUARTO DE LA PREVENCIÓN

ARTÍCULO 62.- Los propietarios o poseedores de inmuebles que por su propia naturaleza o por el uso a que están destinados, reciban una afluencia masiva de personas, tienen obligación de contar permanentemente con un programa interno de Protección Civil, el cual deberá ser autorizado y supervisado por la Coordinación Municipal del Ayuntamiento en que se encuentre su domicilio de funcionamiento.

ARTÍCULO 63.- Los propietarios o poseedores, de establecimientos en los que haya afluencia de público y los organizadores o responsables de eventos, deberán contar con opinión favorable de las medidas de seguridad de sus instalaciones de parte de la Coordinación Municipal del Ayuntamiento en el que se encuentre su domicilio de funcionamiento.

ARTICULO 64.- En los lugares a que se refieren los artículos anteriores, deberán colocarse en sitios visibles equipos de seguridad, señales informativas, preventivas, restrictivas y de obligación, conforme a la Norma Oficial Mexicana número NOM-S-PC-1-1992, señales y avisos para Protección Civil, luces de emergencia, instructivos y manuales para situaciones de emergencia, los cuales consignarán las reglas y orientaciones que deberán observarse en caso de una contingencia y señalarán las zonas de seguridad. Asimismo, se deberán realizar, anualmente, cuando menos dos simulacros de evacuación.

ARTICULO 65.- Además de cumplir con las disposiciones contenidas en los artículos anteriores, las empresas clasificadas por las autoridades normativas estatales y federales como de riesgo y alto riesgo, deberán contar con lo siguiente:

I.- Póliza de seguros de cobertura amplia de responsabilidad civil y daños a terceros que ampare la eventualidad de un siniestro, y

II.- Fuente de energía alterna.

ARTICULO 66.- En caso de que las empresas señaladas en el artículo anterior usen materiales o residuos peligrosos, deberán informar anualmente a la Coordinación Municipal de su localidad, lo siguiente:

I.- Nombre comercial del producto; II.- Fórmula o nombre químico y estado físico; III.- Número de naciones unidas; IV.- Tipo de contenedor; V.- Cantidad usada en el período que abarque la declaración; VI.- Inventario a la fecha de declaración, y

ARTICULO 67.- Las empresas a que se refiere el artículo anterior deberán contar con lo siguiente: Reforma I.- Vehículos que exclusivamente transporten materiales peligrosos y sean acondicionados para ese fin, colocándoles señalamientos preventivos en ambos costados y la parte posterior en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley. En caso de solicitar el servicio a terceros, los vehículos contratados deberán contar con las autorizaciones correspondientes

para esos efectos; II.- Espacio exclusivo destinado a almacén de materiales peligrosos, y III.- Planes de contingencias, presentándolo a la Coordinación Municipal que corresponda para su evaluación y autorización.

ARTICULO 69.- Los vehículos de transporte público y privado que usen gas natural o Licuado de Petróleo como carburante, deberán contar con dictamen de sus unidades, expedido por una Unidad Verificadora del Ayuntamiento que corresponda con especialidad en carburación. El dictamen a que se hace mención deberá revalidarse cada año. Las Direcciones de Seguridad Pública y Tránsito vigilarán el estricto cumplimiento de esta disposición.

ARTICULO 70.- Toda actividad mercantil que use gas natural o Licuado de Petróleo como carburante, deberá contar con un dictamen de sus instalaciones practicado por una Unidad Verificadora del Ayuntamiento que corresponda, en la especialidad respectiva.

ARTICULO 71.- La Coordinación Estatal coordinará sus actividades con las dependencias de los tres órdenes de Gobierno cuyas actividades tengan relación con Protección Civil, a fin de proteger a las personas, sus bienes y entorno de los riesgos que pudieran presentarse ante una contingencia grave, provocada por causas naturales o producidas por el hombre.

Vinculación con el Proyecto.

El tipo de proyecto que se pretende llevar a cabo y por las actividades que se realizarán cuando entre en funcionamiento, el cumplimiento de lo establecido en la presente Ley se vuelve una prioridad. El presente proyecto ha tramitado ante las dependencias encargadas de la Protección Civil a nivel municipal, la anuencia para el establecimiento de la estación de servicios en el sitio del proyecto, resultando positiva.

II.12. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCION CIVIL DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

ARTÍCULO 17.- Son atribuciones de la Dirección, además de las que le confiere la Ley, las siguientes:

- I. Elaborar y presentar al Secretario Ejecutivo del Consejo el anteproyecto del Programa Estatal de Protección Civil, así como sus subprogramas, planes y programas especiales;
- II. Integrar y operar un centro estatal de adiestramiento especializado, dirigida al personal de atención de emergencias de organismos públicos,

- privados y Grupos Voluntarios, que comprenda lo relativo a la prevención, respuesta e investigación en materia de protección civil,
- III. Identificar los altos riesgos que se presenten en el Estado, e integrar el atlas correspondiente, y apoyar a los órganos Municipales en la elaboración de sus atlas de riesgos;
 - IV. Practicar inspecciones y verificaciones técnicas, en el ámbito de su competencia, a las edificaciones e instalaciones indicadas en este Reglamento, a fin de vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables e identificar los riesgos que puedan afectar a un amplio sector de la población, así como dictar las medidas de seguridad necesarias e imponer las sanciones correspondientes.

Vinculación con el Proyecto.

El tipo de proyecto que se pretende llevar a cabo y por las actividades que se realizarán cuando entre en funcionamiento, el cumplimiento de lo establecido en la presente Ley se vuelve una prioridad. El presente proyecto ha tramitado ante las dependencias encargadas de la Protección Civil a nivel municipal, la anuencia para el establecimiento de la estación de servicios en el sitio del proyecto, resultando positiva.

III.13. Ley de Asentamientos Humanos

CAPITULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1o.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto:

- I. Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional;
- II. Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;
- III. Definir los principios para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios que regulen la propiedad en los centros de población, y

- IV. *Determinar las bases para la participación social en materia de asentamientos humanos.*

ARTICULO 3o.- *El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante:*

- I. *La vinculación del desarrollo regional y urbano con el bienestar social de la población;*
- II. *El desarrollo socioeconómico sustentable del país, armonizando la interrelación de las ciudades y el campo y distribuyendo equitativamente los beneficios y cargas del proceso de urbanización;*
- III. *La distribución equilibrada y sustentable de los centros de población y las actividades económicas en el territorio nacional;*
- VIII. *La eficiente interacción entre los sistemas de convivencia y de servicios en los centros de población;*
- IX. *La creación y mejoramiento de condiciones favorables para la relación adecuada entre zonas de trabajo, vivienda y recreación;*
- X. *La estructuración interna de los centros de población y la dotación suficiente y oportuna de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos;*
- XI. *La prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población;*
- XIII. *La conservación y mejoramiento del ambiente en los asentamientos humanos;*
- XVII. *La coordinación y concertación de la inversión pública y privada con la planeación del desarrollo regional y urbano, y*
- XIX. *El desarrollo y adecuación en los centros de población de la infraestructura, el equipamiento y los servicios urbanos que garanticen la seguridad, libre tránsito y accesibilidad que requieren las personas con discapacidad.*

Vinculación con el proyecto

El proyecto cumple con lo dispuesto en la presente Ley, al tramitar ante la entidad correspondiente a nivel municipal la licencia de construcción, mismo que se proporciona de acuerdo al P.D.U. del municipio de Mexicali, y en el que se

establece que de acuerdo a éste, las actividades a realizar son compatibles con las autorizadas.

III.14. Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos

ARTÍCULO 11. La Unidad de Normatividad y Regulación, tendrá las siguientes atribuciones en relación con las actividades del Sector:

- VII. Autorizar las manifestaciones de impacto regulatorio de los actos administrativos de carácter general de su competencia;*

Vinculación con el Proyecto.

El proyecto: **"Construcción y Operación de una Estación de Servicio Independencia"**, da cumplimiento a esta normatividad al someter para su evaluación y autorización el Manifiesto de Impacto Ambiental ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector Hidrocarburos, como parte de sus atribuciones y facultades conferidas en el presente **Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Particular**.

III.15. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Disposición. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS: Párrafo reformado DOF 31-10-2014

IX. Construcción y operación de instalaciones para la producción, transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y

Fracción adicionada DOF 31-10-2014.

Vinculación con el Proyecto

Dado que de acuerdo a la LGEEPA, el Manifiesto de Impacto Ambiental será evaluado y autorizado por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos según lo establecido dentro de sus atribuciones estipuladas en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

III.16. Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica

Disposición. Rige todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en lo que se refiere a la protección al ambiente. Y aplica a lo relacionado con la protección a la atmósfera considerando los criterios de calidad del aire y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean fuentes reducidas o controladas para el bienestar de la población y equilibrio ecológico.

Vinculación con el Proyecto

Durante las actividades de construcción se tiene previsto la generación de pequeñas partículas sólidas (polvos), no obstante y de acuerdo a lo establecido en el mismo proyecto, no excederá los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas pertinentes.

III.17. Reglamento en Materia de Prevención y Gestión integral de los residuos

Disposición. Establece la responsabilidad del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

Vinculación con el Proyecto

Dada las características y las actividades que se realizarán no se tiene contemplada la generación de residuos peligrosos, sin embargo en caso de generarse se contratará a una empresa especializada prestadora de servicios para su manejo y disposición final.

III.18. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido

Disposición. De observancia general, el reglamento tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la LGEEPA, en lo que refiere a contaminación auditiva provenientes de fuentes artificiales.

Vinculación con el Proyecto

Durante la etapa de construcción y operación del proyecto no se rebasaran los límites establecidos.

III.19. Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico

Disposición. Reglamenta las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de ordenamiento ecológico de competencia federal, estableciendo las bases que deberán regir la actuación del Gobierno Federal, en coordinación con las dependencias y entidades federales competentes.

Vinculación con el Proyecto

En el municipio de Mexicali B.C., donde se pretende realizar el proyecto "Construcción y Operación de una Estación de Servicios Independencia", cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretado por lo que no contraviene en lo establecido a este disposición jurídica y aunado a que el proyecto se encuentra ubicado dentro de la mancha urbana el proyecto se encuentra regulada por el Programa Desarrollo Urbano Centro de Población 2025 del Municipio de Mexicali.

III.20. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Atmósfera

ARTÍCULO 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California, en materia de prevención y control de la contaminación del agua, el suelo y la atmósfera.

CAPITULO II

NORMAS GENERALES

ARTICULO 5.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento, de las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Técnicas Ecológicas, Parámetros Estatales y Condiciones Particulares de Descarga o de Emisión, las personas que pretendan realizar o que realicen obras o actividades, que generen aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos biológicos y residuos sólidos no peligrosos.

ARTÍCULO 6.- La Dirección dictará las disposiciones técnicas, no previstas en este y otros Reglamentos que supletoriamente se apliquen a la materia, a que deberán sujetarse las personas cuyas actividades pueden causar contaminación del agua, el suelo y la atmósfera.

CAPITULO II

DERIVADO DE HIDROCARBUROS

Sección I. Disposiciones Generales

ARTÍCULO 28.- Sin perjuicio de las disposiciones establecidas por otras autoridades, los propietarios de las estaciones de gasolina deberán verificar que las máquinas despachadoras se encuentren debidamente calibradas.

ARTÍCULO 29.- Fue modificado por Fe de Erratas, publicada en el Periódico Oficial No. 3, de fecha 21 de enero de 1994, expedido por la XIV legislatura, siendo Gobernador Constitucional el C. L.A.E. Ernesto Ruffo Appel 1989-1995; para quedar vigente como sigue:

ARTÍCULO 29. Las lecturas de las máquinas despachadoras y bitácoras de inventario diario de los tanques subterráneos deberán proporcionarse a los Auditores Ambientales Internos o a la Dirección cuando ésta así lo solicite.

ARTÍCULO 30. Cuando se detecten fallas en los tanques subterráneos de almacenamiento, deberán ser reportadas a la Dirección en un término que no excederá de veinticuatro horas.

ARTICULO 31. Fue modificado por Fe de Erratas, publicada en el Periódico Oficial No. 3, de fecha 21 de enero de 1994, expedido por la XIV legislatura, siendo Gobernador Constitucional el C. L.A.E. Ernesto Ruffo Appel 1989-1995; para quedar vigente como sigue: ARTICULO 31.- Las personas que generen residuos derivados de hidrocarburos, deberán recolectarlos, almacenarlos, etiquetarlos y enviarlos a centros receptores o empresas recicladoras autorizadas por la Dependencia que corresponda.

ARTÍCULO 32.- Las áreas de los predios en los que se hayan dispuesto o derramado derivados de hidrocarburos deberán ser restauradas por el responsable, en el plazo fijado por la Dirección hasta alcanzar las condiciones naturales originales del suelo.

ARTICULO 33. Los proyectos de restauración y saneamiento ambiental deberán ser elaborados e implementados por Prestadores de Servicios Ambientales autorizados por la Dirección, esta última en su caso aprobará dichos proyectos.

ARTICULO 34..- Fue modificado por Fe de Erratas, publicada en el Periódico Oficial No. 3, de fecha 21 de enero de 1994, expedido por la XIV legislatura, siendo Gobernador Constitucional el C. L.A.E. Ernesto Ruffo Appel 1989-1995; para quedar vigente como sigue: ARTICULO 34. Los materiales contaminados con derivados de hidrocarburos que resulten de la restauración del suelo como se señala en el artículo 32, deberán manejarse conforme a lo establecido por la autoridad correspondiente.

Sección II Del informe de disposición final de productos potencialmente contaminantes del agua y suelo

ARTICULO 35. Las personas que tengan como giro industrial, comercial o de servicios, la venta, manejo, distribución, uso o procesamiento de hidrocarburos o sus derivados, deberán manifestar a la Dirección anualmente el mecanismo utilizado para la disposición de sus residuos, mediante el formato denominado Informe de Disposición de Productos Potencialmente Contaminantes del Agua y el Suelo, así como el estado actual de sus sistemas de almacenamiento.

ARTÍCULO 36. El formato del Informe a que se refiere el Artículo anterior deberá contener como mínimo la información siguiente:

I.- Las características constructivas; edad y vida útil de los tanques subterráneos de almacenamiento.

II.- El estudio de integridad de los tanques subterráneos que se utilicen para el almacenamiento de sus productos.

III.- El sistema de inventario diario que utilizará para detectar fugas.

IV.- Los documentos que acrediten que los residuos de los productos a que se refiere el Artículo anterior, han sido tratados, reciclados, reusados o confinados definitivamente de conformidad con lo establecido en la reglamentación de la materia.

V.- Un programa para la prevención y control de contingencias que incluya las medidas y equipo de seguridad, así como capacitación al personal.

VI.- Aquella otra complementaria o adicional que la Dirección determine.

ARTICULO 37.- El estudio de integridad de los tanques subterráneos a que se refiere la fracción II del Artículo anterior, deberá llevarse a cabo por lo menos una vez al año y realizarse por un Prestador de Servicios Ambientales, autorizado por la Dirección. Exceptuándose solo aquellos tanques con doble pared y monitoreo electrónico.

ARTÍCULO 38.- La Dirección asignará una clave de inscripción que servirá para identificar a las personas a que se refiere el Artículo 35 de este Reglamento, la cual deberá ser proporcionada en todos los documentos que se tramiten ante esta Dependencia. La omisión de este requisito traerá como consecuencia que el documento se tenga por no presentado.

Vinculación con el Proyecto.

Durante la etapa de construcción se prevé la utilización de vehículos automotores, mismos que serán verificados cuenten con el adecuado mantenimiento y que se realice revisiones permanentes en talleres cercanos al sitio del proyecto.

En la etapa de operación del proyecto, se tendrá el ingreso de vehículos automotores, mismos que llevarán un mantenimiento vehicular controlado para evitar la emisión de gases a la atmosfera como fuentes móviles, pero se estima que al ser su estadía en la zona del proyecto temporal y por corto tiempo, los contaminantes se mantengan dentro del rango permitido.

No se prevé el vertimiento de aguas residuales durante la etapa de construcción, ya que se tiene programado contratar baños portátiles, a una empresa especializada, la cual tendrá la obligación del tratamiento y disposición final de dichas aguas.

El proyecto contempla actividades que podrían ocasionar residuos peligrosos (cómo trapos impregnados de grasas, gasolinas u otro material inflamable y envases vacíos), por lo que considera contar con un depósito especial debidamente rotulado, al cual se le dará disposición final a través de la contratación de una empresa especializada y autorizada por las autoridades de su competencia.

Cabe destacar que la realización del proyecto contempla lo establecido en el presente Reglamento, así como por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, por lo que se considera que no se afectará al medio ambiente durante la etapa de construcción y operación del mismo.

III.21. Reglamento de Protección al Ambiente para el Municipio de Mexicali, Baja California

ARTÍCULO 1.- El presente Reglamento tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, la observancia de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California, en las materias de competencia municipal que éstas declaran.

ARTÍCULO 4.- Son atribuciones de la Oficina Municipal de Ecología, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, las siguientes: I.-

En materia de Política Ambiental;

a) Formular y conducir la política ambiental municipal;

b) Aplicar los instrumentos de política ambiental previstos en los Programas de Desarrollo Urbano, Leyes y Reglamentos, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, en bienes y zonas del Municipio;

En materia de Evaluación Ambiental;

a) Expedir autorización para la realización de obras o actividades, cuya vigilancia en la materia sea de su competencia;

b) Participar, conforme a los convenios de coordinación que se celebren con la Federación o el Estado, en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal o federal, cuando las mismas se realicen en el territorio municipal;

c) Autorizar, condicionar o negar la licencia ambiental municipal, para la instalación u operación de establecimientos y actividades mercantiles o de servicios, ubicados dentro del Municipio y cuya regulación en materia de protección ambiental sea de competencia municipal; y en su caso, revocar dichas autorizaciones; d) Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones que expida en materia ambiental.

En materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua;

a) Prevenir y controlar la contaminación que ocasionen las aguas que descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado o a cielo abierto, los establecimientos y actividades mercantiles o de servicios, dentro del territorio municipal;

En materia de Control y Prevención de la Contaminación Atmosférica;

c) Vigilar que las fuentes emisoras de competencia municipal, cumplan con las Normas de emisiones máximas permisibles de contaminantes a la atmósfera, así como con las condiciones establecidas en las autorizaciones que expida; d) Exigir a los responsables de fuentes emisoras de competencia municipal, la instalación de equipos de control de emisiones, cuando sea necesario para la protección del medio ambiente;

En materia de Control y Prevención de la Contaminación por Ruido, Vibraciones, Energía Térmica, Energía Lumínica y Olores Perjudiciales;

Prevenir y controlar la contaminación originada por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, provenientes de fuentes emisoras de competencia municipal;

En materia de Control y Prevención de la Contaminación Generada por Residuos Sólidos;

a) Aplicar las Normas y demás disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos de conformidad con la legislación ambiental vigente;

En materia de Planeación Urbana;

a) Participar en la formulación de las declaratorias de uso y destino del suelo, de los planes y programas de desarrollo urbano que expida el Ayuntamiento, con la finalidad de asegurar la sustentabilidad del desarrollo urbano en la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

b) Verificar que los planes y programas de desarrollo urbano del Municipio que se formulen, sean congruentes con la planeación ambiental;

c) Proponer a la dependencia municipal a cuyo cargo se encuentre la planeación urbana, criterios ecológicos locales para la planeación del desarrollo de los centros de población;

d) Dictaminar y vigilar las modificaciones en el uso y destino del suelo urbano, de las áreas destinadas para recreación o áreas verdes;

En materia de Preservación y Mejoramiento Ambiental;

- a) Coadyuvar con la dependencia municipal responsable del control urbano, en la prevención y control de la contaminación visual y protección al paisaje natural, urbano y rural;
- b) Promover la declaratoria de áreas de amortiguamiento entre zonas con diferente capacidad de uso, con especial interés en aquellas que se generen entre zonas habitacionales y otros usos; así como vigilar que se respeten dichas declaraciones;

Vinculación con el Proyecto

El proyecto de construcción y operación de la Estación de servicio tipo gasolinera cumple con las disposiciones jurídicas y de planeación aplicable; por lo tanto todas las acciones están encaminadas hacia el cumplimiento de lo que disponga tanto las entidades locales como municipales y estatales. Procurando el menor de los impactos al ambiente.

El proyecto de construcción y operación de la Estación de Servicio Tipo Gasolinera, respetando la planeación del H. Ayuntamiento de Mexicali, se realiza en la ubicación del proyecto en una zona compatible con lo dispuesto en el PDU local, el cual no prohíbe llevar a cabo la realización de esta actividad y la prestación del servicio.

III.22. Norma Oficial Mexicana

NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Durante la etapa de construcción se tiene previsto el uso de baños portátiles, los cuales serán contratados a una empresa autorizada, quien será la responsable de la disposición final de las aguas generadas.

NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Durante la etapa de construcción del proyecto se llevara a cabo un control del mantenimiento vehicular que sea requerido durante la actividad.

NOM-052-SEMARNAT-2005. *Establece características, procedimiento, identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos.*

Dadas las características del Proyecto y al ser un Microgenerador de residuos peligrosos, se procederá con el cumplimiento de la norma para la clasificación de estos, y su disposición adecuada mediante la contratación de una empresa especializada y autorizada por la autoridad.

NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.*

El predio donde se pretende construir la Estación de Servicio ya se encuentra afectada por actividades antropogénicas por lo que no se tiene especies en peligro de extinción.

NOM-080-SEMARNAT-1994. *Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.*

Las emisiones que se generaran por el desarrollo del proyecto, será mínima y quedara circunscrita al área donde se encuentra trabajando el personal y la maquinaria, por lo que no se interferirá con las actividades que se realicen en la zona de influencia del proyecto.

NOM-081-SEMARNAT-2013. *Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*

La emisión de ruido derivada de las actividades de construcción necesarias para el desarrollo del proyecto será mínima y quedara circunscrita al área donde se encuentre trabajando el personal y la maquinaria de manera que no afectará a la población. Debido a la naturaleza del proyecto durante su funcionamiento no se generaran emisiones de ruido.

NOM-005-STPS-1993 *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosos.*

En la operación del proyecto se cumplirá con la norma, para evitar riesgos en los empleados que manejen dichas sustancias. De igual forma se realizará el Programa

Específico de Seguridad e Higiene y Programa de prevención de accidentes con lo cual se cumplirá con lo especificado en la NOM.

NOM-CCA-31-SEMARNAT 1993. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicio y de tratamientos de aguas residuales en los sistemas de drenajes y alcantarillado urbano o municipal.

Las aguas residuales sanitarias serán descargadas en el sistema de alcantarillado municipal.



CAPITULO IV

Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto. Inventario Ambiental

Estación de Servicio Independencia

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Estructura urbana actual con base en los criterios del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, B.C. 2010, se divide a la Ciudad en trece Sectores, que se subdividen en 61 Distritos, con el fin de facilitar la organización de la ciudad y distribución de servicios y equipamiento, así como la identificación de las densidades de población de cada zona.

El Sector "C" comprende la zona más antigua de la Ciudad, limitándose por la línea Internacional al norte, Blvr. Justo Sierra - Benito Juárez al este, Blvr. Lázaro Cárdenas al sur y Calz. Heroico Colegio Militar al oeste. En él se localizan el Centro Histórico, el Centro Cívico y Comercial, Col. Nueva, Col. Pueblo Nuevo, El Bosque y Zoológico de la Ciudad y gran parte de las zonas bajas del Río Nuevo. El uso predominante es el habitacional, además de contar con concentraciones de equipamiento, comercio y servicios. Se encuentra subdivido en 7 Distritos. El Sector "D" se delimita por la línea Internacional al norte, Blvr. Gómez Morín al este, Blvr. Lázaro Cárdenas al sur y Blvr. Benito Juárez al oeste. El uso predominante es el habitacional tipo popular, medio y residencial en fraccionamientos como Los Pinos y Jardines del Valle. Cuenta con grandes concentraciones de equipamiento, comercio y servicios al igual que el Sector "C". Subdividido en 3 Distritos.

Corredores Urbanos. Constituyen corredores de comercio y servicios sobre las principales vialidades, destacando a nivel ciudad: Blvr. López Mateos, Blvr. Lázaro Cárdenas, Calz. Justo Sierra, Blvr. Benito Juárez, Blvr. Castellón, Blvr. Manuel Gómez Morín y Calz. Anáhuac, las Avenidas: Madero, Reforma, Obregón y Zaragoza, Calz. Las Américas, Brasil, Calz. Cuauhtémoc, e **Independencia**, así como las calles: Heroico Colegio Militar, Uxmal, Ulises Irigoyen (F), **Río Fuerte**, Río Culiacán, Río Presidio, y la Calle 4ta. En González Ortega.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población 2025 del municipio de Mexicali, el Proyecto se encuentra en la **Unidad de Gestión Sector D mismo que tiene como Uso de Suelo Urbano – Comercial condicionado para el establecimiento de Infraestructura y equipamiento urbano.**



Uso de Suelo de acuerdo al PDUCP2025

El Proyecto de Construcción y Operación de la Estación de Servicio Independencia se encuentra ubicado en la zona noreste del Estado de Baja California, en la ciudad de Mexicali, capital del Estado del mismo nombre, la cual sería su área de influencia socioeconómica.



Coordenadas Geográficas:
Latitud: 32.639041°
Longitud: -115.437937°

El proyecto se localiza en la parte noreste del centro geográfico de la ciudad de Mexicali, B.C., se encuentra ubicado en el cruce de la Calzada Independencia y Calle Río Fuerte, en los inmuebles identificados como lotes 01, 03 y 04 de la Manzana 362 de la Colonia Independencia de esta Ciudad, mismos que cuentan con claves catastrales IN-362-001, IN-362-003 y IN-362-004, con una superficie total de 1280.60 m².

Colindancia

NORTE	Calz. Independencia
SUR	Lote No. 25 y 26 Propiedad privada
ESTE	Lote No. 3
OESTE	Calle Río Fuerte

En el municipio donde se pretende realizar el proyecto, se cuenta con servicios públicos y privados, como son: agua potable, electricidad, telefonía, servicio de recolección de basura, transporte urbano y colectivo, áreas de recreo, tiendas, entre otros servicios diversos.

El ecotono terrestre dónde se encuentra el sitio del proyecto y su principal característica es que está inmersa en la mancha urbana de la Ciudad dónde los factores bióticos no son los que originalmente existía en la zona, refiriéndose a la flora y fauna, ya que dichos factores originales fueron desplazados con el crecimiento urbano de la Ciudad.

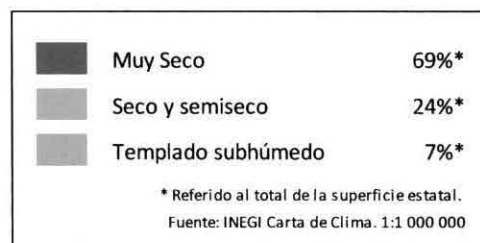
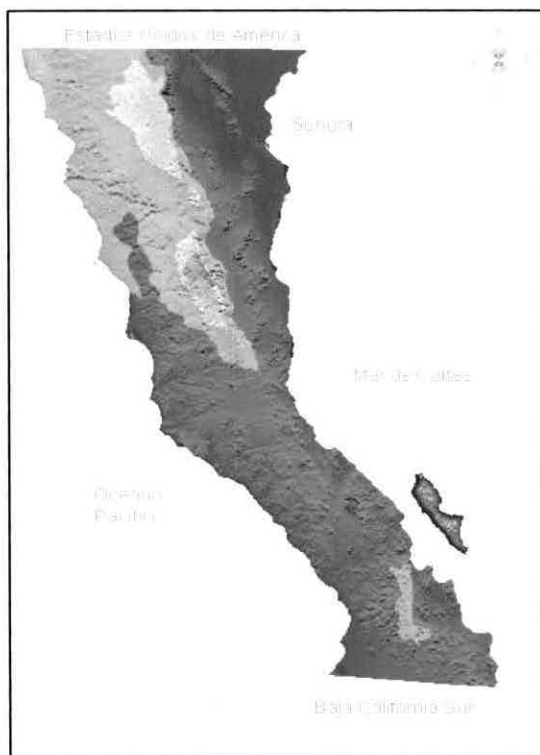
IV.2. CARACTERÍSTICAS Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1. Aspectos Abióticos

A. Clima

Este municipio presenta cuatro climas diferentes dentro del grupo de secos-áridos con escasa precipitación, a saber: el clima cálido seco comprende al Valle, San Felipe y la Ciudad, predomina aproximadamente en el 47% del territorio municipal; el clima semicálido-seco abarca el 37% del territorio y se manifiesta en la parte central del municipio; el templado-seco cubre sólo una pequeña parte del oeste y representa el 6% del área municipal, y finalmente, el clima templado-semiseco abarca el 10% y se localiza en la zona central oeste, comprendiendo parte de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

Por otro lado, el flujo de vientos provienen de noroeste a suroeste la mayor parte del año y su precipitación pluvial anual promedio es de 132 milímetros. Asimismo, en Mexicali se tiene un clima agradable en los meses de octubre a mayo con una temperatura promedio de 23°C que motiva a la práctica de los deportes y la recreación al aire libre; de los meses de junio a septiembre la temperatura promedio asciende a 45°C.



Parámetros climáticos promedio de Mexicali (Período 1961-2010)													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	34	34	38.5	41	47	49.1	51	52.8	47.1	47.8	39.8	33.8	44.6
Temperatura máxima media (°C)	26.5	25	28	28.7	36	40	42.3	41.1	36.7	32.6	28.2	26.4	31.9
Temperatura media (°C)	13.1	15.3	18	21.1	25.8	28.5	29.8	25.9	20.4	24.5	17.5	10.1	23.1
Temperatura mínima media (°C)	5.8	7.6	10	12.8	16.7	20.8	25.8	25.5	22.1	18.1	9.8	5.7	14.9
Temperatura mínima absoluta (°C)	-3.6	-2.1	-0.9	0	6	8.1	10.5	14.5	6	0.3	-15	-4	-4
Lluvias (mm)	10.8	7.2	5.8	16	0.5	0.2	3.8	10.1	7.5	8.4	4.9	10.3	79.8
Días de lluvias (≥ 0.1 mm)	2.7	2.2	2.1	0.7	0.3	0.1	1	13	11	11	12	2.2	18

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional41

B. Geología y Geomorfología

La geología de Baja California ha sido estudiada por varios investigadores, uno de los más destacados es Gastil et al. (1975), quien realizó un trabajo muy completo sobre esta zona, sin embargo, acepta que existen aún un gran número de incógnitas sobre el proceso de la formación de la península hasta su estabilización. Las formaciones geológicas del Municipio de Mexicali que se conocen, se dieron a través de la evolución de las geo-formas que constituyen el paisaje actual, y de un relieve que se caracteriza por ser tectónico en su parte Occidental y acumulativo en la porción Oriental del Municipio y en el área de la Laguna Salada.

Dentro del área comprendida por el Municipio de Mexicali, existen cinco tipos de roca. De estas la que predomina es la roca sedimentaria, en segundo orden están las rocas ígneas intrusivas y extrusivas, siguiendo las rocas de tipo metamórficas y meta sedimentarias (Ver plano 4).

En sus estudios sobre el Estado de Baja California, Gastil et al. (1975) Gastil et al. (1975), hace referencia a los trabajos de Thompson (1968) en el cual propone la división del Río Colorado en tres unidades morfológicas. La que está Gastil et al. (1975), hace referencia a los trabajos de Thompson (1968) en el cual propone la división del Río Colorado en tres unidades morfológicas. La que está más al Oeste se ubica en el pie de monte, a un costado de las montañas. La segunda unidad incluye 2,000 km² La Sierra Las Tinajas se localiza entre el principal escarpe del Golfo y la Sierra Las Pintas. La terminación Noreste de esta cordillera consiste en una serie de estratos volcánicos con basamentos de roca granítica, que se da en las fallas bajas del Oeste de la península. El resto de la cordillera presenta en su área Noroeste una tendencia con inclinación Oeste de bloques de estratos volcánicos del Terciario, solo que modelados y disectados por erosión. La cordillera de bajadas de sedimentos costeros planos, que se extiende desde el nivel medio del mar a 11 ó 12 metros bajo su nivel. La porción superior de los sedimentos se ubican 4 msnm. La parte alta de los sedimentos hacia al Golfo señalan lo irregular y discontinuo de los cambios de la playa en la parte superior de estos, en esta zona de transición la pendiente del área de mar con respecto de los límites de las mareas, es suave. La tercera unidad incluye el área retirada de las playas de sedimentos, que se caracteriza por su cresta irregular. Más al Oeste se ubica en el pie de monte, a un costado de las montañas. La segunda unidad incluye 2,000 km² La Sierra Las Tinajas se localiza entre el principal escarpe del Golfo y la Sierra Las Pintas. La terminación Noreste de esta cordillera consiste en una serie de estratos volcánicos con basamentos de roca granítica, que se da en las fallas bajas del Oeste de la península. El resto de la cordillera presenta en su área Noroeste una tendencia con inclinación Oeste de bloques de estratos volcánicos del Terciario, solo que modelados y disectados por erosión. La cordillera de bajadas de sedimentos costeros planos, que se extiende desde el nivel medio del mar a 11 ó 12 metros bajo

su nivel. La porción superior de los sedimentos se ubican 4 msnm. La parte alta de los sedimentos hacia al Golfo señalan lo irregular y discontinuo de los cambios de la playa en la parte superior de estos, en esta zona de transición la pendiente del área de mar con respecto de los límites de las mareas, es suave. La tercera unidad incluye el área retirada de las playas de sedimentos, que se caracteriza por su cresta irregular.

C. Suelos

El suelo con mayor distribución en el municipio es el litosol (23.54%) ubicado en las formaciones serranas. En segundo lugar se encuentra el regosol (22.67%) el cual se distribuye en la zona de bajada con lomerío y en el valle de Mexicali. El vertisol se distribuye en la porción poniente del valle y abarca 7.89% de la superficie municipal. El solonchak cubre 15.89% del municipio y se distribuye en las depresiones topográficas alrededor de la laguna Salada y en el sureste en las proximidades al Golfo de California (ver figura 5). Los litosoles son suelos poco desarrollados tienen poco espesor (menor de 10 centímetros) debido a su distribución sobre roca dura e incluso en varios lugares son parte de la roca misma, presentan una estructura muy débil y una textura media, arenosa y gravosa, por lo tanto su permeabilidad fluctúa de alta a muy alta (INEGI, 1995). Los regosoles son suelos poco profundos (menos de 50 centímetros), se localizan sobre las zonas de montaña y están limitados por roca (fase lítica); el resto son suelos profundos (mayor de 1 metro) sobre los terrenos planos, algunos presentan altas concentraciones de sales de sodio (fase sódica) como sucede en las proximidades del Río Colorado. Son característicos de la roca origen, sin desarrollo de textura arenosa o gravosa y de muy alta permeabilidad (INEGI, 1995). Se presenta estudio geotécnico anexo IV.

D. Orografía

La característica orográfica más importante en el municipio es la de encontrarse ocupado por sierras en 30% de su territorio, resaltan, principalmente, las sierras de Juárez y San Pedro Mártir. La primera, comprende una franja que va de la parte noroeste hasta el suroeste del municipio, con 1,885 kilómetros cuadrados de superficie y 3,300 metros de altura; la segunda, está localizada en la parte suroeste y cubre 10 kilómetros cuadrados, su altura es de 2,800 metros sobre el nivel del mar. Se tienen además otras sierras, tales como: el Cerro de El Centinela con una elevación de 750 metros, y una superficie de 10 kilómetros cuadrados, localizado en la parte noroeste del municipio; la Sierra Cucapah, situada en la parte norte y al oeste del Valle de Mexicali, con una superficie de 364 kilómetros cuadrados y una altura máxima de 1,000 metros.



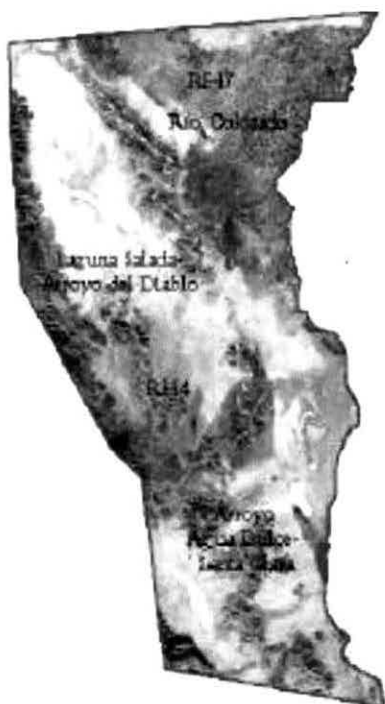
Los suelos solonchack son producto de altas temperaturas, aguas salobres y depósitos aluviales finos y gruesos. Por lo tanto, su característica más relevante es la alta concentración de sales. Son suelos profundos, sin embargo, sobre el delta del Río Colorado son de baja permeabilidad, debido a su estructura fuerte y textura fina, presentan además altas concentraciones de tipo de sal de sodio (fase sódica). (INEGI, 1995).

Los vertisoles, son formados a partir de depósitos superficiales de textura fina, en clima árido y semiárido, con vegetación de gramíneas altas o de bosque espinoso, en zonas planas o de pendientes suaves y poca altura. Este suelo presenta grietas en tiempos secos y se expanden con la humedad.

Figura 5. Edafología

E. Hidrología superficial y subterránea.

En el municipio de Mexicali convergen dos regiones hidrológicas, la región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado. Cada una de estas regiones se encuentra integrada por una serie de cuencas y subcuencas, como se describe en los siguientes párrafos. De la región hidrológica 7, la cuenca del Río Colorado abarca la porción noreste del municipio, cuenta con una superficie de 5,052.625 km². El rasgo hidrológico más importante de esta cuenca es el Río Colorado, el cual nace en los Estados Unidos recorre 185 km en territorio



Las principales corrientes son: el Río Colorado, el Río Hardy y el Río Nuevo. El Río Colorado presenta un escurrimiento medio anual de 1,850'254,000 metros cúbicos, cuyo destino es el distrito de riego No. 14, la dotación de agua potable para la ciudad de Mexicali, zonas urbanas del Valle y la ciudad de Tijuana por medio del acueducto Río Colorado-Tijuana. Las corrientes del Río Hardy y Río Nuevo, han sido producidas por drenajes agrícolas de la región.

Aguas subterráneas

En lo que respecta a las aguas subterráneas, el acuífero del valle de Mexicali es el de mayor capacidad del estado de Baja California y el más importante por su volumen de explotación. Es un acuífero de tipo libre, presenta una recarga media anual de 700 millones de m³; recibiendo aportaciones subterráneas del canal Todo

Americano, localizado al sureste del valle Imperial en California; recargas subterráneas del Valle de Yuma, Arizona, ambos en los Estados Unidos (CEA, 2008).

El acuífero presenta un nivel de extracción de 719 millones de m³, lo que crea un déficit o sobreexplotación de 19 millones de m³ (CEA, 2008). Esta operación se realiza mediante un total de 1081 pozos de los cuales 192 (17.8%) se destinan al uso agrícola, 80 (7.4%) para abastecimiento de agua potable a los centros de población, 685 más (63.3%) para cubrir las necesidades del uso doméstico-abrevadero y los 124 pozos restantes (11.5%) son utilizados por el sector industrial. Los pozos utilizados por el sector industrial corresponden a los que se localizan en el campo geotérmico Cerro Prieto y debido a que explotan niveles profundos en rocas fracturadas se considera que pertenecen a otra unidad acuífera (CEA, 2008).

IV.2.2. Aspectos Bióticos

F. Vegetación terrestre

La flora es la común de zonas semidesérticas, la cual trae como consecuencia la presencia de especies silvestres típicamente xerofitas. A lo largo de las costas del Golfo de California se pueden apreciar las especies de: chamizos, yerba resina, rosas, alfombrilla, pepinillo, etcétera. La agrupación matorral esclerófilo se encuentra representada por: vara prieta, chamizo colorado, brasillo, salvia, encinillo, hierba de oro y gramíneas. De las agrupaciones denominadas bosque

ecuamifolio se tiene: guata, mezquitillo, valeria, canutillo, jojoba, mexcalito, zacate y sitarón. En la agrupación bosque aciculifolio se tiene pino Jeffrey, pino ponderoso, pino sugar, cedro y madroño.

G. Fauna.

La fauna del municipio de Mexicali se encuentra representada por una variedad de especies adaptadas a diferentes ecosistemas, tales como grandes zonas marinas, desérticas y bosques. En las marinas se tienen totoaba, arepa, angelito, lisa, bagre, bocón, carpa, mojarra, curvina, lenguado, pulpo, tiburón y pez sierra, entre otros. En las desérticas existen especies de: lagartija, iguana, culebra y víbora de cascabel. Y, en las zonas de bosques se encuentran diferentes especies de aves: faisán, codorniz, paloma huilota, pato golondrino, cercetas, correcaminos, búho, gaviota y pelícano; mamíferos: murciélago, liebre, conejo, ardilla, coyote, zorra, mapache, tejón, zorrillo, venado y borrego cimarrón. En la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, vive en su ambiente natural la vaquita marina, uno de los cetáceos más pequeños y amenazados del mundo y única especie endémica de mamífero marino en México.

IV.2.3. Paisaje

IV.2.4. Medio Socioeconómico

La población económicamente activa representa el 43% del total municipal, mientras que la población ocupada abarca el 41% de la población total. Este indicador tuvo un descenso con respecto al 2005 cuando se presentaron los niveles de pobreza que se muestran en la tabla 2, donde se observa que Mexicali presenta el segundo lugar estatal en los distintos tipos de pobreza por ingresos y que al menos 10 de cada 100 habitantes presenta pobreza de patrimonio (Coneval, 2005).

Tabla 2. Niveles de pobreza municipal			
Municipio	Pobreza por ingresos		
	Pobreza alimentaria	Pobreza de Capacidades	Pobreza de Patrimonio
Mexicali	1.5	2.6	10.3
Tecate	1	4.8	8.1
Tijuana	0.5	1.1	7.1
Playas de Rosarito	0.9	1.8	8.8
Ensenada	3.7	5.5	14.3

Por su parte, en materia de rezago social de la población, el municipio presenta niveles muy bajos, con excepción de los indicadores de educación básica, derecho-habienencia a servicios de salud y la disposición de ciertos bienes en la vivienda.

Tabla 3. indicadores de rezago e indice de rezago de mexicali 2005.	
Indicadores de Rezago	Municipio
% de población de 15 años o más analfabeta	2.88
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.63
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	35.29
% de hogares con población de 15 a 29 años, con algún habitante con menos de 9 años de educación aprobados	26.13
% de población sin derechohabienencia a servicios de salud	29.89
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.53
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	8.58
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	2.87
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	8.88
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	7.9
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	18.55
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	9.67
Promedio de ocupantes por cuarto	-0.06
Índice de rezago social	-1.4993
Grado de rezago social	Muy Bajo

Vulnerabilidad socioeconómica

En general, el municipio de Mexicali presenta una vulnerabilidad socioeconómica muy baja (0.05), obteniendo en casi todos los indicadores un nivel muy bajo de VSE, excepto en el grado promedio de escolaridad, la razón de dependencia y la densidad poblacional, en los cuales obtuvo un nivel bajo de VSE.

A. Demografía

Con el 2.8% de la población nacional, el estado de Baja California registró 2,844,469 habitantes en el Censo de Población y Vivienda del año 2005. Al igual que el promedio nacional, presenta un equilibrio en su distribución por género, (50% hombres - 50% mujeres).

La edad mediana es de 25 años, cuando en el resto del país es de 24 años. Además, tiene una tasa bruta de natalidad de 19 niños vivos por cada mil habitantes (18.6%).

Los avances en la calidad de vida en el estado lo han llevado a ser el primer lugar nacional con una esperanza de vida de 75.6 años.

Sin embargo, también destaca por ser el estado mexicano con la tasa más alta de divorcios - 31.8%.

En cuanto a concentración geográfica, el 80% de su población reside en dos municipios fronterizos norte: Tijuana (50%) y Mexicali (30%).

Municipio de Mexicali

Este municipio ocupa el 29.5% de la población total de Baja California en 2013, cuenta con una tasa de crecimiento de 1.39%; para 2030 se espera un crecimiento anual del 0.90%, tasa menor que la presentada en la actualidad.

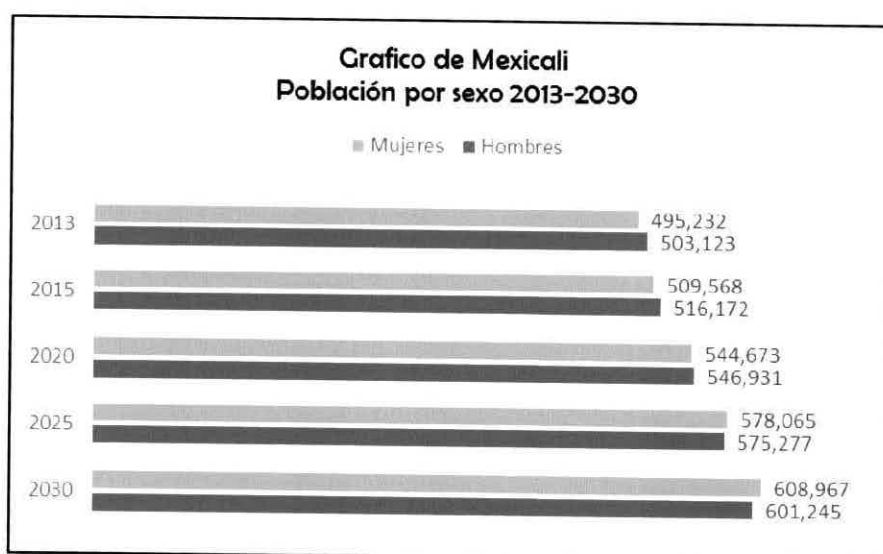


Grafico de Mexicali Población por sexo 2013-2030		
Año	Hombres	Mujeres
2030	601,245	608,967
2025	575,277	578,065
2020	546,931	544,673
2015	516,172	509,568
2013	503,123	495,232

B. Factores Socioculturales

IV.2.5. Diagnóstico Ambiental

La zona dónde se pretende llevar a cabo el proyecto es un área afectada por las actividades antropogénicas y donde las condiciones ambientales originales han sido, de manera considerable, alteradas en sus factores bióticos y abióticos a través de las décadas.

Al estar inmerso en la mancha urbana, fuera de alguna de las Áreas Naturales de Protección de Flora y Fauna existente en el estado, las actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto no ponen en riesgo los elementos abióticos y bióticos de dicho lugar.

En su operación, implica actividades riesgosas asociadas a la venta al menudeo de gasolinas y diésel, ya que se pretende la construcción y operación de una estación de servicio, obra que desarrollará económicamente y socialmente la zona, sin poner en riesgo a las poblaciones de flora y fauna circundante.

Los criterios de valoración para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que fueron considerados para la elaboración de este estudio, entre otros, fueron los siguientes:

Criterio Normativo

Ver capítulo III, "Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación sobre uso del suelo".

Criterio de Diversidad

Como ya mencionamos anteriormente, el proyecto se desarrollará en una zona sujeta a presión ambiental por el desarrollo de las actividades humanas, por lo que el criterio de Diversidad enfocado a Flora y fauna es muy importante.

El área de proyecto es una superficie que presenta impactos por las construcciones anteriores y que la vegetación es resultado de las actividades antropogénicas, siendo del arbustiva y secundaria principalmente, presentándose árboles que fueron sembrados por las personas del lugar. La fauna silvestre es escasa, limitándose a algunas especies de aves, especies de considerable adaptabilidad a las condiciones presentes en el área.

Las actuales características existentes en el sitio del proyecto, producto de las actividades antropogénicas (infraestructura pública tales como camellones, avenidas, edificios habitacionales y comerciales, etc.) hacen entendible que la diversidad biológica no tenga una representación amplia, por lo que el desarrollo de nuestro proyecto, no pone en riesgo a dicho factor.

Criterio de Rareza

En el sitio del proyecto no se pone en riesgo algún factor de rareza, con el cual se afecte alguna especie de flora o fauna silvestres. La escasez de fauna y variedad de la vegetación natural en el sitio del proyecto es producto de las actividades antropogénicas realizadas en dicha zona.

Criterio Naturalidad

En el sitio del proyecto es evidente que el criterio de naturalidad ha sido modificado desde el momento en que se generó los primeros asentamientos humanos en la zona. El desarrollo del proyecto no afectará en ningún sentido algún otro criterio de naturalidad que pueda persistir en el sitio y zona del proyecto, que no haya sido considerado en el Programa Desarrollo Urbano Centro de Población 2025 de esa ciudad.

El grado de perturbación presente en el sitio del proyecto no se incrementará por la operación del proyecto.

Criterio de Calidad

Es evidente que la baja calidad de los factores que permiten el mantenimiento y persistencia de un ecosistema, han determinado que en el sitio del proyecto entre otras cosas sean congruentes las actividades proyectadas para la operación de la Estación de Servicios.

Cómo se ha mencionado anteriormente y con insistencia, el sitio del proyecto se localiza en una zona alterada por actividades antropogénicas, en donde los criterios que regulan la actividad del mismo, se están tomando en cuenta para que el proyecto compatibilice y no causen afectaciones negativas referentes al criterio en cuestión.



CAPITULO V

Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales.

Estación de Servicio Independencia

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1. Indicadores de Impacto

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

V.1.2.1. Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Los recursos naturales que se consideran factibles a sufrir impactos son:

- a) Agua
- b) Suelo
- c) Atmósfera
- d) Flora
- e) Fauna
- f) Paisaje

Las obras o actividades susceptibles de provocar impactos ambientales.

Para el proyecto de preparación, construcción y operación de la **Estación de Servicio "Independencia"** se encuentra ubicado sobre Calzada Independencia con No. exterior 604 referido a los lotes 01, 03 y 04 de la manzana 362 de la Col. Independencia. Con una superficie de 1280.60m²

Se consideran las siguientes actividades:

- a. Preparación del Sitio y construcción
- b. Operación y Mantenimiento

V.1.2.2. Valorización de Impactos.

Criterios que se utilizaron para determinar el grado de importancia de los Impactos Ambientales Adversos.

La significancia de los impactos se evaluó mediante los criterios Espacio-Temporales que se resumen en la tabla siguiente. Cada criterio se describe de acuerdo a la naturaleza de su influencia en los elementos naturales y se divide en 4 categorías; a cada categoría se le asignó un valor numérico de tres a cero, en orden de mayor a menor de acuerdo al efecto causado sobre dichos elementos.

Categorías de los criterios utilizados para establecer la significancia de los Impactos efectuados por el proyecto sobre los elementos naturales.

CRITERIOS UTILIZADOS EN LA VALORACION DE IMPACTOS				
CRITERIOS	PUNTUACION			
	3	2	1	0
MAGNITUD DIMENSION	MAYOR REGIONAL	MODERADA ZONAL	MENOR LOCAL	NEGLIGIBLE PUNTUAL
TEMPORALIDAD	PERMANENTE IRREVERSIBLE	TEMPORAL IRREVERSIBLE	PERMANENTE REVERSIBLE	TEMPORAL REVERSIBLE

V.1.3. Criterios y Metodología de evaluación

V.1.3.1 Descripción de los criterios de significancia y sus categorías.

MAGNITUD.

- Mayor: Afecta los elementos naturales en magnitud suficiente para causar deterioro ambiental sin reversibilidad para restablecer las condiciones naturales del recurso. Puntuación: 3.
- Moderada: Afecta alguno de los elementos naturales, sin perjudicar las condiciones naturales existentes. También un efecto a corto plazo sobre el recurso puede constituir un impacto moderado. Puntuación: 2.
- Menor: Afecta un elemento específico durante un período corto de tiempo. Puntuación: 1.
- Negligible: No se afecta a los elementos naturales. Puntuación: 0.

* Modificación de: Duinker y Beanlands, 1986.

DIMENSION.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se consideró una Unidad Ambiental que comprende todo el predio y sus alrededores, la cual es una planicie.

- Mayor: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto afecta a la totalidad de los elementos naturales. Puntuación: 3.

- Moderada: El impacto resultante de las acciones del proyecto afecta a varios elementos naturales. Puntuación: 2.
- Menor: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto afecta sólo a uno de los elementos naturales. Puntuación: 1.
- Negligible: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto no afecta a ninguno de los elementos naturales. Puntuación: 0.

TEMPORALIDAD.

- Permanente Irreversible: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto se efectúa durante todo el tiempo de vida útil del proyecto y además es irreversible. Puntuación: 3.
- Temporal Irreversible: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto se efectúa solamente durante un período de tiempo dentro de la vida útil del proyecto pero el daño efectuado al ambiente es irreversible. Puntuación: 2.
- Permanente Reversible: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto se efectúa durante todo el tiempo de vida útil del proyecto pero su efecto, una vez terminado el proyecto es reversible. Puntuación: 1.
- Temporal Reversible: Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto se efectúa solamente durante un período de tiempo dentro de la vida útil del proyecto y el daño efectuado al ambiente es reversible. Puntuación: 0.

V.1.3.2 Consideraciones Adoptadas para la Valorización de los Impactos.

Es importante aclarar que durante la valorización de los impactos se tomaron en cuenta los elementos existentes en un área de 1280.60m² correspondientes al total del área del predio del proyecto y el área cercana a sus alrededores, donde se pretende ubicar La **Estación de Servicio "Independencia"**, considerando esto como la Unidad Ambiental.

La descripción de la importancia y valor numérico de las definiciones incluye las siguientes consideraciones:

- a) Probabilidad de ocurrencia del impacto;
- b) Confianza en la predicción de los impactos;
- c) La existencia de estándares de calidad;
- d) Proporción del (los) recurso(s) afectado(s);

- e) Factibilidad del (los) recurso(s) para recuperarse;
- f) Importancia comercial del (los) recurso(s), y
- g) Especies consideradas como raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, según Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010.

V.1.4. Clasificación de los Impactos

Para clasificar los impactos se utilizó la siguiente nomenclatura tomada de la Guía de "Características del procedimiento General para la Manifestación del Impacto Ambiental" publicada por SEDUE (ahora SEMARNAT):

- A.- Impacto Adverso Significativo.
- a.- Impacto Adverso no Significativo.
- B.- Impacto Benéfico no Significativo.
- ? .- No se sabe si los efectos son significativos.

V.1.5. Matriz de cribado y ubicación de los impactos.

De acuerdo con el Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General, se utilizó la Guía de "Características del Procedimiento General para la Manifestación de Impacto Ambiental" publicada por la SEDUE (ahora SEMARNAT), se construyó una matriz de cribado para ubicar cada uno de los impactos que las acciones del proyecto efectuarán sobre los elementos naturales.

La matriz se encuentra dividida en 3 secciones. En la primera sección se evalúa el impacto que ocasiona cada actividad desarrollada (*emisores de impacto*) durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto **Estación de Servicio "Independencia"**, proyectada, sobre los diferentes recursos que se consideraron como factibles a sufrir impactos (*receptores de impacto*). Utilizando los criterios de valoración de impactos y su correspondiente puntuación numérica, de lo anterior se obtiene la sumatoria de la puntuación de cada elemento receptor de impacto, resultado con el cual se determina el grado de significancia del impacto producido por cada emisor sobre cada receptor de impacto ambiental.

La escala de valores que se utilizó para medir los impactos adversos provocados por cada actividad sobre el recurso es la siguiente:

Puntuación Resultante	Impacto	Nomenclatura
0 – 4	ADVERSO NO SIGNIFICATIVO	a
5 - 9	ADVERSO SIGNIFICATIVO	A

En la segunda sección se evalúa el impacto ocasionado por la suma de todas las actividades (*emisores de impacto*) que se desarrollarán durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto **Estación de Servicio** sobre cada recurso (*receptor de impacto*).

Para ello se lleva a cabo la sumatoria del impacto que cada actividad ocasiona sobre el recurso, basándose en la siguiente escala de valorización.

Puntuación Resultante	Impacto	Nomenclatura
0 – 18	ADVERSO NO SIGNIFICATIVO	a
19 - 36	ADVERSO SIGNIFICATIVO	A

La tercera y última sección de la matriz engloban los impactos producidos por la totalidad de los emisores sobre la totalidad de los receptores de impacto ambiental (unidad ambiental). Esto nos indica el grado de significancia de los impactos que serán generados durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto **Estación de Servicio** sobre la totalidad de los recursos naturales del área donde se llevará a cabo. Para esta evaluación se suman los valores obtenidos en la segunda sección de la matriz de cribado para todo el predio, la escala de valores utilizada es:

Puntuación Resultante	Impacto	Nomenclatura
0 – 54	ADVERSO NO SIGNIFICATIVO	a
55 – 108	ADVERSO SIGNIFICATIVO	A

MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS						
1a. SECCION						
EMISORES DE	RECEPTORES DE IMPACTO					
IMPACTO	AGUA	SUELO	ATM.	FLORA	FAUNA	PAISAJE
Preparación del Sitio y Construcción						
MAGNITUD	0	1	1	0	0	0
DIMENSIÓN	0	1	1	0	0	0
TEMPORALIDAD	0	1	0	0	0	0
IMPACTO	a	a	a	a	a	a
Operación y Mantenimiento						
MAGNITUD	1	1	2	0	0	0
DIMENSIÓN	1	1	2	0	0	0
TEMPORALIDAD	1	1	1	0	0	0
IMPACTO	a	a	A	a	a	a
2a. SECCION						
IMPACTO POR RECURSO	a	a	a	a	a	a
3a. SECCION						
IMPACTO TOTAL				a		



CAPITULO VI

Medidas Preventivas y de Mitigación de los Impactos Ambientales.

Estación de Servicio Independencia

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Etapa de Preparación del Sitio y Construcción

a).- Impacto sobre el agua.

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto el agua solo será utilizada en la preparación para la construcción, y para evitar la emisión de partículas sólidas (polvo) al momento de manejo de material. Por lo que el impacto a este recurso se considera Adverso No Significativo

Magnitud: Negligible

Dimensión: Negligible

Temporalidad: Temporal Reversible

Valoración: Adverso no significativo

b) Impacto sobre el suelo.

Durante estas etapas del proyecto se afectará gran parte del suelo del predio ya que se construirá sobre el un piso de concreto y toda una infraestructura de servicio (oficinas, baños, etc), sin embargo considerando la extensión del predio y del suelo la dimensión es menor y su temporalidad es permanente reversible, ya que una vez finalizado el proyecto se puede levantar el piso de concreto y dejar el suelo como estaba.

Magnitud: Menor

Dimensión: Menor

Temporalidad: Permanente reversible

Valoración: Adverso no significativo

c) Impacto sobre la atmósfera.

El impacto ocasionado sobre la atmósfera es por las emisiones de los vehículos, serán emisiones de gases combustión (CO, NO_x, SO₂) y partículas sólidas, debido a la combustión de diesel y gasolina, y los polvos generados durante las operaciones de movimientos de material, esto alterará la composición del aire temporalmente.

Magnitud: Menor

Dimensión: Menor

Temporalidad: Temporal reversible.

Valoración: Adverso no significativo

d) Impacto sobre la flora y fauna.

Como ya mencionamos anteriormente, el proyecto se desarrollará en una zona sujeta a presión ambiental por el desarrollo de las actividades humanas, por lo que el criterio de Diversidad enfocado a Flora y fauna es muy importante.

El área de proyecto es una superficie que presenta impactos por las construcciones anteriores y que la vegetación es resultado de las actividades antropogénicas, siendo del arbustiva y secundaria principalmente, presentándose árboles que fueron sembrados por las personas del lugar. La fauna silvestre es escasa, limitándose a algunas especies de aves, especies de considerable adaptabilidad a las condiciones presentes en el área, siendo un predio dentro de una zona de servicios, comercial e industrial, por lo que se considera un impacto adverso no significativo.

Magnitud: Negligible

Dimensión: Negligible

Temporalidad: Temporal reversible.

Valoración: Adverso no significativo

f) Impacto sobre el paisaje.

El impacto ocasionado sobre este recurso no causara una degradación estética de la zona, ya que el proyecto se contempla desarrollar dentro de una zona urbanizada, con vocación de suelo de servicios, comercial e industrial, por lo que se considera un impacto adverso no significativo.

Magnitud: Negligible

Dimensión: Negligible

Temporalidad: Permanente reversible

Valoración: Adverso no significativo

VI.2 Etapa de Operación y Mantenimiento

a).- Impacto sobre el agua.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de la **Estación de Servicio** y local para renta se requiere de agua solo para proporcionarla como un servicio adicional (llenado de depósito de radiadores, wiper, etc), y en los servicios sanitarios, el agua de los depósitos de los carros se evaporará y el agua de sanitarios se descargará al sistema de alcantarillado de la ciudad por lo que el impacto a este recurso se considera Adverso No Significativo

Magnitud: Menor

Dimensión: Menor

Temporalidad: Temporal Reversible

Valoración: Adverso no significativo

b) Impacto sobre el suelo.

Durante estas etapas del proyecto no se pretende afectar el suelo del predio, aunque es importante mencionar que para evitar afectar este recurso, se implementará un programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos por lo que se considera un impacto adverso no significativo.

Magnitud: Menor

Dimensión: Menor

Temporalidad: Temporal reversible

Valoración: Adverso no significativo

c) Impacto sobre la atmósfera.

Durante la operación y mantenimiento de la Estación de Servicio (Gasolinera) se generarán emisiones a la atmósfera provenientes del trasvase o llenado de combustibles del dispensario al automóvil, esto alterará la composición del aire temporalmente.

Magnitud: Moderada

Dimensión: Moderada

Temporalidad: Temporal reversible.

Valoración: Adverso significativo

d) Impacto sobre la flora y fauna.

Durante esta etapa del proyecto no afectará la flora y fauna debido a que el predio se encuentra en una zona urbanizada con servicios, comercial e industrial, y la flora y fauna que existía en la zona fue afectada anteriormente al desarrollo del presente proyecto.

Magnitud: Negligible

Dimensión: Negligible

Temporalidad: Temporal reversible.

Valoración: Adverso no significativo

f) Impacto sobre el paisaje.

El impacto ocasionado sobre este recurso no causara una degradación estética de la zona, ya que el proyecto se contempla desarrollar dentro de una zona urbanizada, con vocación de suelo de servicios, comercial e industrial, por lo que se considera un impacto adverso no significativo.

Magnitud: Negligible

Dimensión: Negligible

Temporalidad: Permanente reversible

Valoración: Adverso no significativo.



CAPITULO VII

Pronósticos Ambientales y Evaluación de Alternativas.

Estación de Servicio Independencia

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 PRONOSTICOS.

VII.1. 1. Pronostico del escenario

Estado actual del Predio

Actualmente el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto "Construcción, Instalación y Operación de una Estación de Servicios Independencia", no tiene un uso en particular, considerándose como lote en construcción abandonado propiciando la acumulación de basura y roedores en el área, además de ser un área donde frecuentemente se observa personas ingiriendo bebidas alcohólicas, tornándose estas condiciones peligrosas para los vecinos y personas que transitan cerca del predio, así como los comercios cercanos.

Cabe señalar que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la mancha urbana donde los factores ambientales han sido modificados por las condiciones antropogénicas.

Con Proyecto:

El escenario esperado con el proyecto y con las medidas de mitigación, será un ambiente ecuánime, que permitirá que los impactos ambientales registrados hacia los elementos suelo, agua, flora, fauna y aire se mantengan en sus condiciones naturales permitiendo que el sistema ambiental continúe con sus procesos de desarrollo hasta alcanzar su equilibrio.

En el ámbito social y económico ejercerá gran influencia la construcción de la Estación de Servicio ya que evitará la acumulación de roedores, la acumulación de basura, la inseguridad al pasar por un lugar abandonado y oscuro. Por el contrario, abastecerá a un gran número de habitantes de la zona y propiciará la seguridad del área con la iluminación y la limpieza del lugar.

Por lo anterior, el proyecto no se contrapone a los instrumentos jurídicos en materia ambiental que aplican; se esperan impactos ambientales adversos no significativos pero con la aplicación de las medidas de mitigación, se minimizarán esperando que el sistema ambiental continúe con su desarrollo para mantener las condiciones ambientales que aún persisten en la zona.

A la fecha no se han registrados escenario o incidentes relacionados con la operación de las Estaciones de Servicio, dado que las instalaciones cuentan con altas tecnologías para evitar accidentes por fugas o derrames, y al mantenimiento

oportuno de las instalaciones y equipos apegándose a las normas oficiales vigentes y a sus programas preventivos dentro de sus instalaciones para evitar que esto ocurra.

La construcción de esta Estación de Servicio resulta importante para el desarrollo de servicios de la localidad y de la ciudad de Mexicali, además de que genera empleos directos e indirectos por la contratación de personal y de servicios, incrementando la demanda laboral en la localidad.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El programa de monitoreo que se pretende implementar tiene como finalidad el dar seguimiento a todas las medidas de prevención y mitigación que son propuestas en base a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y/o regulación del uso de suelo, mismos que fueron revisados en el Capítulo III.

Calidad del aire:

- ☑ Antes del inicio del proyecto se verificara que las máquinas, vehículos, y equipos se encuentren en buen funcionamiento, para evitar que emita más humos de los normales.
- ☑ Todos los vehículos automotores que se empleen durante la etapa de construcción deberán, cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con el objeto de estar en condiciones de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ☑ Estará prohibido la incineración de los desechos generados durante todas las etapas del proyecto para evitar la contaminación del aire a través de la generación de humos.
- ☑ Se deberán respetar los límites de velocidad establecidos de 10 km/h, para evitar el levantamiento de partículas de polvo. Se pondrán señalamientos de disminución de la velocidad.
- ☑ Durante el transporte de materiales de construcción ya sea de ingreso o de desecho, los volteos deberán estar cubiertos con lona para evitar la dispersión de polvos. Así como durante las actividades el suelo deberá estar húmedo con el fin de evitar se genere polvo.
- ☑ Los residuos sólidos se almacenarán de forma temporal en espera del vehículo recolector en un recipiente tapado, que evite que se generen malos olores.
- ☑ Las emisiones se reducirán por dispersión natural.
- ☑ En las labores de construcción se verificara que el equipo y vehículos se encuentren en buen estado, para evitar que emita ruidos fuera de los normales.

- ☑ La operación del proyecto se apegara a las actividades autorizadas, por lo que no se podrán realizar actividades que generen ruidos por arriba de lo establecido en las NOM's.
- ☑ En todas etapas del proyecto, queda prohibido generar niveles de ruido mayores a los establecidos para el confort de los autorizados por la NOM, aplicables al tema.

Durante la Operación de la Estación de Servicio Independencia

☑ CONTROL DE EMISIONES ATMOSFERICAS:

Dado a la Naturaleza del proyecto, no es factible técnica y económicamente conducir o controlar las emisiones de hidrocarburos generadas en el despacho de gasolina o diésel a los automóviles a través de un ducto o chimenea, no obstante se instalarán dos sistemas de Recuperación de Vapores denominados *Fase I para el tanque de almacenamiento y *Fase II para el despacho de combustibles.

*Nomenclatura asignada por PEMEX a los sistemas de recuperación de vapores aprobados por la institución.

➤ SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES Fase I (COAXIAL)

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de vapores de gasolina durante la transferencia de combustibles líquidos del autotanque al tanque de almacenamiento de la Estación de Servicio. Los vapores son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque.

Sistema Coaxial: El tanque de almacenamiento tendrá una sola bocatoma para la descarga de producto y recuperación de los vapores simultáneamente a través de un conector coaxial.

El autotanque tendrá dos bocatomas. Una de ellas será para la descarga del producto y la otra para el retorno de vapores, con un diámetro de 4" para líquido y de 3" para vapor.

➤ SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES FASE II (BALANCE)

El sistema de recuperación de vapores Fase II comprende la instalación de accesorios, tuberías y dispositivos para recuperar y evitar la emisión a la atmósfera de los vapores de gasolina generados durante la transferencia de combustible del tanque de almacenamiento de la Estación de Servicio al vehículo automotor. Los vapores recuperados son transferidos desde el tanque del vehículo hacia el tanque de almacenamiento de la Estación de Servicio.

Los sistemas de recuperación de vapores Fase II son clasificados como sistema tipo Balance o del tipo Asistido con vacío.

Las líneas de recuperación de vapores de gasolinas, antes de la conexión a los dispensarios, tendrán una válvula de corte rápido (shut off) sujeta a su respectiva barra de sujeción de acero a una altura tal que su zona de fractura quede al mismo nivel de piso terminado del basamento del módulo de despacho, para garantizar su operación en caso de ser necesario.

Los dispensarios tendrán pistolas y mangueras despachadoras con tubería recuperadora de vapores.

➤ SISTEMA TIPO BALANCE

La presión que se genera en el tanque del vehículo cuando es abastecido de combustible y el vacío creado en el tanque de almacenamiento cuando el combustible es extraído, obligan a que los vapores del tanque del vehículo se desplacen hacia el tanque de almacenamiento; cuando esto se realiza sin bombas de vacío o extractores se determina que el sistema es del tipo Balance. Este sistema requiere únicamente de un sello hermético entre la válvula extractora de vapores y el tubo de llenado del vehículo para controlar el escape de vapores a la atmósfera.

Calidad del agua y suelo:

- ☒ Se colocaran contenedores con tapa, pintados y rotulados para el depósito de los residuos y deberán recibir limpieza periódica.
- ☒ No deberá arrojará ningún tipo de residuo sólido o liquido directamente al suelo.
- ☒ No se realizaran ningún tipo de reparación de vehículos o equipos que requieran el uso de aceites y grasas dentro del predio, salvo sea necesario y tomado las medidas pertinentes para evitar accidentes, esto es colocando lonas impermeables en el área, así como tener disponible materiales de contingencia ambiental.
- ☒ De observarse algún derrame, este se deberá de limpiar de forma inmediata, y localizar al responsable para notificarle que debe realizar un mantenimiento de su vehículo o unidad a fin de evitar la contaminación del suelo y el agua.
- ☒ Se tendrá un área de almacenamiento temporal para los residuos peligrosos y no peligrosos, y que con las especificaciones de las Normas Oficiales aplicables.

- ☒ Durante la etapa de construcción y operación, se realizarán limpiezas continuas de los sanitarios dispuestos en las áreas, promoviendo el uso eficiente de éstos.
- ☒ Queda prohibida la descarga de aguas residuales en sitios que no sean destinados para tal fin.
- ☒ Se deberán aplicar las acciones y medidas de prevención y mitigación que están contenidas en las siguientes normas oficiales mexicanas:
- ☒ NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Aguas Residuales en Aguas y Bienes nacionales.
- ☒ Los drenajes de aguas residuales, sanitarias y pluviales, deberán estar separados a fin de poder reutilizar el agua pluvial en el riego de las áreas ajardinadas.
- ☒ En caso de que se llegue a presentar un impacto por el desbordamiento o ruptura de las líneas de conducción de las aguas residuales o sanitarias, se implementara como medida de urgente aplicación el uso del carbonato de calcio (cal común), a fin de neutralizar los contaminantes contenidos en ellas.
- ☒ Se colocaran áreas verdes (jardineras) con plantas afines a la zona y lugar.

Fauna:

- ☒ El manejo de residuos debe ser adecuado en contenedores con tapa, para evitar la proliferación de fauna nociva.
- ☒ Los automotores operarán en buen estado sus escapes y motores de tal forma que no rebase los dB comunes para estos.

Población

- ☒ Respetar los lineamientos de construcción del Estado y del Municipio.
- ☒ Colocar contenedores para la disposición temporal de los residuos a fin de evitar su esparcimiento por el aire.
- ☒ Mantener las áreas de la Estación de Servicio limpias y en orden.
- ☒ Establecer el programa de áreas verdes con especies nativas de la región.

Económico – Social

- ☒ La mitigación de los impactos socioeconómicos se logrará al establecer como prioridad dentro de lo posible la contratación de personal local, adicionalmente reducirá la presión de desempleo en la zona.
- ☒ Respetar los lineamientos de construcción.
- ☒ Mantener las áreas de servicios limpias y en orden.

- ☒ Aplicar las medidas descritas en el presente estudio de impacto ambiental.
- ☒ No ingerir o consumir bebidas embriagantes, enervantes o cualquier tipo de droga durante su estadía de trabajo en el predio.
- ☒ Respetar los anuncios dispuestos en el predio.
- ☒ Evitar tirar basura en el sitio, defecar al aire libre o hacer mal uso de las instalaciones.
- ☒ Acatar las disposiciones reglamentarias planteadas por el Promoviente o sus colaboradores más cercanos.

Con la delimitación y señalización de obras alrededor del sitio del proyecto durante las actividades preliminares y de construcción para evitar accidentes a los habitantes que se transitan por el área del proyecto.

Con lo anterior, se asegura no impactar severamente al ambiente, ya que el proyecto se encuentra en una zona urbana. Con la aplicación de las medidas se procura minimizar los impactos ambientales que se pudieran originar por el desarrollo del proyecto.

VII.3. Programa de Vigilancia

ACTIVIDAD ¹	CALENDARIZACION			
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	AÑO
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
GESTION DE AUTORIZACIONES	SE VERIFICARA QUE SE CUMPLAN LAS DISPOSICIONES EMITIDAS POR EL GOBIERNO FEDERAL EN MATERIA DE PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE, Y QUE ESTAS SIEMPRE ESTEN VIGENTES			
BITACORAS	SE REGISTRA DE FORMA CONTINUA Y POR FECHAS TODAS LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LOS EQUIPOS E INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO A LA ESTACION DE SERVICIO			
MANTENIMIENTO A EQUIPO E INSTALACIONES	SE SUSPENDERA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL AREA A DAR MANTENIMIENTO Y SE DELIMITARA EL AREA SEGÚN SEA LA ACTIVIDAD, TODOS LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR DEBERAN ESTAR ATERRIZADOS Y SERAN A PRUEBA DE EXPLOSION, ESTARAN ASIGNADOS 2 PERSONAS CAPACITADAS EN EL USO DE EXTINTORES POR SEGURIDAD.			
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	SE REALIZARA UN SERVICIO CADA 60 DIAS, PARA VERIFICAR QUE NO EXISTA PRESENCIA DE AGUA Y QUE EL TANQUE ESTE EN OPTIMAS CONDICIONES.			
ACCESORIOS DE TANQUES	SE DARA SERVICIO CADA 30 DIAS, VERIFICANDO QUE ESTEN LIMPIOS, SECOS Y QUE ESTEN EN BUENAS CONDICIONES.			
ZONA DE TANQUES	SE VERIFICARA QUE DIARIAMENTE SE MANTENGA LIBRE DE OBSTRUCCIONES LA ZONA DE TANQUES Y EL REGISTRO CON REGILLA.			
TUBERIAS	SE REALIZARA UN SERVICIO CADA 60 DIAS			

DRENAJE	SE REALIZARA UNA REVISION DIARIA PARA VERIFICAR SI SE REQUIERE UNA LIMPIEZA
DISPENSARIOS	SE VERIFICARA COMO RUTINA DIARIA EL CIERRE HERMETICO DE LAS PISTOLAS DE DESPACHO, EL ESTADO FISICO DE LAS MANGUERAS Y SE LLEVARA UN CONTROL DE LOS MEDIDORES PARA SU OPTIMO FUNCIONAMIENTO.
ZONA DE DESPACHO	SEGÚN SE REQUIERA MENSUALMENTE SE LES DARA MANTENIMIENTO A LOS GABINETES DE AIRE Y AGUA, ASI COMO COLUMNAS, PROTECCIONES ETC.
CUARTO DE MAQUINAS	LIMPIEZA PERMANENTE
EXTINTORES	SE LLEVARA UN CONTROL PARA LA RECARGA DE LOS EXTINTORES Y EN CASO DE TENER FECHA DE VENCIMIENTO SER SUSTITUIDOS, ESTO NO DEBERA EXCEDER DE UN AÑO.
INSTALACION ELECTRICA	SE LLEVARA A CABO DEACUERDO A EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
PRUEBAS DE HERMETICIDAD EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	SE REALIZARAN PRUEBAS DE HERMETICIDAD CADA 5 AÑOS CON SISTEMA FIJO DE ALTA PRESION Y CADA AÑO CON SISTEMA MOVIL.
PRUEBAS DE HERMETICIDAD EN TUBERIAS	SE REALIZARAN PRUEBAS DE HERMETICIDAD CADA 5 AÑOS CON SISTEMA FIJO DE ALTA PRESION Y CADA AÑO CON SISTEMA MOVIL.
POZO INDIO	SE REALIZARAN PRUEBAS DE HERMETICIDAD CADA 5 AÑOS CON SISTEMA FIJO DE ALTA PRESION Y CADA AÑO CON SISTEMA MOVIL.
REPORTE	CONTINUO, CADA VEZ QUE SE LLEVE A CABO EL MANTENIMIENTO DE CUALQUIER AREA DE LA ESTACION DE SERVICIO SE REALIZARA UN REPORTE CON FECHA DE ELABORACION.
RESIDUOS PELIGROSOS	LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS (RECIPIENTES VACÍOS QUE CONTUVIERON MATERIAL PELIGROSO, TPAOS IMPREGNADOS CON ACEITE, PAPEL IMPREGNADO, LÍQUIDOS CON HIDROCARBUROS, ETC.), SERÁN RECOLECTADOS EN TAMBOR CON TAPA PARA SER ENVIADOS A DISPOSICIÓN FINAL CADA QUE SE LLENE EL TAMBO.
RESIDUOS SÓLIDOS DE MANEJO ESPECIAL	• SEPARACIÓN DE BASURA EN GENERAL. • ENVIÓ DE BASURA EN GENERAL AL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE MEXICALI. • ADEMÁS DE REALIZAR MONITOREOS EN AMBIENTE LABORAL.

VII.4 Conclusiones y Recomendaciones.

De acuerdo a los impactos identificados y evaluados para el proyecto de construcción instalación y operación de una **Estación de Servicio denominada "Estación de Servicio Independencia"**, de la empresa **Grupo Empresarial Cachanilla S.A. de C.V.** quien es identificado como propietario del predio evaluado, se considera que **no representan un Impacto Adverso Significativo** sobre el medio ambiente y sus ecosistemas, ya que el proyecto no tiene relación con la explotación de recursos naturales, aunque cabe señalar que se producirán emisiones a la atmósfera y generación de residuos, a éste respecto se cuenta con las siguientes medidas de mitigación:

- **Emisiones a la atmósfera:** Se contará con sistemas de recuperación de vapores.
- **Disposición de residuos:** Se contempla la correcta disposición y manejo de los diferentes tipos de residuos de manejo especial ya sean residuos domésticos (basura en general), e industriales no peligrosos.

El proyecto se encuentra ubicado en una zona óptima para ello ya que se siguieron los criterios de selección del sitio en compatibilidad con los planes de desarrollo de la zona.

Por todo lo anteriormente mencionado se considera que el proyecto de Construcción Instalación y Operación de una Estación de Servicio denominada **Estación de Servicio "Independencia"**, es viable y tendrá un impacto positivo en la región ya que la inversión producirá Fuentes de trabajo necesarias para el desarrollo económico de nuestro país fomentando el desarrollo industrial.



CAPITULO VIII

**Identificación de los Instrumentos
Metodológicos y Elementos Técnicos que
Sustentan la Información.**

Estación de Servicio Independencia

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I Documentos Oficiales

1. Acta Constitutiva de la Empresa Grupo Empresarial Cachanilla S.A. de C.V.
2. Poder Notarial del Representante Legal de la Empresa
3. Identificación Oficial (IFE)
4. Contrato de Arrendamiento
5. Dictamen de Uso de Suelo
6. Comprobante de domicilio (Luz y Agua)

ANEXO II Informe Fotográfico

ANEXO III Memoria de Calculo Económico

ANEXO IV Memoria de Calculo Geofísico

ANEXO V Planos de Estación de Servicio Independencia

- | | |
|----------|-------------------------------------|
| 1. A-01 | Proyecto Arquitectónico |
| 2. A-02 | Fachadas |
| 3. A-03 | Dispensarios |
| 4. A-04 | Desplante de muros |
| 5. I-01 | Instalaciones Hidroneumáticas |
| 6. I-02 | Instalaciones Sanitarias |
| 7. I-03 | Detalles Registros |
| 8. IA-01 | Plano de Localización –Anteproyecto |
| 9. IE-01 | Áreas Clasificadas |
| 10. M-01 | Instalaciones Mecánicas |
| 11. M-02 | Detalles Mecánicas |

ANEXO VI Marco Legal

ANEXO VII Glosario de términos



CAPITULO I

Datos Generales del Proyecto

Estación de Servicio Independencia



EPGC

**GEOTECNIA Y CONTROL
DE CALIDAD EN OBRA CIVIL.**

Informe 14 - 84 - EPGC

**GASOLINERA CALZADA INDEPENDENCIA
Y CALLE RÍO FUERTE
Mexicali, B.C.**

Informe de Estudio Geotécnico

Para:

GRUPO EMPRESARIAL CACHANILLA

Por:

Estudios Profesionales de Geotecnia y Concretos

Elaboró:

Ing. Juan Carlos Coronado Fararoni

**GASOLINERA CALZADA INDEPENDENCIA Y CALLE RÍO FUERTE
MEXICALI, B.C.**

ÍNDICE DEL INFORME

	Pag.
1. Antecedentes.....	1
2. Objetivo del estudio.....	1
3. Localización y datos de proyecto.....	1
4. Topografía, geología y sismicidad.....	2
4.1 Topografía	
4.2 Geología regional	
4.3 Sismicidad	
5. Trabajos de campo y laboratorio.....	5
5.1 Trabajos de campo	
5.2 Trabajos de laboratorio	
6. Estratigrafía y clasificación de los materiales a excavar	5
6.1 Estratigrafía	
6.2 Clasificación de los materiales a excavar	
7. Cálculos geotécnicos.....	6
7.1 Cálculo de la capacidad de carga en zapatas corridas	
7.2 Cálculo de la capacidad de carga en zapatas aisladas	
7.3 Análisis de las excavaciones	
8. Asentamientos.....	8
8.1 Asentamientos en zapatas corridas	
8.2 Asentamientos en zapatas aisladas	
9. Conclusiones.....	8
10. Recomendaciones generales de construcción.....	10
10.1 Recomendaciones para la excavación de los tanques de combustible	
10.2 Recomendaciones generales de construcción	
10.3 Recomendaciones para la construcción de zapatas aisladas	
11. Referencias.....	12
12. Anexo 1. Parámetros obtenidos mediante correlaciones con el No. de golpes SPT	
13. Anexo 2. Tablas	

- 14. Anexo 3. Cálculos geotécnicos
- 15. Anexo 4. Figuras
- 16. Anexo 5. Reporte fotográfico

Anexo 1
Parámetros obtenidos mediante correlaciones con el No. de golpes SPT

1. Sondeo SPT-1
2. Sondeo SPT-2

Anexo 2
Tablas

1. Resumen de resultados de laboratorio de pruebas índice (SPT's)

Anexo 3
Cálculos Geotécnicos

1. Cálculo de la capacidad de carga y análisis de asentamientos en zapatas corridas
2. Cálculo de la capacidad de carga y análisis de asentamientos en zapatas aisladas
3. Análisis de las excavaciones

Anexo 4
Figuras

1. Ubicación del predio en estudio
2. Geología regional del valle de Mexicali
3. Regionalización sísmica de la Republica Mexicana según CFE
4. Ubicación de sondeos en el predio de estudio
5. Perfil estratigráfico SPT-1
6. Perfil estratigráfico SPT-2
7. Carta de plasticidad
8. Análisis granulométrico

Anexo 5
Reporte fotográfico

1. Realización de sondeos mediante la ejecución de prueba penetración estándar (SPT)

**ESTUDIOS PROFESIONALES DE
GEOTECNIA Y CONCRETOS**

Informe: 14-84-EPGC

Fecha: 1 de Diciembre del 2014

**GASOLINERA CALZADA INDEPENDENCIA Y CALLE RÍO FUERTE
Estudio Geotécnico**

1. ANTECEDENTES

Con fecha del 28 de Septiembre del 2014, el Ing. Manuel Gutiérrez, en representación de la empresa Grupo Empresarial Cachanilla, solicitó a Estudios Profesionales de Geotecnia y Concretos (EPGC), la realización de un estudio geotécnico en un predio ubicado al noreste del centro geográfico de la ciudad de Mexicali, B.C., sitio en donde se pretende edificar una estación de gasolina.

Con base en lo anterior, el que suscribe visitó el sitio y se iniciaron los trabajos de campo el día 30 de Octubre del 2014.

A continuación se describen los trabajos de campo y de laboratorio realizados y se emiten las recomendaciones que desde el punto de vista geotécnico deberán considerarse en el diseño y construcción de las cimentaciones de las estructuras y de la excavación para los tanques de combustible de la gasolinera.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio tiene como objetivo conocer la estratigrafía y los parámetros de resistencia del subsuelo, para con ellos generar las recomendaciones que desde el punto de vista geotécnico servirán para la realización de la excavación en donde se ubicarán los tanques de combustible, el diseño y construcción de las cimentaciones.

3. LOCALIZACIÓN Y DATOS DE PROYECTO

El predio donde se pretende construir dicha gasolinera se encuentra ubicado en el cruce de la Calzada Independencia y Calle Río Fuerte, en la Colonia Insurgentes Este, en Mexicali, B.C. (Anexo 4 Figura 1).

Actualmente en el predio, existe una edificación que consiste en un área de despacho de materiales, un almacén y un área de estacionamiento con firmes de concreto.

La Gasolinera contará con 1 área de tanques, así como un área para el bombeo de gasolina y un área de oficinas.

Se pretende que la construcción sea a base de estructura metálica y mampostería (block).

4. TOPOGRAFÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

4.1 Topografía

La topografía del predio es relativamente horizontal y se encuentra sobre elevada de 0.50 a 0.80 m, con respecto al nivel del pavimento de la vialidades.

4.2 Geología regional

El área de estudio se ubica dentro de la carta geológico-minera de Mexicali, localizada en la porción noroeste del estado de Sonora y noreste de Baja California y tiene una superficie de 11,276 km², queda comprendida en las provincias fisiográficas de Baja California y Sierras Sepultadas (Raisz, 1964).

Las unidades cartografiadas tienen edades del Precámbrico inferior-medio al Holoceno, distribuidas en los terrenos tectonoestratigráficos Caborca y Cortés. El Terreno Caborca se localiza en el oriente de la carta y está constituido por la unidad del Precámbrico inferior-medio de gneis-esquisto (pTimGn-E), de facies esquistos verdes, anfíbolitas y granulitas que pertenecen al Complejo Metamórfico Bámori, se localiza al sur de la sierra Tinajas Altas en el extremo sureste de la carta. En el centro-este, al norte del desierto de Altar se reconoce un pequeño afloramiento de mármoles, esquistos y cuarcitas (PpTRs Ma-E) que por evidencias fosilíferas y similitud litoestratigráfica se ubica en el Permo-Triásico correlacionable con la secuencia del Gran Cañón, es intrusionada por cuerpos tabulares e irregulares de granodiorita y granito (JmGd, JmGr) con texturas gnéisicas en facies de granulitas. La unidad granodiorítica es la más extensa y presenta enclaves de esquistos. La unidad granítica conocida como granito El Capitán (Anderson, 1969) fue datada por zircones en 170 ± 3 Ma. Las unidades que se localizan en este terreno presentan deformación por cizalla muy intensa en franjas orientadas NW-SE que genera que las unidades presenten un aspecto gnéisico.

De la parte media de la carta al oeste, afloran unidades del Terreno Cortés; el basamento del Paleozoico, se conforma por esquistos, calizas recrystalizadas, gneises, cuarcitas y horizontes anfíbolíticos (PdcE-Ma), con metamorfismo de facies esquistos verdes y anfíbolitas, afloran ampliamente en la parte norte de las sierras El Mayor y Cucapá. También se observan en el flanco este y noreste de la sierra de Juárez, por correlación se consideran similares a las que afloran en la sierra Las Pintas de edad Devónico-Carbonífero. El contacto de estos terrenos es acreditado a la zona de cizalla Mojave-Sonora Megashear del Jurásico medio, debido al comportamiento de este tipo de estructuras, es posible la existencia de bloques del Cratón de Norteamérica y/o del Terreno Cortés dentro del Terreno Caborca.

Afectando a ambos terrenos se tienen dos eventos plutónicos que se yuxtaponen en edad generando plutonismo y deformación, el primero corresponde a la fase terminal del Batolito Peninsular y el segundo al evento Laramídico con registro en Sonora y Arizona. En el batolito de la Sierra Juárez afloran dioritas (KsD) con deformación dinámica localizada que aflora en la esquina suroeste; granodiorita-tonalita y algunas monzonitas (KsGd-Tn) con emplazamiento de sub a interdiapírico (Gastil et al., 1975), que constituye el bloque principal de la sierra de Juárez, bloque sur de la sierra El Mayor, cerro Colorado y cerro El Centinela. Dataciones isotópicas y trazas de fisión la ubican en el Cretácico superior. En la parte central de la carta en la sierra Cucapá y en el extremo oeste en el cerro Pinto, afloran tonalitas (KsTn) y granodioritas (TpaGd) que intrusionan a la unidad anterior. Éstas dos últimas unidades son plutones diferenciados y se considera el último evento de emplazamiento del Batolito Peninsular. En la sierra Tinajas Altas, en el sureste de la carta, aflora un intrusivo de dos micas y ocasionalmente granate que varía de monzonita a granodiorita (TeMz-Gd), dataciones la ubican en el Eoceno. Esta unidad se considera semejante a los granitos de 2 micas "Gunnery Range" que afloran en el estado de Arizona. Esta unidad se considera como la parte final del evento Laramídico. Durante el Mioceno ocurrieron dos eventos volcánicos que coexistieron, en la parte media oeste de la sierra de Juárez aflora una unidad de origen fisural constituida por coladas de andesita basáltica-basalto

(TmA-B) discordante sobre la unidad granodiorita-tonalita, y en la parte norte de la sierra Cucapá se tiene la unidad de toba andesítica-toba dacítica (TmTA-TDa), cubriendo discordantemente a la secuencia de esquisto-mármol.

En el oeste de la carta, al norte de la sierra El Mayor y hacia el noroeste del cerro El Centinela, afloran arenisca, limolita y lodolita (TplAr-Lm) que agrupa las formaciones Imperial de origen marino y Palm Spring de origen deltáico ambas del Plioceno inferior-medio, reconocida en el Valle de Mexicali e identificada en las perforaciones en la planta geotérmica de cerro Prieto, presenta niveles brechoides al pie del cerro El Centinela, constituida por brecha sedimentaria polimíctica (TplBrp). Cubriendo discordantemente en el extremo suroeste de la sierra Cucapá, se observa una unidad conocida como Fanglomerado Cañón Rojo que conforma abanicos aluviales de arenisca conglomerática y conglomerado polimíctico (TplQptAr-Cgp) de edad Plioceno-Pleistoceno. Cubriendo discordantemente a las unidades del Plioceno, se observa una unidad de conglomerado polimíctico con niveles de arenisca (QptCgp-Ar) conocida como Formación Canabrake, similar en edad a la que aflora al este de Mexicali y en San Luis Río Colorado.

En los amplios valles existen cuatro tipos de depósitos lacustre (Qpthola), que aflora en la Laguna Salada en el oeste de la carta, depósitos limo aluviales (Qptholm) que afloran en los valles de Mexicali y San Luis Río Colorado; conglomerado (QpthoCgp) que se observa al oeste de la sierra El Mayor y noreste de la sierra Cucapá y en el flanco este de la sierra Juárez; y arena (Qpthoar) que se localiza al sur de las sierras Tinajas Altas y El Rosario. Estos tipos de depósitos se presentan digitados entre sí. De esta misma edad se encuentra un aparato volcánico con coladas basálticas y andesitas basálticas (QpthoB-A) conocido como Cerro Prieto. Los derrames se encuentran también digitados con los depósitos limo aluviales y conglomeráticos. Además existen depósitos sin consolidar de tipo palustre (Qhopa), eólico (Qhoeo) y aluvial (Qhoal).

Los rasgos morfoestructurales más importantes derivados de la interpretación del modelo digital de elevación e imagen de satélite son las cuencas con orientación NNW-SSE que conforman el valle de Mexicali y laguna Salada y los altos de la sierra El Mayor-sierra Cucapá y la sierra Juárez, y las sierras El Rosario y Tinajas Altas. Estos rasgos se encuentran delimitados por fallas y/o fracturas. En la sierra Cucapá se observa con mayor claridad un sistema de fracturamiento compensatorio muy importante con rumbo ENE-WSW conjugado con desplazamientos alternativos de ambos. En la carta se localizan también las principales estructuras del sistema de fallas San Andrés relacionadas con el sistema de rift del Golfo de California formando el límite principal entre las placas de Norteamérica y Pacífica (Atwater, 1970).

Las fallas más importantes que se tienen en el valle de Mexicali, detectadas por estudios geofísicos y que continúan al estado de California, se encuentran actualmente activas como la de Cerro Prieto, Imperial y Algodones de rumbo NW-SE. En la sierra Cucapá se tienen las fallas Laguna Salada, Borrego, Pescadores y Cucapá también activas, estas fallas tienen una evolución compleja. Las fallas Cucapá, Borrego y Pescadores son postmioceno. La falla Laguna Salada durante el evento distensivo del Mioceno tuvo un comportamiento lístrico, que evolucionó a dextral normal que es el desplazamiento presente de las otras, esto debido al cambio de régimen tectónico transtensivo del Mioceno-Plioceno. En la Sierra Juárez se observaron pequeñas fallas compensatorias antitéticas con buzamiento al este. En la parte norte de la sierra El Mayor se tiene la falla de detachment Cañada David que profundiza bajo la laguna Salada y disgrega la cubierta paleozoica con deslizamiento de la placa superior al oeste (Axen et al., 2000) y exhumación de la placa inferior, conjuntamente con las secuencias sedimentarias del Plioceno. Por último se tiene un lineamiento que se relaciona posiblemente con la estructura del río Colorado con rumbo NNE-SSW.

La evolución tectónica es compleja ya que existen referencias de al menos cinco periodos de deformación compresivos (dúctil) que enmascaran o borran los eventos que los precedieron. Los dos primeros corresponden a las orogenias Mazatzal y Grenville del Precámbrico, el tercero a la Orogenia Nevadiana que originó cabalgaduras de oeste a este, plutonismo y la megacizalla Mojave-Sonora durante el Jurásico medio;

el cuarto a la Orogenia Sevier del Cretácico tardío del Batolito Peninsular y el quinto a la Orogenia Laramídica del Cretácico superior-Eoceno. Las dos últimas orogenias generaron deformación y plutonismo, la primera reflejada en Baja California y la segunda en Sonora y Arizona. En el Terciario se tiene el evento distensivo (Cuencas y Sierras) que dió origen a las estructuras orientadas NW-SE. Este evento provoca fallamiento normal y lístrico y distensión con rumbo de eje ENE-WSW. Las estructuras principales son la falla de la Laguna Salada y la falla Sierra Juárez que son una serie de fallas antitéticas producto de ajustes compensatorios de bloques en la sierra Juárez. Por último se tiene el registro de un evento transtensivo a fines del Mioceno y principios del Plioceno que generó cuencas tipo pull apart, evolucionando como un sistema de Riedel que produjo la formación del Protogolfo con la apertura posterior del actual Golfo de California.

Se supone que en la unidad precámbrica existe la mayor deformación, sin embargo sólo se ve registrada una deformación que genera plegamientos con plano axial N60°-75°W con echado al NE de 45° a 60°. Esta vergencia fue producida posiblemente por el evento laramídico, que provocó compresión NE-SW. En esta región los estudios radiométricos de K-Ar en intrusivos deformados que se suponen de edad precámbrica arrojan edades de 58 Ma, lo que indica que durante el Paleoceno las rocas fueron deformadas por dicho evento. También se tiene identificada deformación dinámica que generó franjas miloníticas intensas en el flanco este de la Sierra Juárez, estas tienen una difícil interpretación y su edad puede restringirse a un intervalo de 62 a 18 Ma (Romero-Espejel, J. G., 1997), también se presentan en las sierras El Mayor y Cucapá.

El área de estudio se encuentra asentada en un depósito Cuaternario Qptholm; Limo. En el Anexo 4 Figura 2, muestra la ubicación del área de interés en la carta geológica así como su columna estratigráfica correspondiente.

4.3 Sismicidad

De acuerdo a las Normas de Seguridad Estructural del Reglamento de la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California, Mexicali, B.C., está situada en la zona sísmica D, rodeada perimetralmente por un gran número de fallas y el subsuelo se clasifica como tipo III, recomendando un coeficiente sísmico de 0.44 para edificios tipo B.

De igual manera, el Manual de Obras Civiles de la CFE, Mexicali, B.C., está situada en la zona de mayor peligro sísmico de la República Mexicana (Anexo 4 Figura 3), Este peligro sísmico usualmente se interpreta como curvas que describen intensidades sísmicas excedidas en lapsos o periodos de retorno especificados.

La sismicidad del sitio, tiene dos orígenes sismológicos. Primero: actividad regional de gran magnitud, ocurriendo a distancias del orden de decenas de kilómetros de distancia, caracterizada por eventos esporádicos de magnitud 7.0 aproximadamente en la escala de Richter, asociados a enjambres ocurridos sobre la traza de las estructuras geológicas primarias. Segundo, actividad local de baja magnitud. Las estaciones sísmicas localizadas en la zona reportan de 10 a 25 eventos mensualmente de ese tipo.

En general, los sismos que ocurren en esta región son poco profundos y de magnitudes elevadas por lo que pueden causar daños considerables en los centros de población, aunque las áreas que abarcan son muy restringidas por la misma superficialidad de los focos.

5. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

5.1 Trabajos de campo

Los trabajos exploratorios dentro del predio consistieron en la ejecución de 2 sondeos realizando la prueba de penetración estándar (SPT), distribuidos como se muestra en el Anexo 4 Figura 4. Los sondeos se realizaron hasta una profundidad de 10.10 a 10.30 m.

En los sondeos al realizar la prueba de penetración estándar (SPT), el muestreo fue continuo a cada 0.60 m en uno de ellos, mientras que en el segundo fue a cada 1.00 m, obteniendo muestras 'alteradas' de cada prueba y anotando su clasificación y número de golpes correspondiente al tramo analizado.

Cabe mencionar que existe un diferencial entre la elevación del brocal del SPT-2 con respecto al del SPT-1 de 0.50 m aproximadamente.

Todos los trabajos fueron ejecutados por personal de EPGC.

5.2 Trabajos de laboratorio

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en campo y fueron enviadas a nuestro laboratorio de mecánica de suelos en esta Ciudad, donde fueron identificadas, clasificadas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y determinado su contenido natural de agua.

Adicionalmente, en algunas muestras representativas se determinaron las propiedades índice siguientes:

- Límites líquido y plástico
- Contracción lineal
- Porcentaje de finos (menor malla No. 200)
- Análisis granulométrico

Los resultados de estas pruebas aparecen en el Anexo 4 Figuras 5 a 8. En el Anexo 2 Tabla 1 se muestra un resumen de los resultados de las pruebas índice.

En el Anexo 1 se muestran los parámetros de suelo obtenidos mediante correlaciones con el número de golpes de la prueba de penetración estándar SPT. **Estos parámetros podrán ser utilizados con precaución, debiéndose de contactar al que suscribe para su utilización.**

6. ESTRATIGRAFÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES A EXCAVAR

6.1 Estratigrafía

Con base en los resultados de campo y de laboratorio se concluye que la estratigrafía del predio es la siguiente:

Profundidad (m)	Descripción
0.00 a 0.10	Losa de concreto hidráulico
0.10 a 0.40-1.60	Relleno. Limo arenoso y/o Arena limosa color café de compactación media con grava y CaCO_3 .
0.40-1.60 a 3.60-4.00	Arcilla color café con tonos naranjas y negros de alta plasticidad, consistencia dura a muy dura y CaCO_3 , CH .
3.60-4.00 a 4.90-5.10	Arena limosa color café de compactación media, SM .
4.90-5.10 a 7.30-7.60	Arcilla color café con tonos naranjas y negros de alta plasticidad, consistencia dura a muy dura y CaCO_3 , CH .
7.30-7.60 a 10.10-10.30	Limo arenoso y/o Arena mal graduada color café de compactación media a muy densa, ML y/o SP-SM . Existen lentes de arcilla limosa en algunas zonas.

Se detectó el nivel de aguas freáticas a una profundidad de entre 4.30 a 4.80 m, esto en el mes de Octubre del 2014. La variación del nivel freático es debido a la diferencia de elevación entre los brocales de perforación.

6.2 Clasificación de los materiales a excavar

Con base en los resultados de campo y de las pruebas de laboratorio, se puede clasificar al subsuelo con fines de excavación y en forma general como del tipo I y II.

La correlación entre el tipo de material y la herramienta necesaria para la realización de la excavación es presentada en la siguiente tabla:

TIPO	HERRAMIENTA
I	Material excavable con pala
II	Material excavable con pico y pala
II-A	Material excavable con cuñas, marros, martillo neumático, ripper o herramienta similar
III	Material excavable con explosivos

7. CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

La cimentación de las estructuras se podrá resolver a mediante zapatas aisladas y/o zapatas corridas, dependiendo el tipo de cimentación y de la cargas a transmitir al subsuelo.

Así mismo se realizaron los cálculos para la estabilidad de las excavaciones.

7.1 Capacidad de carga en zapatas corridas

Para este caso se utilizó la expresión propuesta por Terzaghi, omitiendo los parámetros de cohesión debido a que el material donde se desplantaran las zapatas carece de dicha propiedad. La expresión es la siguiente:

$$qd = c Nc + \gamma Df Nq + 0.5 \gamma B N\gamma$$

$$qa = qd / FS$$

Donde:

qa = Capacidad de carga admisible

qd = Capacidad de carga a la última

γ = Peso volumétrico del material

Df = Profundidad de desplante

Nc, Nq y N γ = Factores de la capacidad de carga.

B = Ancho de la zapata

c = Cohesión

FS = Factor de Reducción

La capacidad de carga admisible fue calculada utilizando un factor de seguridad de 3.

En el Anexo 3 se muestran los valores y cálculos realizados para la obtención de la capacidad de carga. Los parámetros de resistencia y deformación del subsuelo fueron obtenidos mediante correlaciones con el número de golpes SPT.

7.2 Capacidad de carga en zapatas aisladas

Para este caso se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Terzaghi:

$$qd = 1.2 c Nc + \gamma Df Nq + 0.4 \gamma B N\gamma$$

$$qa = qd / FS$$

Donde:

qa = Capacidad de carga admisible

qd = Capacidad de carga a la última

γ = Peso volumétrico del material

Df = Profundidad de desplante

Nc, Nq y N γ = Factores de la capacidad de carga.

B = Ancho de la zapata

c = Cohesión

FS = Factor de Reducción

La capacidad de carga admisible fue calculada utilizando un factor de seguridad de 3.

En el Anexo 3 se muestran los valores y cálculos realizados para la obtención de la capacidad de carga. Los parámetros de resistencia y deformación del subsuelo fueron obtenidos mediante correlaciones con el número de golpes SPT.

7.3 Análisis de las excavaciones

Considerando la posibilidad de ocurrencia de una falla en la excavación del área de los tanques de almacenamiento de combustible, se revisó la falla por resistencia al corte de los taludes.

El análisis de estabilidad de los taludes fue calculado por medio de un programa de cómputo, utilizando la estratigrafía del sondeo SPT-1 (Anexo 3) y obteniendo los parámetros de resistencia de los estratos por medio de correlaciones con el número de golpes de la prueba de penetración estándar realizada (Anexo 1).

Considerando paredes con pendiente de 90° y una excavación de 5.00, se obtuvieron factores de seguridad adecuados, por lo que la excavación se considera segura para estas consideraciones y de acuerdo al perfil estratigráfico encontrado.

Para evitar movimientos en el fondo de la excavación, es necesario que el peso del material que se remueva, sea colocado de nuevo, es decir, que el peso de los tanques más el material de relleno sea igual al peso del material excavado.

8. ASENTAMIENTOS

8.1 Asentamientos en zapatas corridas

Para la determinación de los asentamientos probables a presentarse en las zapatas corridas se utilizó el método logarítmico propuesto por Terzaghi:

$$\delta_c = r \sum \frac{Cc}{1 + e_o} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{zo}} \right)$$

El coeficiente de compresibilidad fue obtenido mediante correlaciones con el número de golpes SPT y se utilizaron los datos obtenidos de sondeo SPT-1. Los parámetros utilizados son mostrados en el Anexo 1.

En el Anexo 3 se muestran los resultados obtenidos.

8.2 Asentamientos en zapatas aisladas

Para la determinación de los asentamientos probables a presentarse en las zapatas aisladas se utilizó el mismo método mencionado anteriormente.

El coeficiente de compresibilidad fue obtenido mediante correlaciones con el número de golpes SPT. Los cálculos y parámetros utilizados son mostrados en el Anexo 3.

9. CONCLUSIONES

- En general, el subsuelo del sitio está compuesto superficialmente por una losa de concreto hidráulico de 10 cm de espesor. Enseguida y hasta una profundidad de 0.40 a 1.60 m existe un Relleno. Limo arenoso

y/o Arena limosa color café de compacidad media con grava y CaCO_3 . Subyaciendo este estrato y hasta los 3.60 a 4.00 m se detectó una **Arcilla** color café con tonos naranjas y negros de alta plasticidad, consistencia dura a muy dura y CaCO_3 , **CH**. A continuación se identificó una **Arena limosa** color café de compacidad media, **SM** hasta los 4.90 a 5.10 m. En el estrato inferior inmediato y hasta una profundidad entre 7.30 y 7.60 m existe una **Arcilla** color café con tonos naranjas y negros de alta plasticidad, consistencia dura a muy dura y CaCO_3 , **CH**. Finalmente y hasta la profundidad máxima de exploración de 10.30 m se encontró un **Limo arenoso y/o Arena mal graduada** color café de compacidad media a muy densa, **ML** y/o **SP-SM**. Existen lentes de arcilla limosa en algunas zonas.

- **Se detectó el Nivel de aguas freáticas (NAF) a una profundidad de 4.30 a 4.80 m**, esto en el mes de Octubre del 2014. La variación del nivel freático es debido a la diferencia de elevación entre los brocales de perforación.
- **Para la realización de la excavación** en el área de los tanques de almacenamiento de los combustibles, se obtuvieron **factores de seguridad adecuados considerando paredes con ángulo de inclinación de 90°** (taludes rectos).
- El **material producto de la excavación** tendrá que ser colocado a **2 m de distancia del bordo de la excavación** como mínimo.
- **Para evitar movimientos diferenciales en el área de los tanques**, es necesario que los **esfuerzos en el nivel de desplante de la excavación no sean alterados**, esto es que el peso de **material excavado sea igual al peso de los tanques llenos más el material de relleno**.
- **Se recomienda anclar los tanques** de combustible mediante una **losa de concreto armado**. En caso de utilizar **tanques de doble pared**, estos se podrán anclarse mediante **muertos de concreto armado**.
- **No será necesario la construcción de un cajón para alojar los tanques**.
- Para el acarreo del material producto de la excavación en el área de los tanques, se podrá tomar un factor de abundamiento de 1.30.
- Se recomienda cimentar las estructuras mediante zapatas corridas o aisladas, según sea el caso, considerando una profundidad mínima de desplante de 0.50 m para zapatas corridas. Para esta consideración y con un ancho de zapatas de 0.50 m se obtuvo una **capacidad de carga neta admisible de 11.0 ton/m² (107.87 kPa)** trabajando a **compresión en condiciones estáticas** (Anexo 3).
- Considerando esta capacidad de carga se obtuvieron asentamientos de 0.63 cm.
- Para el caso de zapatas aisladas, considerando una profundidad de desplante de 0.60 m y con una sección de 1.00 x 1.00 se obtuvo una **capacidad de carga neta admisible de 14.0 ton/m² (137.29 kPa)** trabajando a **compresión en condiciones estáticas** (Anexo 3).
- Considerando esta capacidad de carga se obtuvieron asentamientos de 0.72 cm.
- Las fuerzas de tensión que actúen sobre las zapatas de las estructuras, deberán ser resistidas por el peso del cimiento más el del relleno que gravite sobre él, considerándole a éste un peso volumétrico de 1.60 ton/m³ (15.69 kN/m³) para terreno natural y de 2.00 t/m³ (19.61 kN/m³) para material de banco, debiendo compactarse como se indica adelante.

- Para el diseño de las losas se deberá de considerar un modulo de reacción del terreno de 12 kg/cm^3 (420 pci) para losas desplantadas sobre material de base encontrado en el sitio.
- **Es indispensable contar con un laboratorio de control de calidad** para garantizar la calidad de los materiales, su utilización y compactación, esto con el fin de lograr un buen funcionamiento de las estructuras.
- Este informe es solo para uso exclusivo del área de estudio y se asume que las condiciones no varían a las encontradas en los trabajos. Si durante el proceso de construcción se encuentran condiciones diferentes a las aquí presentadas, se nos deberá notificar para que de esta manera se den recomendaciones adicionales.

10. RECOMEDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

10.1 Recomendaciones para la excavación de los tanques de combustible

Para la realización de la excavación, esta se podrá realizar con paredes rectas y sin la utilización de ningún tipo de soporte. Se deberá de seguir a grandes rasgos el procedimiento que se indica a continuación:

- Retirar toda estructura existente en el área de la zona de la excavación.
- La excavación se iniciará a todo lo ancho y largo afinando los taludes con una pendiente de 90° y se procederá hasta llegar a la profundidad donde lo permita el nivel de aguas freáticas.
- Para el caso en que se presente el nivel de aguas freáticas, a continuación deberá excavar, profundizando una de las esquinas de esta excavación por lo menos 1.50 m más abajo del nivel del fondo de la excavación, para formar un cárcamo y bombear el agua que pueda infiltrarse y así trabajar en seco. El bombeo deberá ser con una bomba de tamaño suficiente para abatir el NAF 1.00 m por debajo del fondo de la excavación, sin que ocurran arrastres de material y la posible caída de las paredes del pozo. Este cárcamo deberá ser rellenado con grava.
- Abatido el nivel de aguas freáticas, se continuará la excavación hasta la profundidad total de la excavación.
- Conforme se vaya terminando dicha excavación a la profundidad requerida, se afinará el fondo de esta (sí el material lo permite) y debiendo de sobre excavar 0.40 m más para la estabilización del fondo de la excavación.
- Esta estabilización se podrá realizar con material producto de la explotación de roca sana con agregados de tamaño máximo de 6" (material en breña). Este material se colocará en capas de 0.20 m, y se deberá incrustar mediante el uso del brazo de la excavadora, asegurando una capa mínima de 0.30 m.
- El material producto de la excavación se deberá colocar a partir del bordo de la excavación a una distancia mayor de 2.0 m.
- Realizado lo anterior, se deberá colocará una cama de material granular limpio de 10 cm de espesor, para posteriormente colar la losa de concreto armado que servirá para anclar los tanques de combustible.

- Terminado esto, se procederá a colocar una cama de material granular limpio (arena con % de finos menor de 5%), material sobre el cual irán asentados los tanques.
- Colocados los tanques de almacenamiento del combustible, se deberá rellenar la zanja con material granular (arena bien graduada) y compactado al 90 % de su peso volumétrico seco máximo, referido a la prueba AASHTO Modificada.
- Una vez rellenado hasta el nivel superior de los tanques, se humedecerá el material con su contenido de agua óptimo (ω_{opt}) para después compactar con un mínimo de 6 pasadas de rodillo liso vibratorio de 70 kN de peso estático mínimo. A continuación y sin permitir que se seque el material, se ejecutará el relleno con material de terracería. Este material se humedecerá en forma homogénea con su contenido de agua óptimo y se colocará en capas de 0.30 m de espesor en estado suelto compactándose con él número de pasadas necesarias del rodillo hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo referido a la AASHTO Modificada. En esta misma forma se colocarán todas las capas que sean necesarias para llegar a la elevación del piso de proyecto necesario.

10.2 Recomendaciones generales de construcción

Para asegurar la estabilidad de las estructuras será necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- Remover cualquier estructura existente en el sitio.
- Realizado lo anterior se recomienda excavar un cajón hasta llegar a la 0.20 m de debajo de la elevación de desplante, misma que deberá disponerse a un lado del área a tratar.
- Terminado el movimiento del material y nivelado el fondo en las áreas a trabajar, se humedecerá este fondo con la cantidad de agua necesaria para lograr el contenido de agua óptimo y sin que se formen charcos, para después compactar mediante el uso rodillo liso vibratorio de 70 kN de peso estático mínimo, hasta lograr el 95% de grado de compactación referido a la prueba AASHTO Estándar, debiendo de asegurar una capa mejorada de 0.30 m.
- Una vez nivelada el área a trabajar y sin permitir que se seque el fondo de la excavación, se ejecutará el relleno con material de terracería (tucuruquay). Este material se humedecerá en forma homogénea con su contenido de agua óptimo (ω_{opt}) y se colocará en capas de 0.30 m de espesor en estado suelto compactándose con el número de pasadas necesarias del rodillo antes mencionado hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo, referido a la prueba AASHTO Modificada y hasta llegar a la elevación necesaria (Se deberá asegurar una plataforma de 0.50 m)
- Después de completado el relleno del área antes citada, se hará la excavación de las cepas de cimentación para alojar las zapatas, se recomienda que estas se realicen con pico y pala, afinando perfectamente el material al nivel de desplante para después colocar una plantilla de concreto pobre ($f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 a 10 cm de espesor y que se tenga preparado todo el material a emplear en el cimiento como acero, materiales para el concreto, cimbra, etc., con el fin de que la cepa permanezca abierta el menor tiempo posible.
- Una vez coladas las zapatas, las cepas se rellenarán con el material producto de la excavación, eliminado cualquier basura que pudieran encontrarse, fragmentos mayores de 7.5 cm y humedeciendo el material sin que se formen charcos.

- Colocar dicho material en capas de 10 cm de espesor en estado suelto con su contenido de agua óptimo y compactando cada capa con bailarina o con placa vibratoria con 6 pasadas como mínimo por capa en toda la superficie por compactar.
- El peso volumétrico de los rellenos así compactados podrá considerarse igual a 1.60 ton/m³ (15.69 kN/m³) para terreno natural y de 2.00 ton/m³ (19.61 kN/m³) para tucuruguay.

10.3 Recomendación para la construcción de zapatas aisladas

- Para el desplante de las zapatas aisladas, será necesario un mejoramiento del terreno natural 0.30 m por debajo del nivel de desplante de las zapatas.
- Una vez coladas las zapatas, las cepas se rellenarán con el material producto de la excavación, eliminado cualquier basura que pudieran encontrarse, fragmentos mayores de 7.5 cm y humedeciendo el material sin que se formen charcos.
- Colocar dicho material en capas de 10 cm de espesor en estado suelto con su contenido de agua óptimo y compactando cada capa con bailarina o con placa vibratoria con 6 pasadas como mínimo por capa en toda la superficie por compactar.

11. REFERENCIAS

- a) Terzaghi, Mesri, Peck, (1996), "Soil Mechanics in Engineering Practice", Third Edition, Wiley & Sons
- b) Braja M. Das, (1999), "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Thomson Learning
- c) Badiilo J., Rico R., Mecánica de Suelos Tomo II, Limusa
- d) Zeevaert, W., Leonardo, Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions, Van Nostrand Reinhold

Formuló:

Ing. Juan Carlos Coronado Fararoni
Cédula Profesional No 2693568
Cedula Estatal No 13685-01/03

ANEXO 1
PARÁMETROS OBTENIDOS MEDIANTE
CORRELACIONES CON EL NÚMERO DE
GOLPES SPT

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO

Cliente: Grupo Empresarial Cachanilla
Obra: Gasolinera Calzada Independencia y Calle Río
Fuerte
Localidad: Mexicali, B.C.

Características Técnico-Instrumentales Sonda: SPT (Standard Penetration Test)

Ref. Norma	DIN 4094
Peso masa de golpeo	63.5 Kg
Altura de caída libre	0.76 m
Peso sistema de golpeo	4.2 Kg
Diámetro puntaza cónica	50.46 mm
Área de base puntaza	20 cm ²
Largo del varillaje	1.5 m
Peso varillaje al metro	7 Kg/m
Profundidad niple primer varillaje	0.50 m
Avance puntaza	0.60 - 1.00 m
Número golpes por puntaza	N(60)
Coefic. correlación	0.555
Revestimiento/lodos	Sí

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... spt ecc.)

Notas ilustrativas – Diferentes tipologías de penetrómetros dinámicos

El ensayo penetrométrico dinámico consiste en hincar en el terreno una punta cónica (en tratos consecutivos δ) midiendo el número de golpes N necesarios.

Los ensayos Penetrométricos Dinámicos son muy conocidos e utilizados en el campo por los geólogos y geotécnicos dada su simplicidad ejecutiva, economía y rapidez de ejecución.

Su elaboración, interpretación y visualización gráfica consiente "catalogar y crear parámetros" del suelo atravesándolo con una imagen continua, que permite también hacer una comparación de las durezas de los diferentes niveles atravesados y una correlación directa con sondeos para la determinación estratigráfica.

La sonda penetrométrica permite además reconocer bastante bien el espesor de los mantos del subsuelo, la cota de eventuales niveles freáticos y superficies de rotura sobre los taludes, así como la consistencia del terreno en general.

La utilización de los datos recabados de correlaciones indirectas y haciendo referencia a varios autores, debe de todas formas hacerse con cautela y si es posible, después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Los elementos característicos del penetrómetro dinámico son los siguientes:

- peso masa de golpeo M
- altura de caída libre H
- punta cónica: diámetro base cono D, área base A (ángulo de apertura α)
- Avance (penetración) δ
- presencia o no del revestimiento externo (lodos bentoníticos).

Con referencia a la clasificación ISSMFE (1988) de los diferentes tipos de penetrómetros dinámicos (ver la tabla abajo) se da una primer subdivisión en cuatro clases (con base en el peso M de la masa de golpeo):

- tipo LIVIANO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESADO (DPH)
- tipo SUPERPESADO (DPSH)

Clasificación ISSMFE de los penetrómetros dinámicos:

Tipo	Sigla de referencia	peso de la masa M (Kg)	Prof. Máx. estudio golpeo (m)
Liviano	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesado	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Súper pesado (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Correlación con Nspt

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los

valores del número de golpes N_{spt} obtenido con dicha prueba, por lo tanto se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con N_{spt} . El pasaje se da por:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Donde:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

en donde Q es la energía específica por golpe y Q_{spt} es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

donde

M = peso masa de golpeo;

M' = peso varillaje;

H = altura de caída;

A = área base punta cónica;

δ = intervalo de avance.

Valuación resistencia dinámica a la punta (R_{pd})

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd} = resistencia dinámica punta (área A)

e = hincas promedio por golpe δ / N

M = peso masa de golpeo (altura caída H)

P = peso total varillaje sistema golpeo

Metodología de Elaboración

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Dynamic Probing, de GeoStru Software.

El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permite además utilizar los datos obtenidos de la realización de ensayos de penetración dinámica para extrapolar útiles informaciones geotécnicas y geológicas.

Una vasta experiencia adquirida, unida a una buena interpretación y correlación permiten a menudo obtener datos útiles para el proyecto y frecuentemente datos más verídicos que muchos de los de las bibliografías sobre litologías y datos geotécnicos determinados en las verticales litológicas de pocos ensayos de laboratorio efectuados como representación general de una vertical heterogénea no uniforme y/o compleja.

En particular obtener información sobre:

-
- El avance vertical y horizontal de los intervalos estratigráficos,
 - la caracterización litológica de las unidades estratigráficas,
 - los parámetros geotécnicos sugeridos por varios autores en función de los valores del número de golpes y de la resistencia en la punta.

Evaluaciones estadísticas y correlaciones

Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing, utilizando en el cálculo valores representativos del estrato considerado un valor inferior o mayor al promedio aritmético del estrato (de por sí el dato mayormente utilizado); los valores posibles son:

Promedio

Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio mínimo

Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Máximo

Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Mínimo

Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Desviación estándar

Valor estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio + s

Promedio + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio - s

Promedio - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Presión admisible

Presión admisible específica en el íter estrato (con efecto de reducción energía por plegamiento varillaje o no) calculada según las conocidas elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente de seguridad standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de longitud igual a 1 mt. Y empotramiento $d = 1$ mt.

Correlaciones geotécnicas terrenos sin cohesión

Liquefacción

Permite calcular, utilizando datos N_{spt} , el potencial de licuefacción de los suelos (predominantemente arenosos).

Con la relación de SHI-MING (1982), aplicable a terrenos arenosos poco finos, la licuefacción resulta posible solamente si N_{spt} del estrato considerado resulta inferior a N_{spt} crítico calculado con la elaboración de SHI-MING.

Corrección N_{spt} en presencia de nivel freático

$$N_{spt} \text{ correcto} = 15 + 0.5 * (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} es el valor promedio en el estrato

La corrección se aplica en presencia de nivel freático solo si el número de golpes es mayor que 15 (la corrección se efectúa si todo el estrato está en nivel freático).

ángulo de rozamiento interno

- (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956) válida para suelos que no sean blandos en prof. < 5 mt.; correlación válida para arenas y gravas representa valores medios. - Correlación histórica muy usada, válida para prof. < 5 mt. para suelos sobre nivel freático y < 8 mt. para terrenos en nivel freático (tensiones < 8-10 t/mq).
- (Meyerhof 1956) Correlación válida para suelos arcillosos y arcillosos-margosos fracturados, terrenos sueltos mantos fragmentados (en variación experimental de datos).
- (Sowers 1961) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof. < 4 mt. sobre nivel freático y < 7 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma > 5$ t/mq.
- (De Mello) Correlación válida para suelos predominantemente arenosos y arenosos-gravosos (en variación experimental de datos) con ángulo de rozamiento interno < 38°.
- (Malcev 1964) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof. > 2 mt. y para valores de ángulo de rozamiento interno < 38°).
- (Schmertmann 1977) Ángulo de rozamiento interno (grados) para varios tipos litológicos (valores máximos). Nota: valores a menudo demasiado optimistas ya que se deducen de correlaciones indirectas de Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas - arenas finas o limosas y limos orgánicos (cond. óptimas para prof. > 8 mt. sobre nivel freático y > 15 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY). Ángulo de rozamiento interno válido arenas medias gruesas a gravosas.
- Ángulo de rozamiento interno en grados (Owasaki & Iwasaki) válido para arenas - arenas medias y gruesas-gravosas (cond. óptimas para prof. > 8 mt. sobre nivel freático y > 15 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlación válida para terrenos por arenas con % de limo < 5% a profundidad < 5 mt. y con % de limo > 5% a profundidad < 3 mt.
- Mitchell y Katti (1965) - Correlación válida para arenas y gravas.

Densidad relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlación válida para cualquier presión eficaz, para gravas Dr se sobre estima, para limos es subestimado.
- (Skempton 1986) elaboración válida para limos y arenas y arenas de finas a gruesas NC en cualquier presión eficaz, para gravas el valor de Dr % se sobreestima, para limos se subestima.
- Meyerhof (1957).
- (Schultze & Menzenbach 1961) para arenas finas y gravosas NC, método válido para cualquier valor de presión eficaz en depósitos NC, para gravas el valor de Dr % se sobreestima, para limos es subestimado.

Modulo De Young (Ey)

- Terzaghi- elaboración válida para arena limpia y arena con grava sin considerar la presión eficaz.
- Schmertmann (1978), correlación válida para varios tipos litológicos.
- Schultze-menzenbach, correlación válida para varios tipos litológicos.
- D'Appollonia y otros (1970), correlación válida para arena, arena SC, arena NC y grava
- Bowles (1982), correlación válida para arena arcillosa, arena limosa, limo arenoso, arena media, arena y grava.

Modulo Edométrico

- Begemann (1974) elaboración derivada de experiencias en Grecia, correlación válida para limo con arena, arena y grava.
- Buismann-sanglerat, correlación válida para arena y arena arcillosa.
- Farrent (1963) válida para arenas, algunas veces para arenas con grava (en variación experimental de datos).
- Menzenbach y Malcev válida para arenas finas, arena gravosa y arena y grava.

Estado de consistencia

- Clasificación A.G.I. 1977

Peso Especifico Gama

- Meyerhof y otros. válida para arenas, gravas, limos, limo arenoso.

Peso Especifico saturado

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlación válida para específico del material igual a cerca $G=2,65 \text{ t/mc}$ y para peso específico seco variable de 1,33 ($N_{spt}=0$) a 1,99 ($N_{spt}=95$)

Modulo de poisson

- Clasificación A.G.I.

Potencial de licuefacción (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tal correlación es válida solamente para arenas, gravas y limos arenosos, representa la relación entre el esfuerzo dinámico promedio τ y la tensión vertical de consolidación para la valuación del potencial de licuefacción de las arenas y suelos areno-gravosos con gráficos de los autores.

Velocidad ondas transversales V_s (m/sec)

- Tal correlación es válida solamente para suelos sin cohesión arenosos y gravosos.

Modulo de deformación de corte (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaboración válida para arenas con finos plásticos y arenas limpias.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaboración válida sobretodo para arenas y para tensiones litostáticas comprendidas entre 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo de reacción (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaboración válida para arenas, gravas, limos, limos arenosos.

Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlaciones geotecnicas terrenos cohesivos

Cohesión no drenada

- Benassi & Vannelli- correlaciones provenientes de experiencias de la empresa constructora Penetrometri SUNDA 1983
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlación válida para arcillas arenosas –orgánicas NC con $N_{spt} < 8$, arcillas limosas-orgánicas medianamente plásticas, arcillas margosas alteradas-fracturadas.
- Terzaghi-Peck (1948). $C_u \text{ mín.-máx.}$
- Sanglerat, de datos Penetr. Estático para suelos cohesivos saturados, tal correlación no es válida para arcillas sensitivas con sensibilidad > 5 , para arcillas sobre consolidadas fracturadas y para limos de baja plasticidad.
- Sanglerat. (para arcillas limo-arenosas con poca cohesión), valores válidos para resistencias penetrométricas < 10 golpes. Para resistencias penetrométricas > 10 la elaboración válida es siempre la de las "arcillas plásticas " de Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Cohesión sin drenaje C_u (Kg/cmq) para arcillas limosas y arcillas de baja, media y alta plasticidad, (C_u - N_{spt} -grado de plasticidad).
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valores medios), válida para arcillas y limos arcillosos con $N_c=20$ y $Q_c/N_{spt}=2$
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valores mínimos), válida para arcillas NC.
- Fletcher 1965 - (Arcilla de Chicago) Cohesión sin drenaje C_u (Kg/cmq), columna valores válidos para arcillas de media-baja plasticidad
- Houston (1960) - arcilla de media-alta plasticidad.
- Shioi-Fukuni 1982, válida para suelos poco cohesivos y plásticos, arcilla de media-alta plasticidad.
- Begemann.
- De Beer.

Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edométrico-Confinado (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - para litotipos de media plasticidad, válida para litotipos arcillosos de media-medio-alta plasticidad - de experiencias con arcillas glaciales.

-
- Stroud e Butler (1975), para litotipos de media-baja plasticidad ($IP < 20$), válida para litotipos arcillosos de media-baja plasticidad ($IP < 20$) - de experiencias con arcillas glaciales.
 - Vesic (1970) correlación válida para arcillas blandas (valores mínimos y máximos).
 - Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinado - M_o (Eed) (Kg/cm^2)-, válida para litotipos arcillosos y limosos-arcillosos (relación $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
 - Buismann- Sanglerat, válida para arcillas compactas ($N_{spt} < 30$) medias y blandas ($N_{spt} < 4$) y arcillas arenosas ($N_{spt}=6-12$).

Modulo De Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Máx.), correlación válida para limos coherentes y limos arcillosos con I.P. > 15
- D'Appollonia y otros (1983) - correlación válida para arcillas saturadas-arcillas fracturadas.

Estado de consistencia

- Clasificación A.G.I. 1977

Peso Especifico Gama

- Meyerhof y otros, válida para arcillas, arcillas arenosas y limosas predominantemente con cohesión.

Peso Especifico saturado

- Correlación Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), válida para condiciones específicas: peso específico del material igual a cerca $G=2,70$ (t/mc) y para índices de vacio variables da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)

ENSAYO... SPT-1

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Profundidad ensayo
 Nivel freático

SPT (Standard Penetration Test)
 30/10/2014
 10.20 mt

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Nº de golpes Revestimiento	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm²)	Res. dinámica (Kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.60	11	0	0.847	29.12	34.38	1.46	1.72
1.20	11	0	0.836	28.75	34.38	1.44	1.72
1.80	15	0	0.776	36.40	46.89	1.82	2.34
2.40	15	0	0.767	33.13	43.19	1.66	2.16
3.00	16	0	0.759	34.95	46.07	1.75	2.30
3.60	11	0	0.801	23.51	29.35	1.18	1.47
4.20	16	0	0.744	31.75	42.70	1.59	2.13
4.80	18	0	0.737	35.41	48.03	1.77	2.40
5.40	12	0	0.781	23.31	29.84	1.17	1.49
6.00	17	0	0.725	30.67	42.27	1.53	2.11
6.60	15	0	0.720	25.15	34.92	1.26	1.75
7.20	12	0	0.766	21.39	27.94	1.07	1.40
7.80	11	0	0.761	19.49	25.61	0.97	1.28
8.40	19	0	0.707	29.41	41.58	1.47	2.08
9.00	38	0	0.603	50.18	83.16	2.51	4.16
9.60	27	0	0.650	36.23	55.74	1.81	2.79
10.20	31	0	0.597	38.18	64.00	1.91	3.20

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Tensión eficaz (Kg/cm²)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0.6	11	34.38	Sin cohesión	0	1.56	1.89	0.05	0.56	6.11	Relleno. Limo arenoso con grava
4.2	14	40.43	Cohesivo	0	1.89	1.9	0.43	0.56	7.77	Arcilla
4.8	18	48.03	Sin cohesión	0	1.81	1.93	0.81	0.56	9.99	Arena limosa
7.2	14	33.74	Cohesivo	0	1.89	1.9	0.95	0.56	7.77	Arcilla
8.4	15	33.59	Sin cohesión	0	1.78	1.93	1.11	0.56	8.32	Limo arenoso
9.6	32.5	69.45	Sin cohesión	0	1.92	1.96	1.22	0.56	18.04	Arena arcillosa
10.2	31	64	Cohesivo	0	2.09	2.3	1.32	0.56	17.2	Arcilla limosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO SPT-1

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Cu (Kg/cm²)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	U.S.D.M.S.M.	0.58
[4] - Arcilla	7.77	7.20	U.S.D.M.S.M.	0.58
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	U.S.D.M.S.M.	1.28

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	Robertson (1983)	15.54
[4] - Arcilla	7.77	7.20	Robertson (1983)	15.54
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	Robertson (1983)	34.40

Módulo edométrico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Eed (Kg/cm ²)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	Buisman-Sanglerat	97.13
[4] - Arcilla	7.77	7.20	Buisman-Sanglerat	97.13
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	Buisman-Sanglerat	172.00

Módulo de Young

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Ey (Kg/cm ²)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	Apollonia	77.70
[4] - Arcilla	7.77	7.20	Apollonia	77.70
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	Apollonia	172.00

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[2] - Arcilla	7.77	4.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - Arcilla	7.77	7.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso específico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	Meyerhof ed altri	1.89
[4] - Arcilla	7.77	7.20	Meyerhof ed altri	1.89
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	Meyerhof ed altri	2.09

Velocidad ondas de corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[2] - Arcilla	7.77	4.20	Ohta & Goto (1978) Arcillas limosas y arcillas de baja plasticidad	115.49
[4] - Arcilla	7.77	7.20	Ohta & Goto (1978) Arcillas limosas y arcillas de baja plasticidad	137.83
[7] - Arcilla limosa	17.2	10.20	Ohta & Goto (1978) Arcillas limosas y arcillas de baja plasticidad	172.21

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Densidad relativa (%)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Meyerhof 1957	60.07
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Meyerhof 1957	54
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Meyerhof 1957	45.02
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Meyerhof 1957	61.54

Ángulo de resistencia al corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Ángulo de rozamiento (°)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Japanese National Railway	28.83
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Japanese National Railway	30
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Japanese National Railway	29.5
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Japanese National Railway	31.96

Módulo de Young

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Módulo de Young (Kg/cm²)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Bowles (1982) Sabbia Media	157.60

Módulo edométrico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Módulo edométrico (Kg/cm²)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Buisman-Sanglera t (sabbie)	99.12

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Classificazione	POCO DENSO

				A.G.I	
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Classificazione A.G.I	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m³)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Meyerhof ed altri	1.59
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Meyerhof ed altri	1.73
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Meyerhof ed altri	1.67
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Meyerhof ed altri	1.92

Módulo de Poisson

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	(A.G.I.)	0.34
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	(A.G.I.)	0.33
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	(A.G.I.)	0.34
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	(A.G.I.)	0.32

Módulo de deformación al corte dinámico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	G (Kg/cm²)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Ohsaki (Sabbie pulite)	356.28
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Ohsaki (Sabbie pulite)	565.59
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Ohsaki (Sabbie pulite)	476.24
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Ohsaki (Sabbie pulite)	907.49

Velocidad ondas de corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Ohta & Goto (1978) Limos	74.16
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Ohta & Goto (1978) Limos	136.18
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Ohta & Goto (1978) Limos	146.72
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Ohta & Goto (1978) Limos	169.83

Licuefacción

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Fs licuefacción
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Seed e Idriss (1971)	--

[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Seed e Idriss (1971)	0.65
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Seed e Idriss (1971)	0.441
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Seed e Idriss (1971)	0.627

Módulo de reacción Ko

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Ko
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Navfac 1971-1982	1.24
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Navfac 1971-1982	2.10
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Navfac 1971-1982	1.74
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Navfac 1971-1982	3.42

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Relleno. Limo arenoso con grava	6.11	0.60	6.11	Robertson 1983	12.22
[3] - Arena limosa	9.99	4.80	9.99	Robertson 1983	19.98
[5] - Limo arenoso	8.32	8.40	8.32	Robertson 1983	16.64
[6] - Arena arcillosa	18.04	9.60	16.52	Robertson 1983	33.04

ENSAYO... SPT-2

Equipo utilizado... SPT (Standard Penetration Test)
 Ensayo realizado el 31/10/2014
 Profundidad ensayo 10.00 mt
 Nivel freático

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Nº de golpes Revestimiento	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm²)	Res. dinámica (Kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
1.00	11	0	0.840	17.32	20.63	0.87	1.03
2.00	15	0	0.773	21.75	28.13	1.09	1.41
3.00	15	0	0.759	19.66	25.91	0.98	1.30
4.00	20	0	0.746	23.89	32.02	1.19	1.60
5.00	18	0	0.735	21.18	28.82	1.06	1.44
6.00	21	0	0.675	21.16	31.33	1.06	1.57
7.00	12	0	0.767	12.86	16.76	0.64	0.84
8.00	46	0	0.560	35.98	64.25	1.80	3.21
9.00	68	0	0.553	49.42	89.28	2.47	4.46
10.00	54	0	0.548	36.64	66.89	1.83	3.34

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Tensión eficaz (Kg/cm²)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
1	11	20.63	Sin cohesión	0	1.57	1.89	0.08	0.53	5.84	Relleno. Arena limosa con grava
2	15	28.13	Sin cohesión	0	1.66	1.91	0.24	0.53	7.97	Relleno. Limo arenoso
4	17.5	28.97	Cohesivo	0	1.95	2.14	0.52	0.53	9.29	Arcilla
5	18	28.82	Sin cohesión	0	1.72	1.92	0.8	0.53	9.56	Arena limosa
7	16.5	24.05	Cohesivo	0	1.93	2.12	0.98	0.53	8.76	Arcilla
10	56	73.47	Sin cohesión	0	2.04	2.45	1.31	0.53	29.74	Arena mal graduada

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO SPT-2

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Cu (Kg/cm²)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	U.S.D.M.S.M.	0.69
[5] - Arcilla	8.76	7.00	U.S.D.M.S.M.	0.66

Qc (resistencia por punta penetrometro estático)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Kg/cm²)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	Robertson (1983)	18.58
[5] - Arcilla	8.76	7.00	Robertson (1983)	17.52

Módulo edométrico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Eed (Kg/cm²)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	Buisman-Sanglerat	116.13
[5] - Arcilla	8.76	7.00	Buisman-Sanglerat	109.50

Módulo de Young

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Ey (Kg/cm ²)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	Apollonia	92.90
[5] - Arcilla	8.76	7.00	Apollonia	87.60

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[3] - Arcilla	9.29	4.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - Arcilla	8.76	7.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso específico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	Meyerhof ed altri	1.95
[5] - Arcilla	8.76	7.00	Meyerhof ed altri	1.93

Velocidad ondas de corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[3] - Arcilla	9.29	4.00	Ohta & Goto (1978) Arcillas limosas y arcillas de baja plasticidad	124.36
[5] - Arcilla	8.76	7.00	Ohta & Goto (1978) Arcillas limosas y arcillas de baja plasticidad	140.72

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Densidad relativa (%)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Meyerhof 1957	57.52
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Meyerhof 1957	61.15
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Meyerhof 1957	53.03
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Meyerhof 1957	70.05

Ángulo de resistencia al corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Ángulo de rozamiento (°)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Japanese National Railway	28.75
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Japanese National Railway	29.39
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Japanese National Railway	29.87
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Japanese National Railway	33.71

Módulo de Young

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Módulo de Young (Kg/cm²)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Bowles (1982) Sabbia Media	186.85

Módulo edométrico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Módulo edométrico (Kg/cm²)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Buisman-Sanglera t (sabbie)	---
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Buisman-Sanglera t (sabbie)	134.22

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Classificazione A.G.I	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m³)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Meyerhof ed altri	1.57
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Meyerhof ed altri	1.66
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Meyerhof ed altri	1.72
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Meyerhof ed altri	2.04

Módulo de Poisson

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	(A.G.I.)	0.34
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	(A.G.I.)	0.34

[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	(A.G.I.)	0.34
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	(A.G.I.)	0.31

Módulo de deformación al corte dinámico

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	G (Kg/cm ²)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Ohsaki (Sabbie pulite)	341.46
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Ohsaki (Sabbie pulite)	457.39
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Ohsaki (Sabbie pulite)	542.68
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Ohsaki (Sabbie pulite)	1206.70

Velocidad ondas de corte

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Ohta & Goto (1978) Limos	81.21
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Ohta & Goto (1978) Limos	105.94
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Ohta & Goto (1978) Limos	135.15
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Ohta & Goto (1978) Limos	177.01

Licuefacción

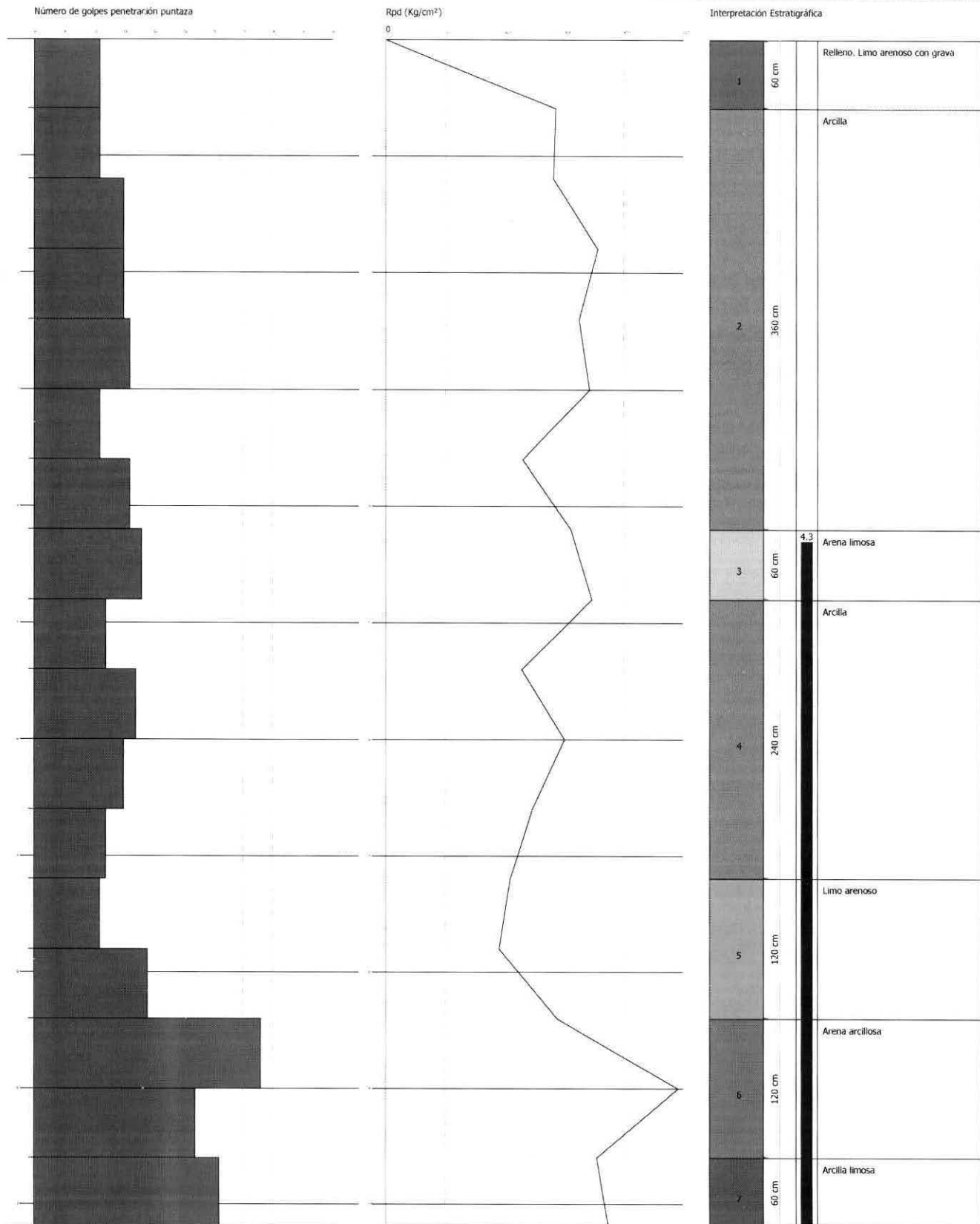
Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Fs licuefacción
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Seed e Idriss (1971)	0.998

Módulo de reacción Ko

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Ko
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Navfac 1971-1982	1.18
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Navfac 1971-1982	1.66
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Navfac 1971-1982	2.01
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Navfac 1971-1982	4.45

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

Descripción	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Relleno. Arena limosa con grava	5.84	1.00	5.84	Robertson 1983	11.68
[2] - Relleno. Limo arenoso	7.97	2.00	7.97	Robertson 1983	15.94
[4] - Arena limosa	9.56	5.00	9.56	Robertson 1983	19.12
[6] - Arena mal graduada	29.74	10.00	22.37	Robertson 1983	44.74

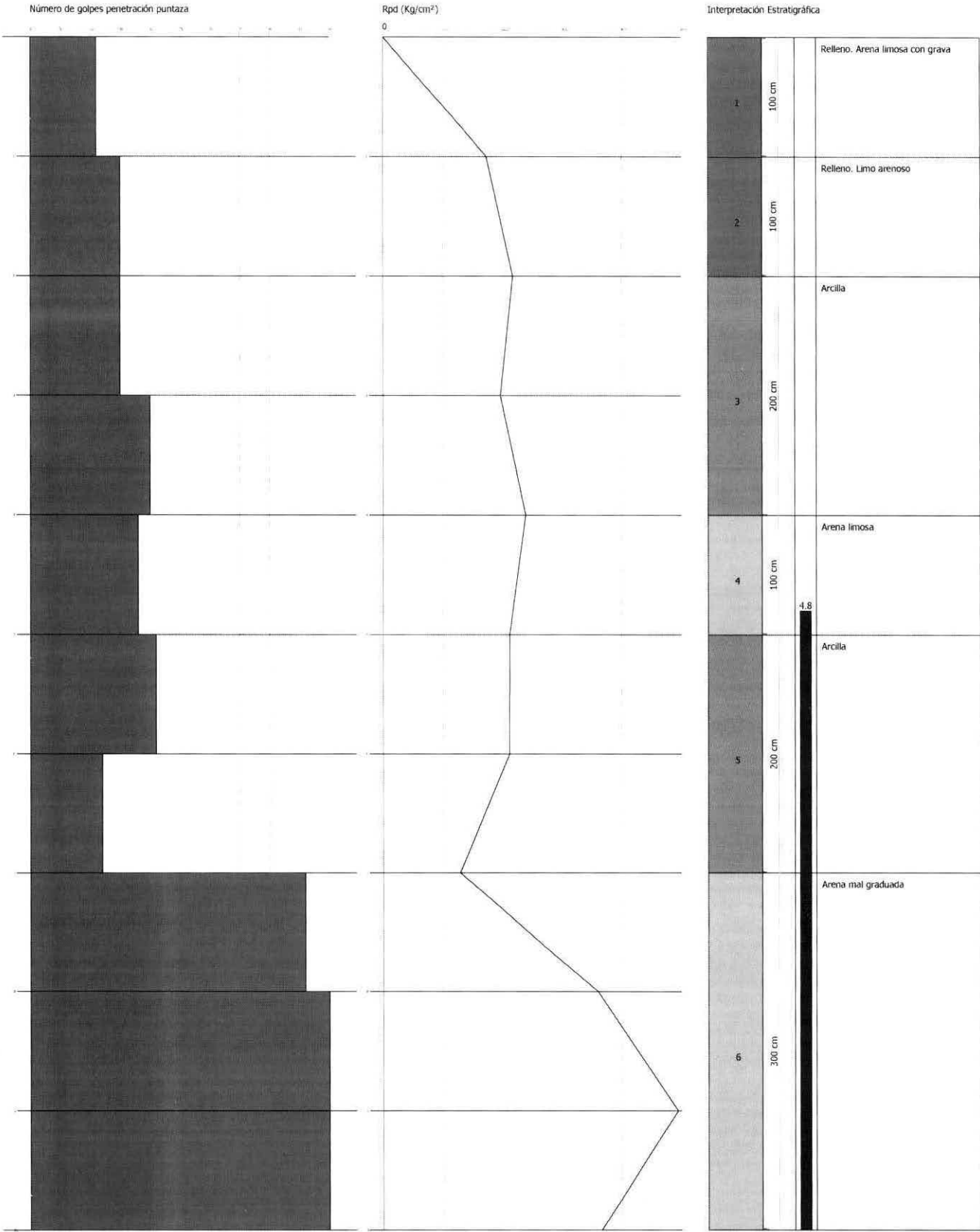


ENSAYO PENETROMETRICO DINÁMICO SPT-2
Equipo utilizado... SPT (Standard Penetration Test)

Cliente: Grupo Empresarial Cachanilla
Obra: Gasolinera Calzada Independencia y Calle Río Fuerte
Localidad: Mexicali, B.C.

Fecha: 31/10/2014

Escala 1:46



ANEXO 2

TABLAS

**EPGC****ESTUDIOS PROFESIONALES DE GEOTECNIA Y CONCRETOS****OFICINA DE CIMENTACIONES**

Tabla resumen de los SPT'S

SONDEO	Muestra No.	Profundidad (m)		Descripción	Clasif SUCS	Numero de golpes N	NAF (m)	W _i (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CL (%)	Finos (%)	ϕ °	C (Ton/m ²)
		de	a												
SPT-1		0.00	0.10	Losa de concreto											
	1	0.10	0.40	Relleno. Limo arenoso con grava		11		14.43					58.97		
	1A	0.40	0.70	Arcilla limosa	CL			24.25					91.94		
	2	0.70	1.30	Arcilla con arena	CH	11		24.37	57.70	24.67	33.03	13.64	89.43		
	3	1.30	1.90	Arcilla café	CH	15		29.19							
	4	1.90	2.50	Arcilla café	CH	15		26.51							
	5	2.50	3.10	Arcilla café	CH	16		22.53	59.80	24.66	35.14	14.25	99.67		
	6	3.10	3.70	Arcilla café	CH	11		26.16							
	7	3.70	4.00	Arcilla café	CH			27.86							
	7A	4.00	4.30	Arena limosa	SM		4.30	11.74					28.74		
	8	4.30	4.90	Arena limosa	SM	18		24.77							
	9	4.90	5.50	Arcilla café	CH	12		30.78	58.50	26.48	32.02	14.40	99.40		
	10	5.50	6.10	Arcilla café	CH	17		30.04							
	11	6.10	6.70	Arcilla arenosa	CL	15		28.55					87.62		
	12	6.70	7.30	Arcilla café	CH	12		28.92					91.19		
	13	7.30	7.90	Limo arenoso	ML	11		27.67							
	14	7.90	8.50	Limo arenoso	ML	19		26.81					70.13		
	15	8.50	9.10	Limo arenoso	ML	38		18.76							
SPT-2	16	9.10	9.40	Arena arcillosa	SC			23.09	33.40	22.41	10.99	6.24	35.28		
	16A	9.40	9.70	Arcilla limosa	CL	27		23.92					94.91		
	17	9.70	10.30	Arcilla limosa	CL	31		24.02					91.46		
		0.00	0.10	Losa de concreto											
	1	0.10	1.10	Relleno. Arena limosa con grava		11		5.42					32.95		
	2	1.10	1.60	Relleno. Limo arenoso		15		10.50					52.15		
	2A	1.60	2.10	Arcilla café	CH			29.77							
	3	2.10	3.10	Arcilla café	CH	15		30.37	70.20	30.32	39.88	16.36	97.58		
	4	3.10	3.60	Arcilla café	CH			29.17							
	4A	3.60	4.10	Arena limosa	SM	20		22.04					49.82		
	5	4.10	5.10	Arena limosa	SM	18	4.80	33.49							
	6	5.10	6.10	Arcilla café	CH	21		29.43	56.10	26.39	29.71	13.28	99.94		
	7	6.10	7.10	Arcilla café	CH	12		29.99							
	8	7.10	7.60	Arcilla café	CH			23.62	68.80	31.28	37.52	16.52	96.69		
	8A	7.60	8.10	Arena mal graduada	SP-SM	46		20.56							
	9	8.10	9.10	Arena mal graduada	SP-SM	>50		16.42					9.99		
	10	9.10	10.10	Arena mal graduada	SP-SM	>50		19.91							

Nomenclatura:

w = Contenido de agua

CL = Contracción lineal

 ϕ = Ángulo de fricción interna

LL = Límite líquido

IP = Índice de plasticidad

c = Cohesión

LP = Límite plástico

Finos = Porcentaje de finos

EPGC

Resumen de resultados de laboratorio de pruebas índice (SPT's)

Tabla 1

ANEXO 3
CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y ASIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

CARGA ÚLTIMA DE CIMENTACIONES SOBRE EL TERRENO

La carga última de una cimentación superficial se puede definir como el valor máximo de la carga con el cual en ningún punto del subsuelo se alcanza la condición de rotura (método de Frolich), o también como aquel valor de carga, mayor que el anterior, con el cual el fenómeno de rotura se extiende a un amplio volumen del suelo (método de Prandtl y sucesivos).

Prandtl ha estudiado el problema de la rotura de un semiespacio elástico por efecto de una carga aplicada sobre su superficie con referencia al acero, caracterizando la resistencia a la rotura con una ley del tipo:

$$\tau = c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi \quad \text{válida también para suelos.}$$

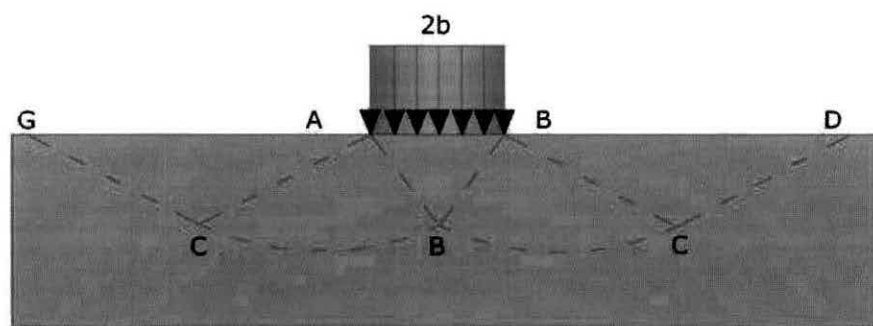
Las hipótesis y las condiciones dictadas por Prandtl son las siguientes:

- Material carente de peso y por lo tanto $\gamma=0$
- Comportamiento rígido - plástico
- Resistencia a la rotura del material expresada con la relación $\tau=c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi$
- Carga uniforme, vertical y aplicada en una franja de longitud infinita y de ancho $2b$ (estado de deformación plana)
- Tensiones tangenciales nulas al contacto entre la franja de carga y la superficie límite del semiespacio.

En el acto de la rotura se verifica la plasticidad del material contenido entre la superficie límite del semiespacio y la superficie *GFBCD*.

En el triángulo *AEB* la rotura se da según dos familias de segmentos rectilíneos e inclinados en $45^\circ + \varphi/2$ con respecto al horizontal.

En las zonas *ABF* y *EBC* la rotura se produce a lo largo de dos familias de líneas, una constituida por segmentos rectilíneos que pasan respectivamente por los puntos *A* y *E* y la otra por arcos de familias de espirales logarítmicas. Los polos de éstas son los puntos *A* y *E*. En los triángulos *AFG* y *ECD* la rotura se da en segmentos inclinados en $\pm(45^\circ + \varphi/2)$ con respecto a la vertical.



Mecanismo de rotura de Prandtl

Identificado así el volumen de terreno que experimenta rotura con la carga última, ésta se puede calcular escribiendo la condición de equilibrio entre las fuerzas que actúan en cualquier volumen de terreno delimitado bajo cualquiera de las superficies de deslizamiento.

Se llega por lo tanto a una ecuación $q = B \times c$, donde el coeficiente *B* depende solo del ángulo de rozamiento φ del terreno.

$$B = \cot g \varphi \left[e^{\frac{\pi g \varphi}{tg (45^\circ + \varphi / 2)} - 1} \right]$$

Para $\varphi = 0$ el coeficiente B es igual a 5.14, por lo tanto $q = 5.14 \times c$.

En el otro caso particular de terreno sin cohesión ($c=0$, $\gamma \neq 0$) resulta $q=0$. Según la teoría de **Prandtl**, no sería entonces posible aplicar ninguna carga en la superficie límite de un terreno incoherente.

Si bien no se puede aplicar prácticamente, en esta teoría se han basado todas las investigaciones y los métodos de cálculo sucesivos.

En efecto **Caquot** se puso en las mismas condiciones de Prandtl, a excepción del hecho que la franja de carga no se aplica sobre la superficie límite del semiespacio, sino a una profundidad h , con $h \leq 2b$; el terreno comprendido entre la superficie y la profundidad h tiene las siguientes características: $\gamma \neq 0$, $\varphi = 0$, $c = 0$ es decir un medio dotado de peso pero sin resistencia.

Resolviendo las ecuaciones de equilibrio se llega a la expresión:

$$q = A \times \gamma l + B \times c$$

que de seguro es un paso adelante con respecto a Prandtl, pero que aún no refleja la realidad.

Método de Terzaghi (1955)

Terzaghi, prosiguiendo el estudio de Caquot, ha aportado algunos cambios para tener en cuenta las características efectivas de toda la obra de cimentación - terreno.

Bajo la acción de la carga transmitida por la cimentación, el terreno que se encuentra en contacto con la cimentación misma tiende a irse lateralmente, pero resulta impedido por las resistencias tangenciales que se desarrollan entre la cimentación y el terreno.

Esto comporta un cambio del estado tensional en el terreno puesto directamente por debajo de la cimentación; para tenerlo en cuenta, **Terzaghi** asigna a los lados AB y EB de la cuña de Prandtl una inclinación ψ respecto a la horizontal, seleccionando el valor de ψ en función de las características mecánicas del terreno al contacto terreno-obra de cimentación.

De esta manera se supera la hipótesis $\gamma_2 = 0$ para el terreno por debajo de la cimentación admitiendo que las superficies de rotura quedan inalteradas, la expresión de la carga última entonces es:

$$q = A \times \gamma \times h + B \times c + C \times \gamma \times b$$

Donde C es un coeficiente que resulta función del ángulo de rozamiento interno φ del terreno puesto por debajo del nivel de cimentación y del ángulo φ antes definido; b es la semianchura de la franja.

Además, basándose en datos experimentales, **Terzaghi** pasa del problema plano al problema espacial introduciendo algunos factores de forma.

Una sucesiva contribución sobre el efectivo comportamiento del terreno ha sido aportada por **Terzaghi**.

En el método de Prandtl se da la hipótesis de un comportamiento del terreno rígido-plástico, en cambio **Terzaghi** admite este comportamiento en los terrenos muy compactos.

En éstos, de hecho, la curva cargas-asentamientos presenta un primer tracto rectilíneo, seguido por un breve tracto curvilíneo (comportamiento elástico-plástico); la rotura es instantánea y el valor de la carga límite resulta claramente individuado (rotura general).

En un terreno muy suelto en cambio la relación cargas-asentamientos presenta un tramo curvilíneo acentuado desde las cargas más bajas por efecto de una rotura progresiva del terreno (rotura local). Como consecuencia la individualización de la carga límite no es tan clara y evidente como en el caso de los terrenos compactos.

Para los terrenos muy sueltos, Terzaghi aconseja tener en consideración la carga última; el valor que se calcula con la fórmula anterior pero introduciendo valores reducidos de las características mecánicas del terreno y precisamente:

$$\text{tg } \varphi_{rid} = 2/3 \times \text{tg } \varphi \text{ e } c_{rid} = 2/3 \times c$$

Haciendo explícitos los coeficientes de la fórmula anterior, la fórmula de Terzaghi se puede escribir así:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c + \gamma \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma$$

Donde:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \varphi / 2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \varphi / 2) \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K p_\gamma}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

Fórmula de Meyerhof (1963)

Meyerhof propuso una fórmula para calcular la carga última parecida a la de Terzaghi. Las diferencias consisten en la introducción de nuevos coeficientes de forma.

Introdujo un coeficiente s_q que multiplica el factor N_q , factores de profundidad d_i y de pendencia i_j para el caso en que la carga transmitida a la cimentación sea inclinada en la vertical.

Los valores de los coeficientes N se obtuvieron de Meyerhof suponiendo varios arcos de prueba BF (v. mecanismo Prandtl), mientras que el corte a lo largo de los planos AF tenía valores aproximados.

A continuación se presentan los factores de forma tomados de Meyerhof, junto con la expresión de la fórmula.

$$\text{Carga vertical} \quad q_{ult} = c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma$$

$$\text{Carga inclinada} \quad q_{ult} = c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45 + \varphi / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \varphi)$$

Factor de forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L} \quad \text{para } \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1k_p \frac{B}{L} \quad \text{para } \varphi = 0$$

Factor de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{para } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{para } \varphi = 0$$

inclinación:

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{para } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{para } \varphi = 0$$

Donde:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

θ = Inclinación de la resultante en la vertical.

Fórmula de Hansen (1970)

Es una extensión ulterior de la fórmula de *Meyerhof*; las extensiones consisten en la introducción de b_i que tiene en cuenta la eventual inclinación en la horizontal del nivel de cimentación y un factor g_i para terreno en pendencia.

La fórmula de Hansen vale para cualquier relación D/B , ya sean cimentaciones superficiales o profundas; sin embargo el mismo autor introdujo algunos coeficientes para poder interpretar mejor el comportamiento real de la cimentación; sin éstos, de hecho, se tendría un aumento demasiado fuerte de la carga última con la profundidad.

Para valores de $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

Para valores $D/B > 1$:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

En el caso $\varphi = 0$

D/B	0	1	1.1	2	5	10	20	100
d'_c	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

En los factores siguientes las expresiones con ápicos (') valen cuando $\varphi=0$.

Factor de forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{para cimentaciones continuas}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_\gamma = 1 \quad \text{para cualquier } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{si } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \quad \text{si } \frac{D}{B} > 1$$

Factores de inclinación de la carga

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta / 450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

Factores de inclinación del terreno (cimentación sobre talud):

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

Factores de inclinación del nivel de cimentación (base inclinada)

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

Fórmula de Vesic (1975)

La fórmula de Vesic es análoga a la fórmula de Hansen, con N_q y N_c como en la fórmula de Meyerhof y N_γ como se indica a continuación:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\varphi)$$

Los factores de forma y de profundidad que aparecen en las fórmulas del cálculo de la capacidad portante son iguales a los propuestos por Hansen; en cambio se dan algunas diferencias en los factores de inclinación de la carga, del terreno (cimentación en talud) y del plano de cimentación (base inclinada).

Fórmula Brinch-Hansen (EC 7 - EC 8)

Para que una cimentación pueda resistir la carga de proyecto en seguridad con respecto a la rotura general, para todas las combinaciones de carga relativas al ELU (Estado límite último), se debe dar la siguiente desigualdad:

donde: V_d es la carga de proyecto al ELU, normal en la base de la cimentación, que incluye también el peso de la cimentación misma; mientras R_d es la carga última de proyecto de la cimentación con respecto a las cargas normales, teniendo en cuenta también el efecto de cargas inclinadas o excéntricas.

En la evaluación analítica de la carga última de proyecto R_d se deben considerar las situaciones a corto y a largo plazo en los terrenos de grano fino.

La carga última de proyecto en condiciones no drenadas se calcula como:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Donde:

$A' = B' \cdot L'$ área de la cimentación efectiva de proyecto, entendida, en caso de carga excéntrica, como el área reducida en cuyo centro se aplica la resultante de la carga.

c_u cohesión no drenada.

q presión litostática total en el plano de cimentación.

s_c Factor de forma

$s_c = 1 + 0,2 (B'/L')$ para cimentaciones rectangulares

$s_c = 1,2$ para cimentaciones cuadradas o circulares.

i_c factor de corrección de la inclinación de la carga debida a una carga H .

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

En condiciones drenadas la carga última de proyecto se calcula como sigue:

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Donde:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi'$$

Factores de forma

$s_q = 1 + (B'/L') \tan \phi'$ para forma rectangular

$s_q = 1 + \tan \phi'$ para forma cuadrada o circular

$s_\gamma = 1 - 0,3 (B'/L')$ para forma rectangular

$s_\gamma = 0,7$ para forma cuadrada o circular

$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$ para forma rectangular, cuadrada o circular.

Factores inclinación resultante debido a una carga horizontal H paralela a L'

$$i_q = i_g = 1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Factores inclinación resultante debido a una carga horizontal H paralela a B'

$$i_q = [1 - 0.7H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Además de los factores correctivos de la tabla anterior, se consideran los complementarios de la profundidad del plano de cimentación y de la inclinación y de la inclinación del plano de cimentación y del plano terreno (Hansen).

Método de et. Al.

Richards, Helm y Budhu (1993) desarrollaron un procedimiento que permite, en condiciones sísmicas, calcular ya sea la carga última que los asientos derivados y por ende verificar ambos estados límite (último y de daño). El cálculo de la carga última se obtiene mediante una simple extensión del problema de la carga última al caso de la presencia de fuerzas de inercia en el terreno de cimentación debidas al sismo, mientras la estimación de los asientos se obtiene haciendo referencia a Newmark (Apéndice H de "*Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica*"-Associazione Geotecnica Italiana"/Aspectos geotécnicos del proyecto en zona sísmica"-Asociación Geotécnica Italiana). Los autores han alargado el trinomio de la fórmula de la carga última:

$$q_u = N_q \cdot q + N_c \cdot c + 0.5 N_\gamma \cdot \gamma \cdot B$$

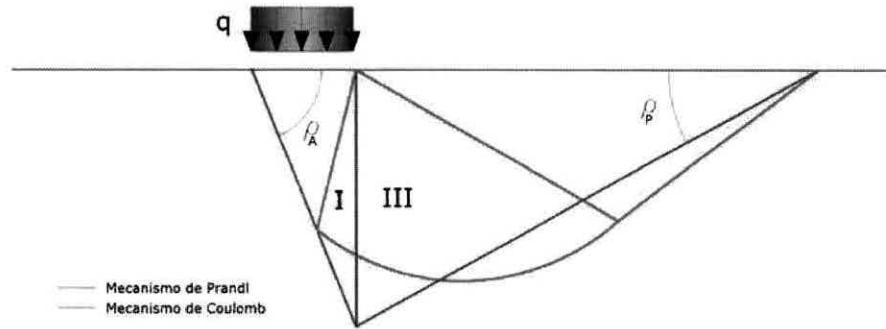
Donde los factores de capacidad de carga se calculan con las siguientes fórmulas:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$$

$$N_q = \frac{K_{pE}}{K_{AE}}$$

$$N_\gamma = \left(\frac{K_{pE}}{K_{AE}} - 1 \right) \cdot \tan(\rho_{AE})$$

Examinando con el enfoque de equilibrio límite un mecanismo a la Coulomb y teniendo en cuenta las fuerzas de inercia agentes en el volumen de terreno a rotura. De hecho, en campo estático, el clásico mecanismo de Prandtl se puede aproximar, como se muestra en la siguiente figura, eliminando la zona de transición (abanico de Prandtl) y reduciéndola a la línea AC, que viene vista como una pared ideal en equilibrio bajo la acción del empuje activo y del empuje pasivo que recibe de las cuñas I y III:

Esquema de cálculo de la carga última (qL)

Los autores han extraído las expresiones de los ángulos ρ_A y ρ_P que definen las zonas de empuje activo y pasivo y de los coeficientes de empuje activo y pasivo K_A y K_P en función del ángulo de rozamiento interno ϕ del terreno y del ángulo de rozamiento d terreno – pared ideal:

$$\rho_A = \phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} - \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$\rho_P = -\phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} + \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

Es de observar que el empleo de las fórmulas anteriores asumiendo $\phi=0.5\delta$, conduce a valores de coeficientes de carga última muy cercanos a los basados en un análisis a la Prandtl. Por lo tanto Richards et. Al. extendieron la aplicación del mecanismo de Coulomb al caso sísmico, teniendo en cuenta las fuerzas de inercia agentes en el volumen de terreno a rotura. Tales fuerzas de masa, debidas a aceleraciones $k_h g$ y $k_v g$, agentes respectivamente en dirección horizontal y

vertical, son a su vez iguales a $k_h \gamma$ y $k_v \gamma$. Se obtienen así las extensiones de las expresiones de ρ_a y ρ_p , además de K_A y K_P , respectivamente indicadas como ρ_{AE} y ρ_{PE} y como K_{AE} y K_{PE} para denotar las condiciones sísmicas:

$$\rho_{AE} = (\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$\rho_{PE} = -(\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

Los valores de N_q y N_γ se determinan también valiéndose de las fórmulas precedentes, empleando obviamente las expresiones de los ángulos ρ_{AE} y ρ_{PE} y de los coeficientes K_{AE} y K_{PE} relativas al caso sísmico. En tales expresiones aparece el ángulo θ definido como:

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

En la siguiente tabla se muestran los factores de capacidad de carga calculados para los siguientes valores de los parámetros:

$$- \quad \phi = 30^\circ \quad \delta = 15^\circ$$

Para diferentes valores de los coeficientes de empuje sísmico:

$k_h/(1-k_v)$	N_q	N_γ	N_c
0	16.51037	23.75643	26.86476
0.087	13.11944	15.88906	20.9915
0.176	9.851541	9.465466	15.33132
0.268	7.297657	5.357472	10.90786
0.364	5.122904	2.604404	7.141079

0.466	3.216145	0.879102	3.838476
0.577	1.066982	1.103E-03	0.1160159

Tabla de los Factores de capacidad de carga para $\phi=30^\circ$

Verificación del deslizamiento

De acuerdo con los criterios de cálculo en ELU, se debe comprobar la estabilidad de una zapata aislada con respecto al colapso por deslizamiento y al colapso por rotura general. Con el primero, la resistencia se estima como la suma de un componente debido a la adhesión más otro debido al rozamiento cimentación-terreno; la resistencia lateral derivada del empuje pasivo del terreno se puede tener en cuenta como un porcentaje cuyo valor será indicado por el usuario.

La resistencia de cálculo por rozamiento y adhesión se calcula mediante la expresión:

$$F_{Rd} = N_{sd} \tan \delta + c_a A'$$

Donde:

N_{sd} = valor de cálculo de la fuerza vertical;

δ = ángulo de resistencia al corte en la base de la cimentación;

c_a = adhesión zapata -terreno;

A' = área de la cimentación efectiva, entendida, en caso de cargas excéntricas, como área reducida al centro de la cual se aplica el resultado.

CARGA LÍMITE DE CIMENTACIÓN EN ROCA

Para valorar la capacidad de carga admisible de las rocas se deben tener en cuenta algunos parámetros significativos como las características geológicas, el tipo y calidad de roca, medida con RQD. En la capacidad portante de las rocas se utilizan normalmente factores de seguridad muy altos y legados de todas maneras al valor del coeficiente RQD: por ejemplo, para una roca con RQD igual al máximo de 0.75 el factor de seguridad varía entre 6 y 10. Para determinar la capacidad de carga de una roca se pueden usar las fórmulas de Terzaghi, usando ángulo de rozamiento y cohesión de la roca, o las propuestas por Stagg y Zienkiewicz (1968) donde los coeficientes de la fórmula de la capacidad portante valen:

$$N_q = \tan^6 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tales coeficientes se usan los factores de forma utilizados en la fórmula de Terzaghi.

La capacidad de carga última calculada es de todas formas función del coeficiente RQD según la siguiente expresión:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Si el sondeo en roca no suministra piezas intactas (RQD tiende a 0), la roca se trata como un terreno, estimando mejor los parámetros c y ϕ .

FACTORES DE CORRECCIÓN SÍSMICA: PAOLUCCI & PECKER

Para tener en cuenta los efectos inerciales del sisma en la determinación del q_{lim} se introducen los factores de corrección z :

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{\operatorname{tg} \phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_{\gamma} = z_q$$

Donde k_h es el coeficiente sísmico horizontal

ASIENTOS ELÁSTICOS

Los asentamientos de una cimentación rectangular de dimensiones $B \times L$ puesta en la superficie de un semiespacio elástico se pueden calcular con base en una ecuación basada en la teoría de la elasticidad (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

Donde:

q_0 = Intensidad de la presión de contacto

B' = Mínima dimensión del área reactiva,

E e μ = Parámetros elásticos del terreno.

I_1 = Coeficientes de influencia dependientes de: L'/B' , espesor del estrato H , coeficiente de Poisson μ , profundidad del nivel de cimentación D ;

Los coeficientes I_1 y I_2 se pueden calcular utilizando las ecuaciones de Steinbrenner (1934) (V. Bowles), en función de la relación L'/B' y H/B , utilizando $B'=B/2$ y $L'=L/2$ para los coeficientes relativos al centro y $B'=B$ y $L'=L$ para los coeficientes relativos al borde.

El coeficiente de influencia I_F deriva de las ecuaciones de Fox (1948), que indican el asiento se reduce con la profundidad en función del coeficiente de Poisson y de la relación L/B .

Para simplificar la ecuación (1) se introduce el coeficiente I_S :

$$I_S = I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2$$

El asentamiento del estrato de espesor H vale:

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} I_S I_F$$

Para aproximar mejor los asientos se subdivide la base de apoyo de manera que el punto se encuentre en correspondencia con un ángulo externo común a varios rectángulos. En práctica se multiplica por un factor igual a 4 para el cálculo de los asentamientos en el centro y por un factor igual a 1 para los asentamientos en el borde.

En el cálculo de los asientos se considera una profundidad del bulbo tensiones igual a $5B$, si el substrato rocoso se encuentra a una profundidad mayor.

A tal propósito se considera substrato rocoso el estrato que tiene un valor de E igual a 10 veces el del estrato que está por encima.

El módulo elástico para terrenos estratificados se calcula como promedio ponderado de los módulos elásticos de los estratos interesados en el asiento inmediato.

ASIENTOS EDMÉTRICOS

El cálculo de los asientos con el método edométrico permite valorar un asiento de consolidación de tipo unidimensional, producto de las tensiones inducidas por una carga aplicada en condiciones de expansión lateral impedida. Por lo tanto la estimación efectuada con este método se debe considerar como empírica, en vez de teórica.

Sin embargo la simplicidad de uso y la facilidad de controlar la influencia de los varios parámetros que intervienen en el cálculo, lo hacen un método muy difuso.

El procedimiento edométrico en el cálculo de los asientos pasa esencialmente a través de dos fases:

- El cálculo de las tensiones verticales inducidas a las diferentes profundidades con la aplicación de la teoría de la elasticidad;
- La valoración de los parámetros de compresibilidad con la prueba edométrica.

En referencia a los resultados de la prueba edométrica, el asentamiento se valora como:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Si se trata de un terreno súper consolidado ($OCR > 1$), o sea si el incremento de tensión debido a la aplicación de la carga no hace superar la presión de preconsolidación σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$).

Si en cambio el terreno es consolidado normal ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) las deformaciones se dan en el tracto de compresión y el asiento se valora como:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Donde:

RR Relación de recompresión;

CR Relación de compresión;

H_0 espesor inicial del estrato;

σ'_{v0} tensión vertical eficaz antes de la aplicación de la carga;

$\Delta \sigma_v$ incremento de tensión vertical debido a la aplicación de la carga.

Como alternativa a los parámetros RR y CR se hace referencia al módulo edométrico M ; pero en tal caso se debe seleccionar oportunamente el valor del módulo a utilizar, teniendo en cuenta el intervalo tensional ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v$) significativo para el problema en examen.

Para la aplicación correcta de este tipo de método es necesario:

- la subdivisión de los estratos compresibles en una serie de pequeños estratos de modesto espesor (< 2.00 m);
- la estimación del módulo edométrico en el ámbito de cada estrato;
- el cálculo del asiento como suma de las contribuciones para cada pequeño estrato

Muchos usan las expresiones antes indicadas para el cálculo del asentamiento de consolidación tanto para las arcillas como para las arenas de granulometría de fina a media, porque el módulo de elasticidad usado viene tomado directamente de pruebas de consolidación. Sin embargo, para terrenos con grano más grueso las dimensiones de las

pruebas edométricas son poco significativas del comportamiento global del estrato y, para las arenas, es preferible utilizar pruebas penetrométricas estáticas y dinámicas.

Asiento secundario

El asiento secundario se calcula con referencia a la relación:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

Donde:

H_c es la altura del estrato en fase de consolidación;

C_α es el coeficiente de consolidación secundaria como pendiente en el tramo secundario de la curva *asiento-logaritmo tiempo*;

T tiempo en que se desea el asiento secundario;

T_{100} tiempo necesario para terminar el proceso de consolidación primaria.

ASIENTOS DE SCHMERTMANN

Un método alternativo para calcular los asientos es el propuesto por Schmertmann (1970), el cual ha correlaciona la variación del bulbo tensiones a la deformación. Schmertmann por lo tanto propone considerar un diagrama de las deformaciones de forma triangular donde la profundidad a la cual se tienen deformaciones significativas se toma como igual a $4B$, en el caso de cimentaciones corridas, para cimentaciones cuadradas o circulares es igual a $2B$.

Según este acercamiento el asiento se expresa con la siguiente ecuación:

$$w = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \sum \frac{I_z \cdot \Delta z}{E}$$

En la cual:

Δq representa la carga neta aplicada a la cimentación;

I_z es un factor de deformación cuyo valor es nulo a la profundidad de $2B$, para cimentaciones circulares o cuadradas, y a profundidad $4B$, para cimentaciones corridas (lineales).

El valor máximo de I_z se verifica a una profundidad respectivamente igual a:

$B/2$ para cimentaciones circulares o cuadradas

B para cimentaciones corridas

y vale

$$I_{z\max} = 0.5 + 0.1 \cdot \left(\frac{\Delta q}{\sigma'_{vi}} \right)^{0.5}$$

donde σ'_{vi} representa la tensión vertical eficaz a la profundidad $B/2$ para cimentaciones circulares o cuadradas, y a profundidad B para cimentaciones corridas.

E_i representa el módulo de deformación del terreno correspondiente al estrato **i-ésimo** considerado en el cálculo;

Δz_i representa el espesor del estrato **i-ésimo**;

C_1 e C_2 son dos coeficientes correctores.

El módulo E se considera igual a $2.5 q_c$ para cimentaciones circulares o cuadradas e igual a $3.5 q_c$ para cimentaciones corridas. En los casos intermedios, se interpola en función del valor de L/B .

El término q_c que interviene en la determinación de E representa la resistencia a la puntaza obtenida con la prueba CPT. Las expresiones de los dos coeficientes C_1 y C_2 son:

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\Delta q} > 0.5$$

que toma en cuenta la profundidad del plano de cimentación.

$$C_2 = 1 + 0.2 \cdot \log \frac{t}{0.1}$$

que toma en cuenta las deformaciones diferidas en el tiempo por efecto secundario.

En la expresión t representa el tiempo, expresado en años después de haber terminado la construcción, de acuerdo con el cual se calcula el asentamiento.

ASIENTOS DE BURLAND Y BURBIDGE

Si acaso se dispone de datos obtenidos de pruebas penetrométricas dinámicas para calcular los asentamientos, es posible fiarse del método de Burland y Burbidge (1985), en el cual se correlaciona un índice de compresibilidad I_c al resultado N de la prueba penetrométrica dinámica. La expresión del asiento propuesta por los autores es la siguiente:

$$S = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \right]$$

Donde:

q' = presión eficaz bruta;

σ'_{v0} = tensión vertical eficaz a la cota de impuesto de la cimentación;

B = ancho de la cimentación;

I_c = índice de compresibilidad;

f_s , f_H , f_t = factores correctores que toman en cuenta respectivamente la forma, el espesor del estrato compresible y el tiempo, para el componente viscoso.

El índice de compresibilidad I_c está legado al valor medio N_{AV} de N_{spt} al interno de una profundidad significativa z :

$$I_c = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Por cuanto respecta a los valores de N_{spt} a utilizar en el cálculo del valor medio N_{AV} , hay que precisar que los valores se deben corregir para arenas con componentes limosos debajo del nivel freático y $N_{spt} > 15$, según la indicación de Terzaghi y Peck (1948)

$$N_c = 15 + 0.5 (N_{spt} - 15)$$

Donde N_c es el valor correcto a usar en los cálculos.

Para depósitos gravosos arenosos-gravosos el valor corregido es igual a:

$$N_c = 1.25 N_{spt}$$

Las expresiones de los factores correctores f_s , f_H y f_t son respectivamente:

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot L / B}{L / B + 0.25} \right)^2$$

$$f_H = \frac{H}{z_i} \left(2 - \frac{H}{z_i} \right)$$

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right)$$

Con

t = tiempo en años > 3 ;

R_3 = constante igual a 0.3 para cargas estáticas y 0.7 para cargas dinámicas; $R = 0.2$ en el caso de cargas estáticas y 0.8 para cargas dinámicas.

Cálculo de la capacidad de carga en zapatas corridas

DATOS GENERALES

Acción sísmica	D.M. 88/96
Anchura cimentación	0.5 m
Longitud cimentación	3.0 m
Profundidad plano de cimentación	0.5 m
Altura de empotramiento	0.5 m
Profundidad nivel freático	4.3

ESTRATIGRAFÍA TERRENO

Corr: Parámetros con factor de corrección (TERZAGHI)

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams: Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. primaria; Cs: Coef. consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
0.5	15.59	18.53	28.83	28.83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.0	0.0
3.6	18.53	18.63	0.0	0	0.0	0.0	56.88	7619.77	9524.71	0.0	0.0	0.0
0.6	16.97	18.83	30.0	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0
2.4	18.53	18.63	0.0	0	0.0	0.0	56.88	7619.77	9524.71	0.0	0.0	0.0
1.2	16.38	18.73	29.5	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.0	0.0
1.2	18.83	19.22	31.96	31.96	0.0	0.0	0.0	15455.28	9720.35	0.32	0.0	0.0
0.6	20.5	22.56	0.0	0	0.0	0.0	125.53	16867.44	16867.44	0.0	0.0	0.0

Cargas de proyecto actuantes en cimentación

Nr.	Nombre combinación	Presión normal de proyecto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carga última	110.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servicio

Sismo + Coef. parciales parámetros geotécnicos terrenos + Resistencias

Nr	Corrección sísmica	Tangente ángulo de resistencia al corte	Cohesión efectiva	Cohesión sin drenaje	Peso específico en cimentación	Peso específico cobertura	Coef. Red. Cap. de carga vertical	Coef. Red. Cap. de carga horizontal
1	No	1	1	1	1	1	3	3

CARGA ÚLTIMA CIMENTACIÓN COMBINACIÓN...Carga última

Autor: TERZAGHI (1955)

Carga última [Qult]	332.01 kN/m²
Resistencia de proyecto[Rd]	110.67 kN/m²
Tensión [Ed]	110.67 kN/m²
Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	3.0
Condición de comprobación [Ed<=Rd]	Comprobado

COEFICIENTE DE ASENTAMIENTO BOWLES (1982)

Costante di Winkler 13280.44 kN/m³

Carga última

Autore: TERZAGHI (1955) (Condición no drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.7
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	1.0
Factor forma [Sg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	332.01 kN/m²
Resistencia de proyecto	110.67 kN/m²

Condición de comprobación [Ed<=Rd] Comprobado

ASIENTOS POR ESTRATO

*Asiento edométrico calculado con: Método consolidación unidimensional de Terzaghi

Presión normal de proyecto	110.67 kN/m²
Asientos después de T años	15.0
Asiento total	0.63 cm

Z: Profundidad promedio del estrato; Dp: Incremento de tensiones; Wc: Asiento de consolidación; Ws: Asiento secundario (deformaciones viscosas); Wt: Asiento total.

Estrato	Z (m)	Tensión (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.3	41.149	14.873	Edométrico	0.56	--	0.56

ASIENTOS ELÁSTICOS

Presión normal de proyecto	110.67 kN/m ²
Espesor del estrato	5.0 m
Profundidad substrato rocoso	10.0 m
Módulo elástico	7619.77 kN/m ²
Coefficiente de Poisson	0.25

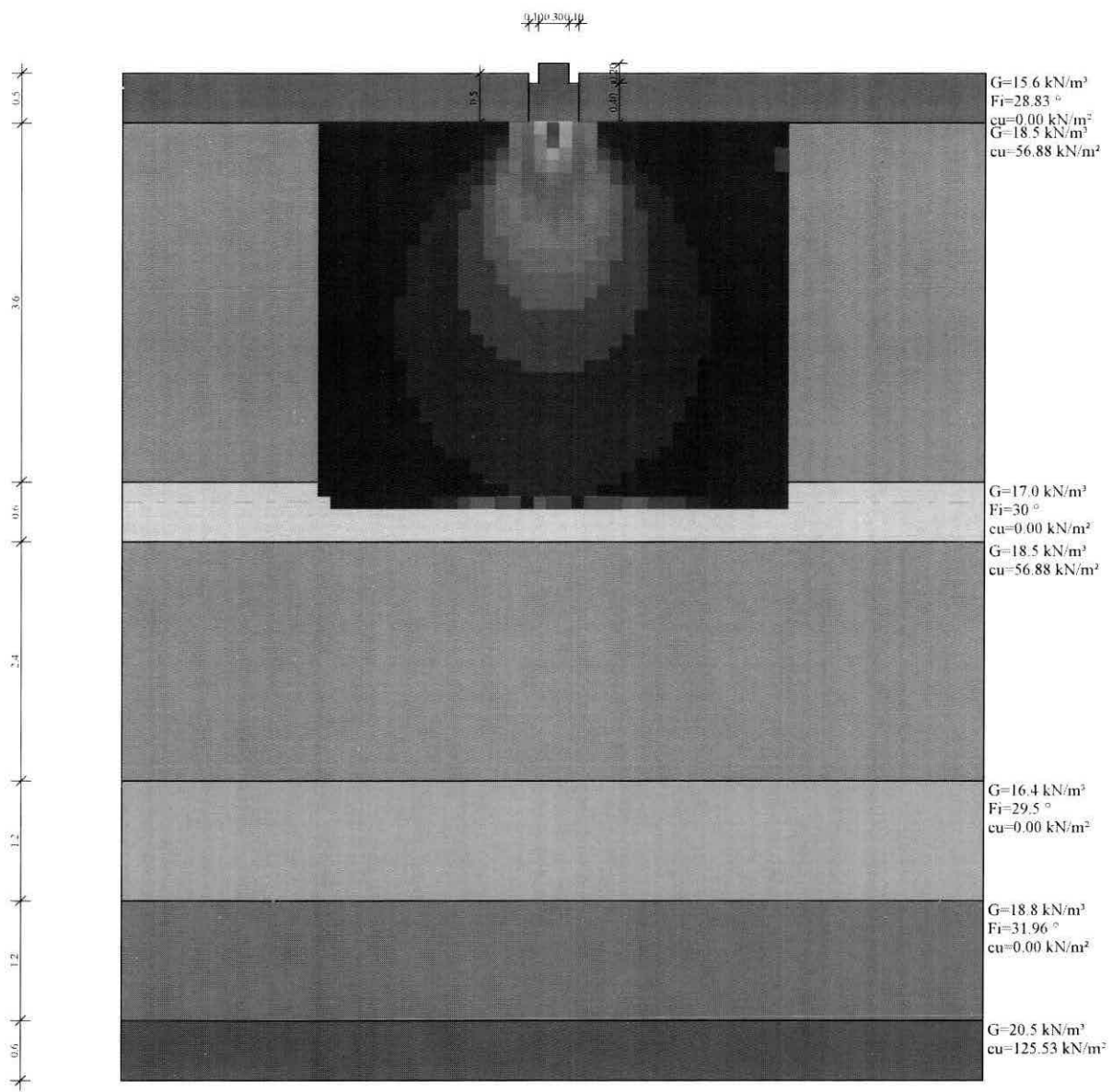
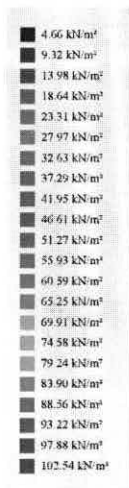
Coefficiente de influencia I1	0.92
Coefficiente de influencia I2	0.05
Coefficiente de influencia Is	0.96

Asiento al centro de la cimentación	9.44 mm
-------------------------------------	---------

Coefficiente de influencia I1	0.77
Coefficiente de influencia I2	0.08
Coefficiente de influencia Is	0.82
Asiento al borde	4.06 mm

ASIENTOS BURLAND E BURBIDGE

Presión normal de proyecto	110.67 kN/m ²
Tiempo	15.0
Profundidad significativa Zi (m)	1.239
Promedio valores Nspt al interno de Zi	11.08333
Factor de forma Fs	1.44
Factor estrato comprimible fh	1
Factor tiempo ft	1.44
Índice de compresión	0.059
Asiento	7.916 mm



Cálculo de la capacidad de carga en zapatas aisladas

DATOS GENERALES

Acción sísmica	D.M. 88/96
Anchura cimentación	1.0 m
Longitud cimentación	1.0 m
Profundidad plano de cimentación	0.6 m
Altura de empotramiento	0.6 m
Profundidad nivel freático	4.3

ESTRATIGRAFÍA TERRENO

Corr: Parámetros con factor de corrección (TERZAGHI)

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams: Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. primaria; Cs: Coef. consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
0.6	15.59	18.53	28.83	28.83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.0	0.0
3.6	18.53	18.63	0.0	0	0.0	0.0	56.8786	7619.77	9524.71	0.0	0.0	0.0
0.6	16.97	18.83	30.0	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0
2.4	18.53	18.63	0.0	0	0.0	0.0	56.8786	7619.77	9524.71	0.0	0.0	0.0
1.2	16.38	18.73	29.5	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.0	0.0
1.2	18.83	19.22	31.96	31.96	0.0	0.0	0.0	15455.2 8	9720.35	0.32	0.0	0.0
0.6	20.5	22.56	0.0	0	0.0	0.0	125.525 1	16867.4 4	16867.4 4	0.0	0.0	0.0

Cargas de proyecto actuantes en cimentación

Nr.	Nombre combinación	Presión normal de proyecto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carga última	143.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servicio

Sismo + Coef. parciales parámetros geotécnicos terrenos + Resistencias

Nr	Corrección sísmica	Tangente ángulo de resistencia al corte	Cohesión efectiva	Cohesión sin drenaje	Peso específico en cimentación	Peso específico cobertura	Coef. Red. Cap. de carga vertical	Coef. Red. Cap. de carga horizontal
1	No	1	1	1	1	1	3	3

CARGA ÚLTIMA CIMENTACIÓN COMBINACIÓN...Carga última
Autor: TERZAGHI (1955)

Carga última [Qult]	430.83 kN/m²
Resistencia de proyecto [Rd]	143.61 kN/m²
Tensión [Ed]	143.61 kN/m²
Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	3.0
Condición de comprobación [Ed<=Rd]	Comprobado

COEFICIENTE DE ASENTAMIENTO BOWLES (1982)

Costante di Winkler	17233.03 kN/m³
---------------------	----------------

Carga última

Autore: TERZAGHI (1955) (Condición no drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.7
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	1.3
Factor forma [Sg]	0.8
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	430.83 kN/m ²
Resistencia de proyecto	143.61 kN/m ²

Condición de comprobación [Ed<=Rd] Comprobado

ASIENTOS POR ESTRATO***Asiento edométrico calculado con: Método consolidación unidimensional de Terzaghi**

Presión normal de proyecto	143.61 kN/m ²
Asientos después de T años	15.0
Asiento total	0.72 cm

Z: Profundidad promedio del estrato; Dp: Incremento de tensiones; Wc: Asiento de consolidación; Ws:Asiento secundario (deformaciones viscosas); Wt: Asiento total.

Estrato	Z (m)	Tensión (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.4	42.718	17.525	Edométrico	0.66	--	0.66

ASIENTOS ELÁSTICOS

Presión normal de proyecto	143.61 kN/m ²
Espesor del estrato	5.0 m
Profundidad substrato rocoso	10.0 m
Módulo elástico	6252.72 kN/m ²
Coefficiente de Poisson	0.34

Coefficiente de influencia I1	0.5
Coefficiente de influencia I2	0.02
Coefficiente de influencia Is	0.51

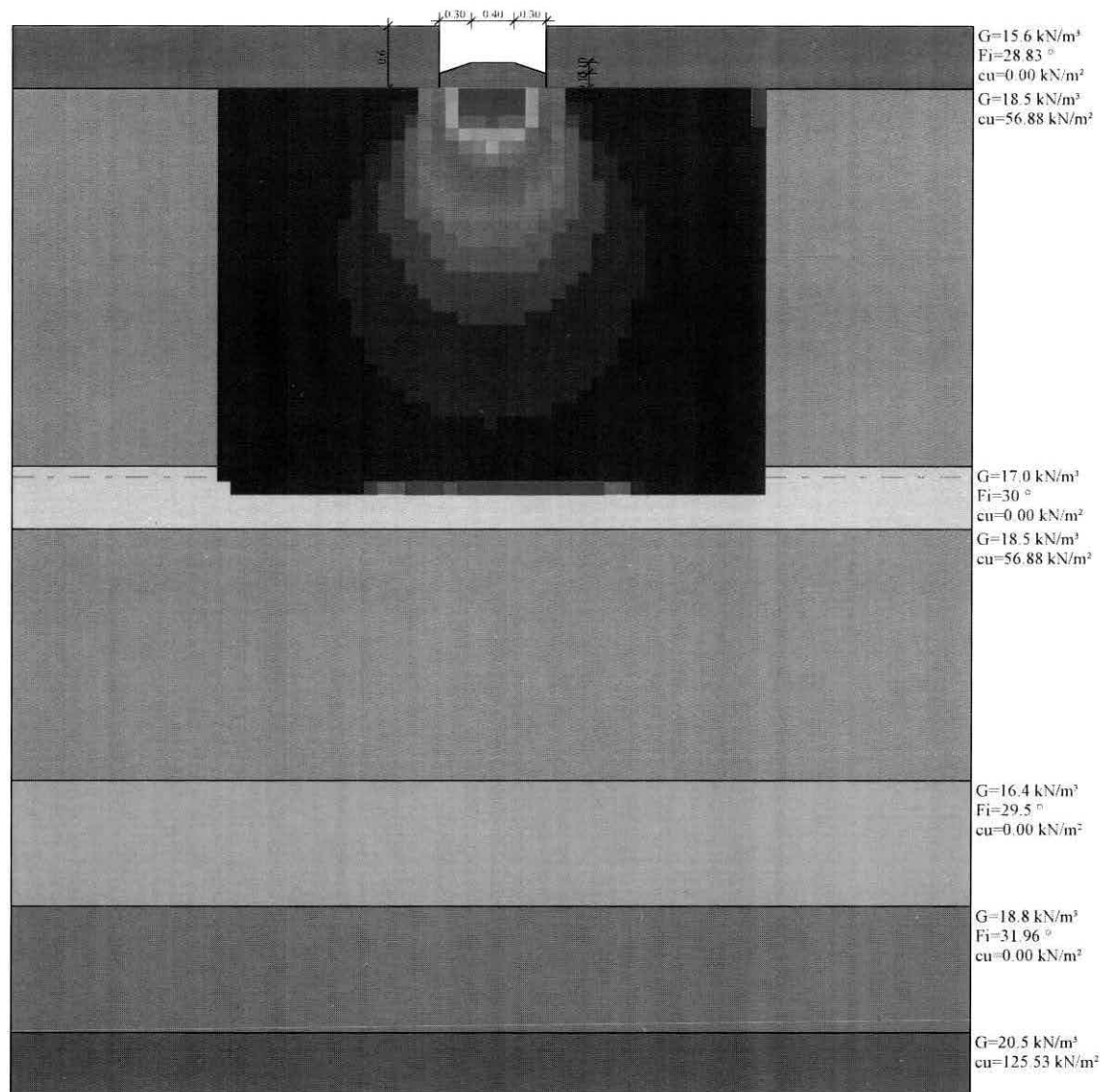
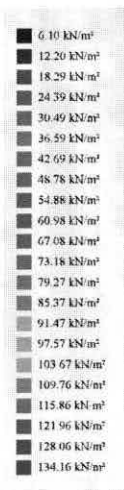
Asiento al centro de la cimentación	14.24 mm
-------------------------------------	----------

Coefficiente de influencia I1	0.44
Coefficiente de influencia I2	0.03
Coefficiente de influencia Is	0.45
Asiento al borde	6.36 mm

ASIENTOS BURLAND E BURBIDGE

Presión normal de proyecto	143.61 kN/m ²
Tiempo	15.0
Profundidad significativa Zi (m)	1.453
Promedio valores Nspt al interno de Zi	11.08333

Factor de forma F_s	1
Factor estrato comprimible f_h	1
Factor tiempo f_t	1.44
Índice de compresión	0.059
Asiento	11.632 mm



Relación de cálculo

Definición

Por talud se entiende una porción de vertiente natural cuyo perfil original ha sido modificado con intervenciones artificiales relevantes con respecto a la estabilidad. Por derrumbe se entiende una situación de inestabilidad que concierne vertientes naturales y comprende considerables espacios de terreno.

Introducción al análisis de estabilidad

Para resolver un problema de estabilidad es necesario tener en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras tienen que ver con el equilibrio, mientras que los vínculos describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas ya que los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas. En la mayor parte de los casos nos encontramos con suelos que además de saturados, son también bifase, lo que vuelve notoriamente complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio. Además es prácticamente imposible definir una ley constitutiva de validez general, ya que los terrenos presentan un comportamiento no-lineal y aún en caso de pequeñas deformaciones, son anisótropos y su comportamiento depende no solo del esfuerzo desviador, sino también del normal. Para enfrentar estas dificultades se introducen hipótesis que ayuden a simplificar:

1. Se usan leyes constitutivas simplificadas: modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del suelo se expresa únicamente con los parámetros cohesión (c) y ángulo de rozamiento (ϕ), constantes para el terreno y característicos del estado plástico. Por tanto, se considera válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
2. En algunos casos se satisfacen solo en parte las ecuaciones de equilibrio.

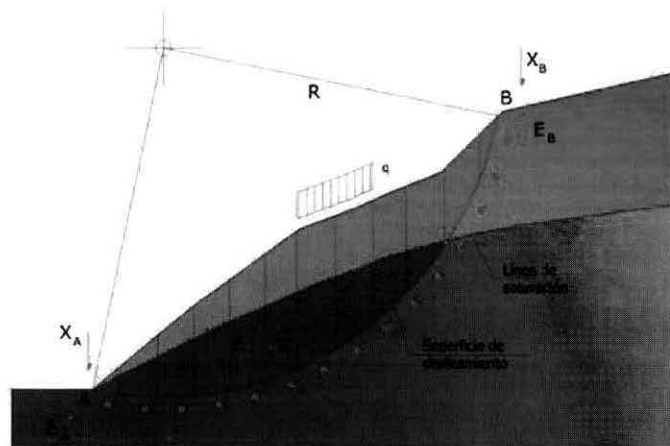
Método del equilibrio límite (LEM)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible (τ_f), calculada según el criterio de rotura de Coulomb: De tal comparación deriva la primera indicación de estabilidad, con el coeficiente de seguridad:

$$F = \tau_f / \tau$$

Entre los métodos del equilibrio último hay algunos que consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman) mientras que otros, por falta de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas y consideran el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbu, etc.).

A continuación se discuten los métodos del equilibrio último de las rebanadas.



Método de las rebanadas

La masa susceptible al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de rebanadas es igual a n , el problema presenta las siguientes incógnitas:

- n valores de las fuerzas normales N_i en la base de cada rebanada
- n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T
- $(n-1)$ fuerzas normales E_i en la conexión de las rebanadas
- $(n-1)$ fuerzas tangenciales X_i en la conexión de las rebanadas
- n valores de la coordenada del punto de aplicación de las E_i
- $(n-1)$ valores de la coordenada del punto de aplicación de las X_i
- una incógnita constituida por el factor de seguridad F .

En total las incógnitas son $(6n-2)$.

Mientras las ecuaciones a disposición son:

- ecuaciones de equilibrio de momentos n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal n
- ecuaciones del criterio de rotura n

Total número de ecuaciones $4n$

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

El grado de indeterminación se reduce a $(n-2)$. Al asumir que N_i se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales están distribuidas uniformemente.

Los diferentes métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las $(n-2)$ indeterminaciones.

Método de Fellenius (1927)

Con este método (válido solo para superficies de deslizamiento circulares) se pasan por alto las fuerzas entre las franjas, por lo tanto las incógnitas se reducen a:

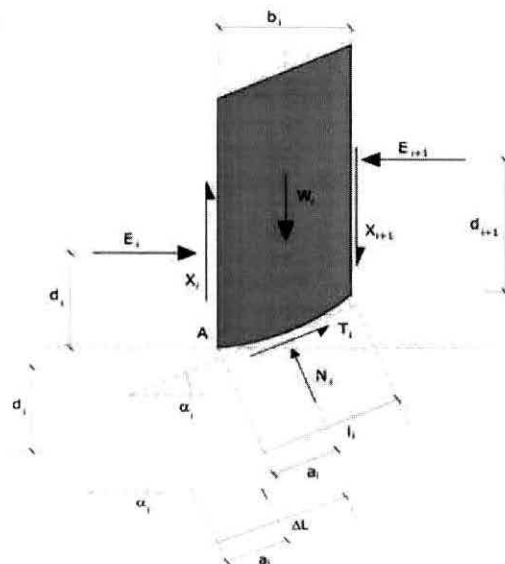
- n valores de las fuerzas normales N_i ;
- n valores de las fuerzas de corte T_i ;
- 1 factor de seguridad.

Incógnitas $(2n+1)$.

Las ecuaciones disponibles son:

- n ecuaciones de equilibrio traslación vertical;
- n ecuaciones del criterio de rotura;
- ecuación de equilibrio de momentos global.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



Esta ecuación es fácil de resolver pero se ha visto que da resultados conservadores (factores de seguridad bajos) especialmente para superficies profundas.

Método de Bishop (1955)

Con este método se toman en cuenta todas las fuerzas actuantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.

Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio de rotura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Los valores de F y de ΔX que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema.

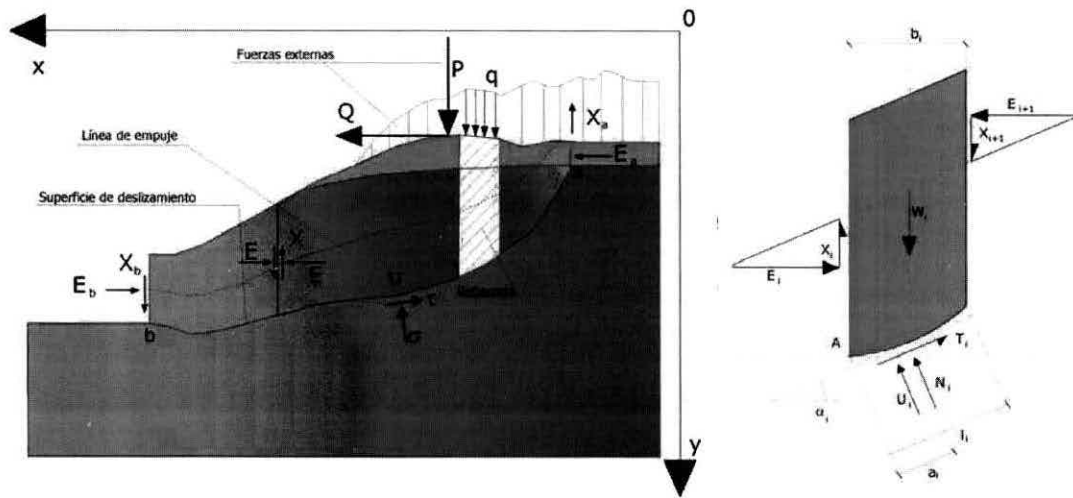
Como primer aproximación conviene plantear $\Delta X = 0$ e iterar para el cálculo del factor de seguridad. Este procedimiento se conoce como método de **Bishop ordinario** y los errores con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

Método de Janbu (1967)

Janbu extendió el método de Bishop a superficies de deslizamiento de cualquier forma.

Cuando se tratan superficies de deslizamiento de cualquier forma el brazo de las fuerzas cambia (en el caso de las superficies circulares queda constante e igual al radio), por este motivo es mejor valorar la ecuación del momento respecto al ángulo de cada bloque.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



Acciones en la i-ésima rebanada según las hipótesis de Janbu y representación de la totalidad de la masa

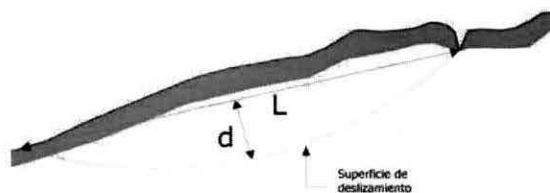
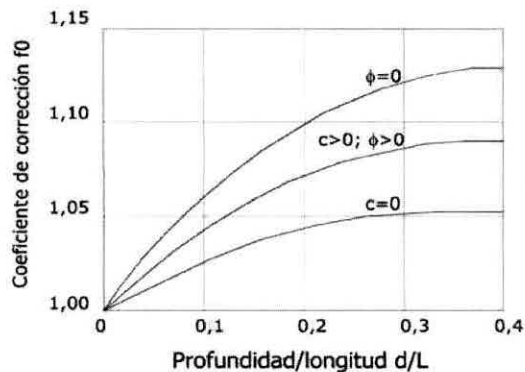
Asumiendo $\Delta X = 0$ se obtiene el método ordinario.

Janbu propuso además un método para la corrección del factor de seguridad obtenido con el método ordinario según lo siguiente:

$$F_{\text{corregido}} = f_0 \cdot F$$

Donde f_0 depende de la geometría y de los parámetros geotécnicos y esto se puede encontrar en tablas y gráficos.

Esta corrección es muy confiable para taludes poco inclinados.



Método de Bell (1968)

Las fuerzas agentes sobre el cuerpo resbaladizo incluyen el peso efectivo del terreno, W , las fuerzas sísmicas pseudo estáticas horizontales y verticales $K_X W$ y $K_Z W$, las fuerzas horizontales y verticales X y Z aplicadas externamente al perfil del talud, en fin, el resultado de los esfuerzos totales normales y de corte, σ e τ agentes en la potencial superficie de deslizamiento.

El esfuerzo total normal puede incluir un exceso de presión de los poros u que se debe especificar con la introducción de los parámetros de fuerza eficaz.

Prácticamente este método se puede considerar como una extensión del método del círculo de rozamiento en secciones homogéneas anteriormente descrito por Taylor.

De acuerdo con la ley de la resistencia de Mohr-Coulomb en términos de tensión efectiva, la fuerza de corte agente en la base de la i -ésima rebanada está dada por:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

Donde:

F = factor de seguridad;

c_i = cohesión eficaz (o total) en la base de la i -ésima rebanada;

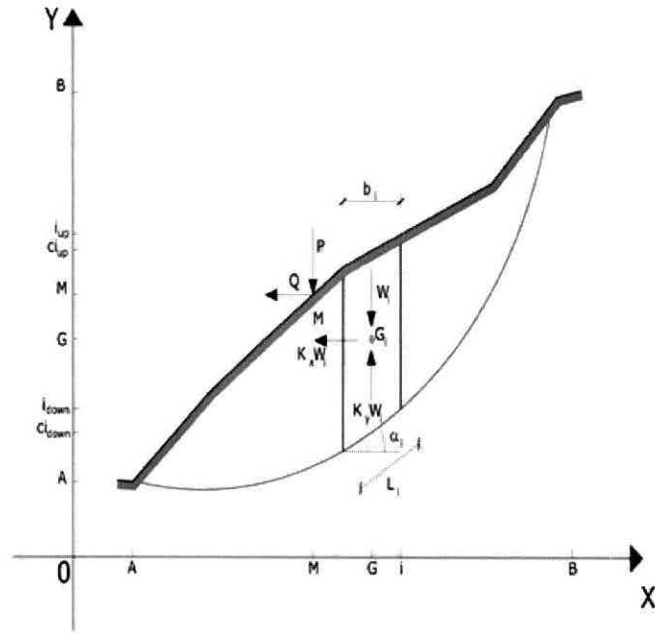
Φ_i = ángulo de rozamiento eficaz (= 0 con la cohesión total) en la base de la i -ésima rebanada;

L_i = longitud de la base de la i -ésima rebanada;

u_{ci} = presión de los poros en el centro de la base de la i -ésima rebanada.

El equilibrio se da igualando a cero la suma de las fuerzas horizontales, la suma de las fuerzas verticales y la suma de los momentos con respecto al origen.

Se adopta la siguiente asunción en la variación de la tensión normal agente en la potencial superficie de deslizamiento:



$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

Donde el primer término de la ecuación incluye la expresión:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valor del esfuerzo normal total asociado al método ordinario de las rebanadas}$$

El segundo término de la ecuación incluye la función:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Donde x_0 y x_n son, respectivamente, las abscisas del primer y del último punto de la superficie de deslizamiento, mientras x_{ci} representa la abscisa del punto medio de la base de la i -ésima rebanada.

Una parte sensible de reducción del peso asociada a una aceleración vertical del terreno K_z g se puede transmitir directamente a la base y esto se incluye en el factor $(1 - K_z)$.

El esfuerzo normal total en la base de una rebanada está dado por:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La solución de las ecuaciones de equilibrio se consigue resolviendo un sistema lineal de tres ecuaciones, las cuales se obtienen multiplicando las ecuaciones de equilibrio por el factor de seguridad F , sustituyendo la expresión de N_i y multiplicando cada término de la cohesión por un coeficiente arbitrario C_3 . Con el fin de iniciar una solución iterativa, se puede usar cualquier par de valores del factor de seguridad dentro de una estimación físicamente razonable. El número necesario de iteraciones depende tanto de la estimación inicial como de la precisión deseada para la solución; normalmente el proceso converge rápidamente.

Método de Sarma (1973)

El método de Sarma es un simple pero esmerado método para el análisis de estabilidad de taludes que permite determinar la aceleración sísmica horizontal necesaria para que la masa de terreno, delimitada por la superficie de deslizamiento y por el perfil topográfico, alcance el estado de equilibrio límite (aceleración crítica K_C) y, al mismo tiempo, permite obtener el factor de seguridad obtenido como con los otros métodos comunes de la geotecnia.

Se trata de un método basado en el principio del equilibrio límite y de las franjas. Por lo tanto se considera el equilibrio de una masa potencial de terreno en deslizamiento subdividida en n franjas verticales de espesor suficientemente pequeño como para asumir que el esfuerzo normal N_i obra en el punto medio de la base de la franja.

Las ecuaciones a considerar son:

- La ecuación de equilibrio en la traslación horizontal de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio en la traslación vertical de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio de momentos.

Condiciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = K W_i + \Delta E_i$$

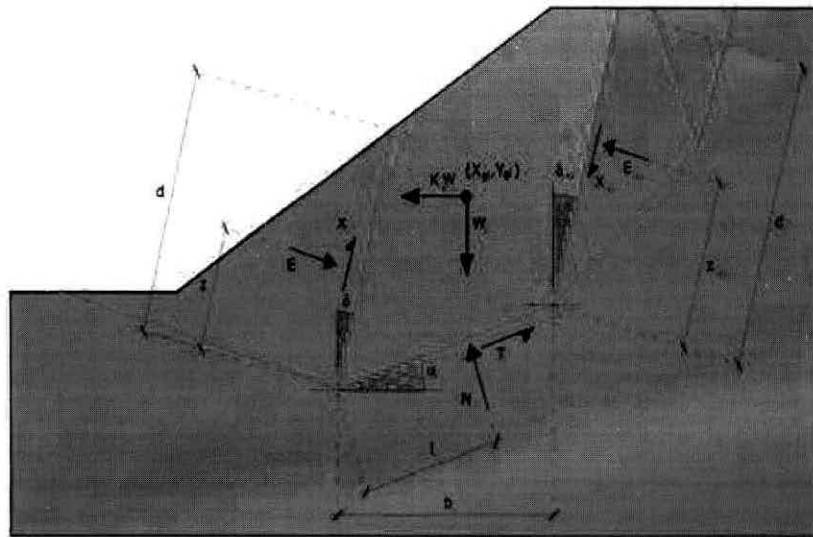
Además se asume que en ausencia de fuerzas externas en la superficie libre se tiene:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

Donde E_i y X_i representan, respectivamente, las fuerzas horizontales y verticales en la i -ésima cara de la rebanada genérica i .

La ecuación de equilibrio de momentos se escribe seleccionando como punto de referencia el baricentro del cúmulo; de manera que, después de haber efectuado una serie de posiciones y transformaciones trigonométricas y algebraicas, en el método de Sarma la solución del problema se obtiene resolviendo dos ecuaciones:



Acciones en la i-ésima rebanada, método de Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + (x_i' - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Pero el enfoque de solución, en este caso, está completamente invertido: el problema en efecto requiere encontrar un valor de K (aceleración sísmica) correspondiente a un determinado factor de seguridad; y en particular, encontrar el valor de la aceleración K correspondiente al factor de seguridad $F = 1$, o sea la aceleración crítica.

Se tiene por lo tanto:

$$K = K_c \quad \text{Aceleración crítica si } F = 1$$

$$F = F_s \quad \text{Factor de seguridad en condiciones estáticas si } K = 0$$

La segunda parte del problema del Método de Sarma es encontrar una distribución de fuerzas internas X_i y E_i tal que permita verificar el equilibrio de la rebanada y el equilibrio global del macizo, sin violar el criterio de rotura.

Se ha encontrado que una solución aceptable al problema se puede obtener asumiendo la siguiente distribución de las fuerzas X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

Donde Q_i es una función conocida, donde se toman en cuenta los parámetros geotécnicos promedio en la i -ésima cara de la rebanada i , y λ representa una incógnita.

La solución completa del problema se obtiene por lo tanto, después de algunas iteraciones, con los valores de K_c , λ y F , que permiten obtener también la distribución de las fuerzas entre las franjas.

Método de Spencer (1967)

El método se basa en el supuesto de que:

1. Las fuerzas de conexión a lo largo de las superficies de división de cada rebanada están orientadas paralelamente entre sí e inclinadas con respecto a la horizontal de un ángulo θ ;
2. Todos los momentos son nulos $M_i = 0 \quad i=1, \dots, n$.

Básicamente el método satisface todas las ecuaciones de la estática y equivale al método de Morgenstern y Price cuando la función $f(x) = 1$.

Imponiendo el equilibrio de momentos respecto al centro del arco descrito por la superficie de deslizamiento se tiene:

$$\sum Q_i R \cos(b_i - \theta) = 0$$

Donde:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\tan \alpha}{F_s} - W \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + \tan \phi \tan(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

fuerza de interacción entre las rebanadas;

R = radio del arco circular;

θ = ángulo de inclinación de la fuerza Q_i respecto a la horizontal.

Imponiendo el equilibrio de las fuerzas horizontales y verticales se obtiene respectivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \sin \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Asumiendo las fuerzas Q_i paralelas entre sí, se puede también escribir:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

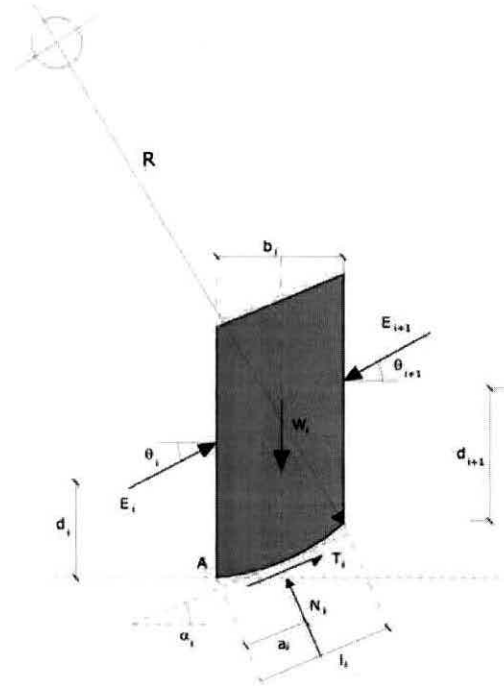
El método propone el cálculo de dos coeficientes de seguridad: el primero (F_{sm}) se obtiene de 1), ligado al equilibrio de momentos; el segundo (F_{sf}) de 2) ligado al equilibrio de fuerzas. En práctica se procede resolviendo la 1) y la 2) para un intervalo dado de valores del ángulo θ , considerando como valor único del coeficiente de seguridad aquel para el cual se obtiene:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

Método de Morgenstern y Price (1965)

Se establece una relación entre los componentes de las fuerzas de interconexión de tipo $X = \lambda f(x)E$, donde λ es un factor de escala y $f(x)$ es la función de la posición de E y de X que define una relación entre las variaciones de la fuerza X y de la fuerza E dentro la masa deslizante. La función $f(x)$ se escoge arbitrariamente (constante, senoide, semisenoide, trapecio, fraccionada) e influye poco sobre el resultado, pero se debe verificar que los valores obtenidos de las incógnitas sean físicamente aceptables.

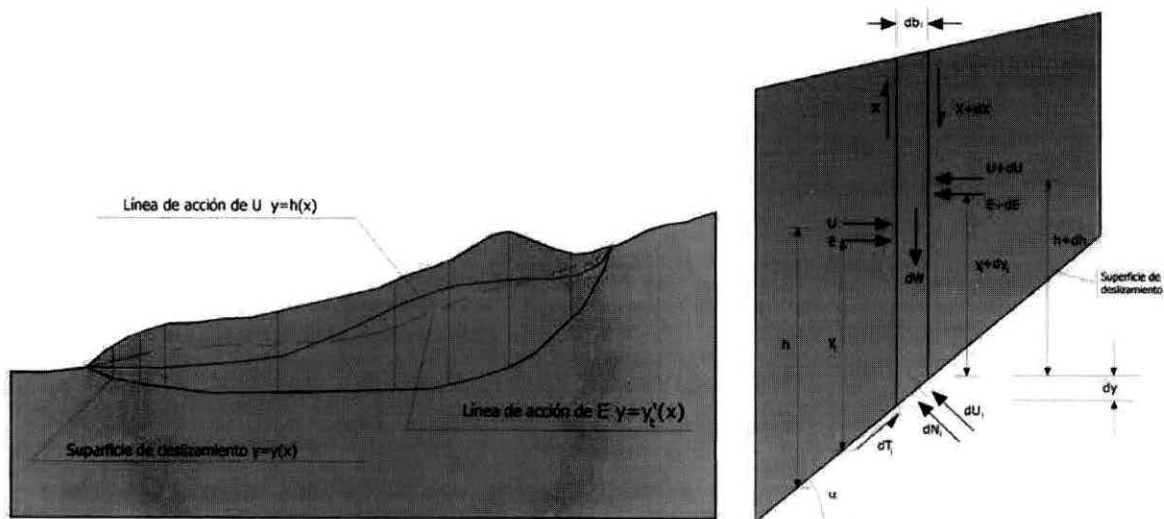
La particularidad del método es que la masa se subdivide en franjas infinitesimales, a las cuales se aplican las ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical y de rotura en la base de las franjas. Se llega a una primer ecuación



diferencial que une las fuerzas de conexión incógnitas E , X , el coeficiente de seguridad F_s , el peso de la franja infinitésima dW y el resultado de las presiones neutras en la base dU .

Se obtiene la llamada “**ecuación de las fuerzas**”:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Acciones en la i-ésima rebanada según las hipótesis de Monger y Price y representación del conjunto

Una segunda ecuación, llamada “**ecuación de los momentos**”, se escribe imponiendo la condición de equilibrio a la rotación respecto a la base:

$$X = \frac{d(E\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

Estas dos ecuaciones se extienden por integración a toda la masa deslizante.

El método de cálculo satisface todas las ecuaciones de equilibrio y se aplica a superficies de cualquier forma, pero implica necesariamente el uso de un ordenador.

Método de Zeng y Liang (2002)

Con Zeng y Liang se efectuaron una serie de análisis paramétricos en un modelo bidimensional, desarrollado según los elementos finitos, que recrea el caso de pilotes en un terreno en movimiento (drilled shafts). El modelo bidimensional reproduce una franja de terreno de espesor 1 y supone que el fenómeno se da en condiciones de deformación plana en dirección paralela al eje de los pilotes.

Dicho modelo ha sido utilizado para investigar la influencia que tienen en la formación del efecto arco, algunos parámetros como el interje entre pilotes, el diámetro y la forma de los mismos y las propiedades mecánicas del suelo. En la relación entre interjees y el diámetro de los pilotes (s/d), los autores identifican el parámetro adimensional determinante en la formación del efecto arco.



EPGC

Realización de sondeos mediante la ejecución de la prueba de penetración estándar (SPT).

Foto 1

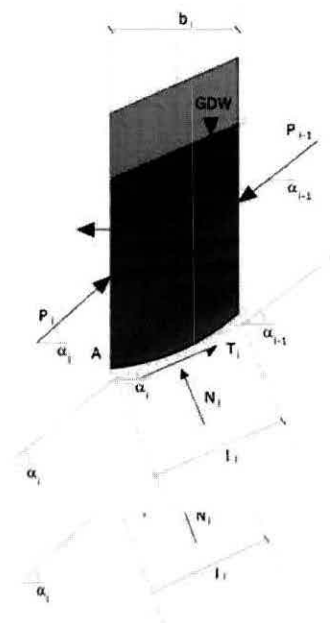
El problema resulta ser estáticamente indeterminado, con un grado de indeterminación igual a $(8n-4)$, sin embargo es posible obtener una solución reduciendo el número de incógnitas y asumiendo hipótesis simplificadoras, con el fin de determinar el problema. Los supuestos que determinan el problema son:

- K_y se asumen como horizontales con el fin de reducir el número total de incógnitas de $(n-1)$ a $(7n-3)$;
- Las fuerzas normales en la base de la banda actúan en el punto medio, reduciendo las incógnitas de n a $(6n-3)$;
- La posición de los empujes laterales está a un tercio de la altura promedio de la interrebanada y reduce las incógnitas de $(n-1)$ a $(5n-2)$;
- Las fuerzas (P_{i-1}) y P_i se asumen como paralelas a la inclinación de la base de la franja (α_i) , reduciendo el número de incógnitas de $(n-1)$ a $(4n-1)$;
- Se asume un único límite elástico para todas las franjas, reduciendo las incógnitas de (n) a $(3n-1)$.

El número total de incógnitas se reduce por lo tanto a $(3n)$ y para calcularlas se usa el factor de transferencia de carga. Además se debe tener en cuenta que la fuerza de estabilización transmitida al terreno en el lado externo de los pilotes se reduce en una cantidad R , llamado factor de reducción, calculado como a continuación:

$$R = \frac{l}{s/d} + \left(1 - \frac{l}{s/d}\right) \cdot R_p$$

El factor R depende por lo tanto del cociente entre el interje de los pilotes y el diámetro de los mismos y del factor R_p que toma en cuenta el efecto arco.



Estimación de la acción sísmica

Para verificar la estabilidad de taludes con acción sísmica se usa el método pseudo-estático. Para terrenos que con una carga cíclica puedan desarrollar presiones intersticiales elevadas, se considera un aumento porcentual de las presiones neutras que toma en cuenta este factor de pérdida de resistencia.

Para evaluar la acción sísmica se consideran las siguientes fuerzas:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Donde:

- F_H y F_V son, respectivamente, el componente horizontal y vertical la fuerza de inercia aplicada al baricentro de la rebanada;
- W peso de la rebanada;
- K_x coeficiente sísmico horizontal;
- K_y coeficiente sísmico vertical.

Búsqueda de la superficie de deslizamiento crítica

En presencia de suelos homogéneos no se dispone de métodos para individuar la superficie de deslizamiento crítica y se debe examinar un elevado número de superficies potenciales.

En caso de superficies de forma circular la búsqueda se hace más sencilla, ya que después de haber colocado una malla centros de m líneas y n columnas, se examinan todas las superficies cuyo centro sea el nudo genérico de la malla $m \times n$ con radio variable dentro un determinado rango de valores, de forma tal que se examinan superficies cinemáticamente admisibles.

Estabilidad de taludes utilizando pilotes

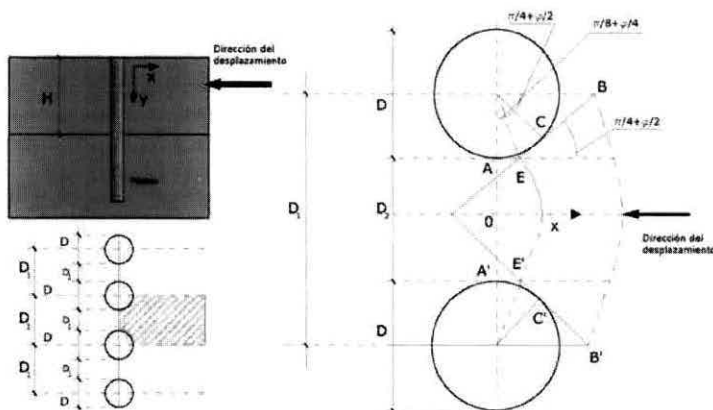
Los pilotes ayudan a aumentar la resistencia al corte en ciertas superficies de deslizamiento. La operación puede ser el resultado de una estabilidad ya establecida, donde se conoce la superficie de deslizamiento, o bien de forma preventiva, se puede proyectar según hipotéticas superficies de rotura que responsablemente, se asumen como las más probables. En ambos casos, se opera considerando una masa de terreno en movimiento sobre un cúmulo estable en el cual se atesta la alineación de pilotes.

El terreno de ambas zonas tiene una influencia distinta sobre el elemento uniaxial (pilote): sollicitaciones en la parte superior (pilote pasivo – terreno activo) y resistencia en la zona inferior (pilote activo – terreno pasivo). De esta interferencia, entre “barrera” y masa en movimiento derivan las acciones estabilizadoras, las cuales deben perseguir los siguientes objetivos:

1. conferir al talud un coeficiente de seguridad mayor del que posee;
2. ser absorbidas por la estructura garantizando su integridad (las tensiones internas, derivadas de las sollicitaciones máximas transmitidas a las diferentes secciones de cada pilote, deben ser inferiores a las admisibles del suelo) y resultar inferiores a la carga última que soporta el terreno calculada, lateralmente considerando la iteración (pilote-terreno).

Carga última de la interacción entre los pilotes y el terreno lateral

En los tipos de terreno cuyo comportamiento no es de tipo homogéneo, las deformaciones en la zona de contacto no están relacionadas entre sí. Por lo tanto al no poder asociar el suelo a un modelo de comportamiento perfectamente elástico (hipótesis que se puede asumir con materiales rocosos poco fracturados), generalmente se procede suponiendo que el movimiento de masa se encuentre en su estado inicial y que el terreno adyacente a los pilotes esté en la fase máxima consentida de plastificación, más allá de la cual podría suceder que el material se deslice a través de la cortina de pilotes.



Estableciendo además que la carga absorbida por el terreno sea igual a la de la condición límite hipotética y que entre dos pilotes consecutivos, como consecuencia del empuje activo, se instaure una especie de efecto arco, los autores T. Ito y T. Matsui (1975) obtuvieron la relación que permite determinar la carga última. Esto se logra refiriéndose al esquema estático diseñado en la figura anterior y a las hipótesis citadas.

- Bajo la acción del empuje activo del terreno se forman dos superficies de deslizamiento localizadas en las líneas AEB y A'E'B'
- Las direcciones EB y E'B' forman los siguientes ángulos con el eje x: $+(45 + \varphi/2)$ e $-(45 + \varphi/2)$, respectivamente
- El volumen del terreno, comprendido en la zona delimitada por los vértices AEBB'E'A' tiene un comportamiento plástico, y por lo tanto se puede aplicar el criterio de ruptura de Mohr-coulomb
- La presión activa del terreno actúa en el plano A-A';

- Los pilotes poseen una elevada rigidez a flexión y corte.

Dicha expresión, referida a la profundidad genérica Z , con respecto a un espesor de terreno unitario, es la siguiente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \left[1 / \left(N_\phi \tan \phi \left(e^{K_2} - 2(N_\phi)^{1/2} \tan \phi - 1 \right) + K_3 \right] - C \left[D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\phi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\phi \left[D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Donde:

C = cohesión terreno;

ϕ = ángulo de rozamiento terreno;

γ = peso específico terreno;

D_1 = intereje entre pilotes;

D_2 = espacio libre entre dos pilotes consecutivos;

$$N_\phi = \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$$

$$K_1 = (N_\phi)^{1/2} \tan \phi + N_\phi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\phi \tan(\pi/8 + \phi/4)$$

$$K_3 = \left[2 \tan \phi + 2(N_\phi)^{1/2} + 1 / (N_\phi)^{1/2} \right] / \left[(N_\phi)^{1/2} \tan \phi + N_\phi - 1 \right]$$

La fuerza total, con respecto a un estrato de terreno en movimiento de espesor H , se obtiene integrando la expresión anterior.

En presencia de terrenos granulosos (condición drenada), en los cuales se pueden asumir $C = 0$, la expresión se convierte en:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_\phi \left[D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Con terrenos cohesivos (condición no drenada), con $\phi = 0$ y $C \neq 0$, se tiene:

$$P(z) = C \left[D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z (D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H \left[D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

El dimensionado de la cortina de pilotes que, como ya se ha mencionado, debe conferir al talud un incremento del coeficiente de seguridad y garantizar la integridad del mecanismo pilote-terreno, es bastante problemático. De hecho, dada la complejidad de la expresión de la carga P , que se ve influenciada por varios factores asociados sea a las características mecánicas del terreno que a la geometría de la estructura, no es fácil llegar a la solución más conveniente con una sola elaboración. Para alcanzar el objetivo es necesario realizar varios intentos con la finalidad de:

- Encontrar en el perfil topográfico del talud, una posición que pueda garantizar, en igualdad de condiciones, una mejor distribución de coeficientes de seguridad

- Determinar la colocación de los pilotes, caracterizada por la relación entre interejes y distancia entre los pilotes (D_2/D_1), que permite aprovechar al máximo la resistencia del complejo pilote-terreno. Por experiencia se ha comprobado que, excluyendo los casos límites ($D_2 = 0 \rightarrow \infty$ e $D_2 = D_1 \rightarrow$ valor mínimo), los valores más adecuados son aquellos para los cuales tal relación está comprendida entre 0,60 y 0,80;
- Evaluar la posibilidad de introducir más filas de pilotes y, en caso afirmativo, evaluar para las filas sucesivas, la posición que da más garantías en términos de seguridad y de ahorro de materiales;
- Adoptar el tipo de vínculo adecuado para obtener una distribución más regular de las solicitaciones. Por experiencia se ha constatado que el que alcanza mejor dicho objetivo es el vínculo que impide la rotación de la cabeza del pilote.

Método de la carga última de Broms

En caso de que la carga del pilote sea ortogonal al eje, configuración que se da cuando un pilote impide el movimiento de una masa en derrumbe, la resistencia puede quedar a cargo de su carga última horizontal.

Broms analiza el problema de cálculo de la carga última horizontal tanto para medios cohesivos como no cohesivos. Su método de cálculo se basa en algunas hipótesis simplificadoras con respecto a la reacción que ejerce el terreno por unidad de longitud de pilote en condiciones límite y también toma en cuenta la resistencia a la rotura del pilote (Momento de plastificación).

Con este método se puede hacer frente a varios casos:

- Medio puramente cohesivo, pilote libre de rotar en la cabeza;
 - o Mecanismo de pilote corto;
 - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio puramente cohesivo, pilote con restricción para rotar en la cabeza;
 - o Mecanismo de pilote corto;
 - o Mecanismo de pilote intermedio;
 - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio sin cohesión, pilote con restricción para rotar en la cabeza;
 - o Mecanismo de pilote corto;
 - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio sin cohesión, pilote libre de rotar en la cabeza;
 - o Mecanismo de pilote corto;
 - o Mecanismo de pilote intermedio;
 - o Mecanismo de pilote largo.

Elementos de Refuerzo

Los refuerzos son elementos horizontales y su aplicación aumenta la resistencia del terreno al desplazamiento.

Si el elemento de refuerzo interseca la superficie de desplazamiento, entonces la fuerza de resistencia que proporciona entra en la ecuación de equilibrio de cada rebanada; en caso contrario el elemento de refuerzo no tiene influencia alguna en la estabilidad.

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{C \cdot \Delta x_i + (W_i + Q_{iv} - u_i \Delta x_i) \tan \phi_i}{\cos \delta_i + (\tan \delta_i \tan \phi_i) / SF} \right]}{\sum_{i=1}^n (V_i + Q_{iv}) \sin \theta_i - \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ih} d_{ij}}{r} - \frac{\sum_{i=1}^n F_{Rj} y_i}{r SF}}$$

Diagram illustrating the forces acting on a soil slice during a stability analysis. The slice is shown on a failure surface defined by a circular arc with radius r and center O . The failure surface is at an angle θ to the horizontal. The slice has a width Δx and a height y_i . The forces acting on the slice are: weight W_i , horizontal inter-slice forces Q_{ih} and Q_{iv} , vertical inter-slice forces V_i , and a horizontal resistance force F_{Rj} at the base. The failure surface is characterized by cohesion C and friction angle δ . The slice is characterized by cohesion c and friction angle ϕ . The diagram also shows the distance d_{ij} from the failure surface to the base of the slice and the length L_e of the reinforcement anchor.

Las comprobaciones internas tienen como objetivo estimar el nivel de estabilidad del terreno reforzado; los cálculos permiten la verificación de la rotura del elemento de refuerzo por tracción y la verificación del arrancamiento (*Pullout*). El parámetro que suministra la resistencia a tracción del refuerzo, T_{Allow} , se calcula partiendo de la resistencia nominal del material con el que ha sido realizado el mismo, reducido con coeficientes adecuados que tengan en cuenta la agresividad del terreno, el daño por efecto creep y el daño por instalación. El otro parámetro es la resistencia a la extracción (*Pullout*) que se calcula mediante la siguiente relación:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Para geosintéticos no tejidos:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)}$$

Donde:

- δ Representa el ángulo de rozamiento entre el terreno y el refuerzo;
- $T_{Pullout}$ Resistencia que moviliza un refuerzo anclado en una longitud L_e al interior de la parte estable del terreno;
- L_e Longitud de anclaje del refuerzo al interior de la parte estable;
- f_b Coeficiente de *Pullout*;
- σ'_v Tensión vertical, calculada a la profundidad media del tramo de refuerzo anclado al terreno.

A efectos de la comprobación, se elige el valor mínimo entre T_{Allow} y $T_{Pullout}$, la verificación interna se satisface si la fuerza que transmite el refuerzo generada en la parte posterior del tramo reforzado no supera el valor de la T .

Análisis de Estabilidad de Taludes con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Número de estratos	7.0
Número rebanadas	10.0
Grado de seguridad aceptable	1.3
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Ángulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	4.0 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	26.0 m
Abscisa vértice derecho superior xs	10.0 m
Ordenada vértice derecho superior ys	31.0 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Número de celdas en x	10.0
Número de celdas en y	10.0

Vértices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	10.0
2	0.0	20.0
3	10.0	20.0
4	10.0	25.0
5	25.0	25.0

Nivel freático

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	19.0
2	10.0	19.0
3	12.0	21.0
4	25.0	21.0

Vértices estrato.....1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.0
2	0.0	20.0
3	10.0	20.0
4	10.0	24.4
5	25.0	24.4

Vértices estrato.....2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.0
2	0.0	20.0
3	10.0	20.0
4	10.0	20.8
5	25.0	20.8

Vértices estrato.....3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.0
2	0.0	20.0
3	10.0	20.0
4	10.0	20.2
5	25.0	20.2

Vértices estrato.....4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.0
2	0.0	17.8
3	25.0	17.8

Vértices estrato.....5

N	X (m)	y (m)
1	0.0	16.6
2	25.0	16.6

Vértices estrato.....6

N	X (m)	y (m)
1	0.0	15.4
2	25.0	15.4

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente ángulo de resistencia al corte	1.0
Cohesión efectiva	1.0
Cohesión no drenada	1.0
Reducción parámetros geotécnicos terreno	No

Estratigrafía

c: cohesión; cu: Cohesión no drenada.; Fi: Ángulo de rozamiento interno; G: Peso Específico; Gs: Peso Específico Saturado; K: Módulo de Winkler

Estrato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litología
1			28	1590	1819	Relleno. Limo arenoso con grava
2	.58	.58		1890	2370	Arcilla
3			30	1730	2045	Arena limosa
4	.58	.58		1890	2438	Arcilla
5			29	1670	2078	Limo arenoso
6			31	1920	2360	Arena arcillosa
7	1.28	1.28		2090	2570	Arcilla limosa

Resultados análisis talud

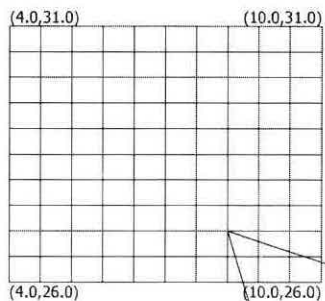
Fs mínimo encontrado	3.31
Abscisa centro superficie	8.2 m
Ordenada centro superficie	27.0 m
Radio superficie	6.26 m

xc = 8.20 yc = 27.00 Rc = 6.264 Fs=3.314

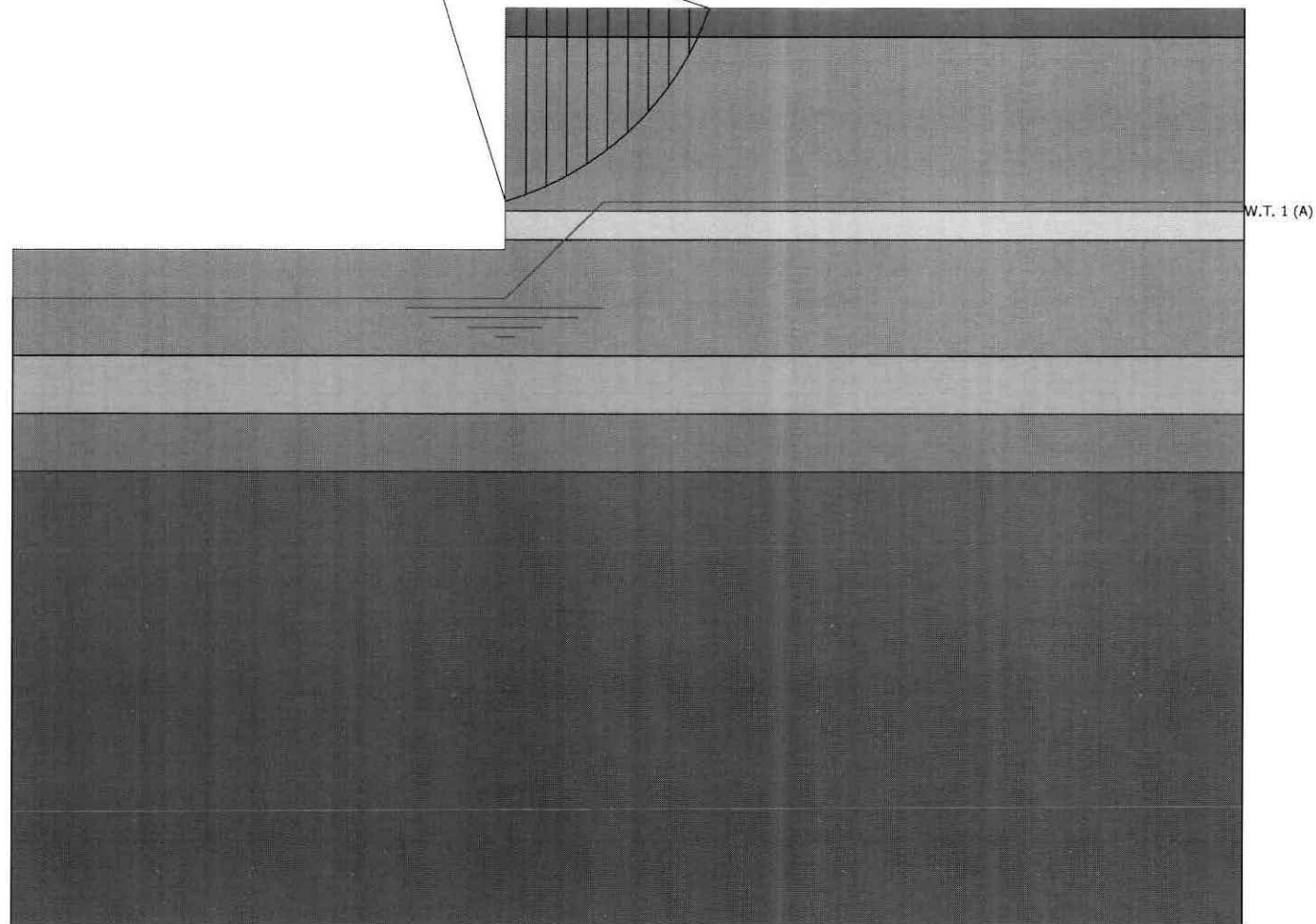
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.41	18.7	0.44	2991.23	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	2848.3	965.7
2	0.41	22.8	0.45	2869.02	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	2717.1	1020.1
3	0.41	27.0	0.46	2719.67	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	2556.8	1091.4
4	0.41	31.3	0.48	2540.29	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	2356.4	1187.5
5	0.41	35.9	0.51	2326.78	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	2098.1	1319.4
6	0.41	40.7	0.54	2073.25	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	1751.7	1506.7
7	0.41	45.9	0.59	1770.79	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	1260.1	1788.1
8	0.41	51.6	0.66	1404.81	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	499.6	2249.5
9	0.41	58.3	0.78	948.45	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	-861.0	3132.6
10	0.41	66.6	1.04	348.51	0.0	0.0	0.0	28.0	0.0	607.6	294.8

- Relleno. Limo arenoso con grava
g=1590Kg/m³
Fi=28°
c= kg/cm²
- Arcilla
g=1890Kg/m³
Fi=°
c=.58 kg/cm²
- Arena limosa
g=1730Kg/m³
Fi=30°
c= kg/cm²
- Arcilla
g=1890Kg/m³
Fi=°
c=.58 kg/cm²
- Limo arenoso
g=1670Kg/m³
Fi=29°
c= kg/cm²
- Arena arcillosa
g=1920Kg/m³
Fi=31°
c= kg/cm²
- Arcilla limosa
g=2090Kg/m³
Fi=°
c=1.28 kg/cm²

30.00
26.00
22.00
18.00
14.00
10.00
6.00



xc=8.20 yc=27.00 Rc=6.26 Fs=3.31

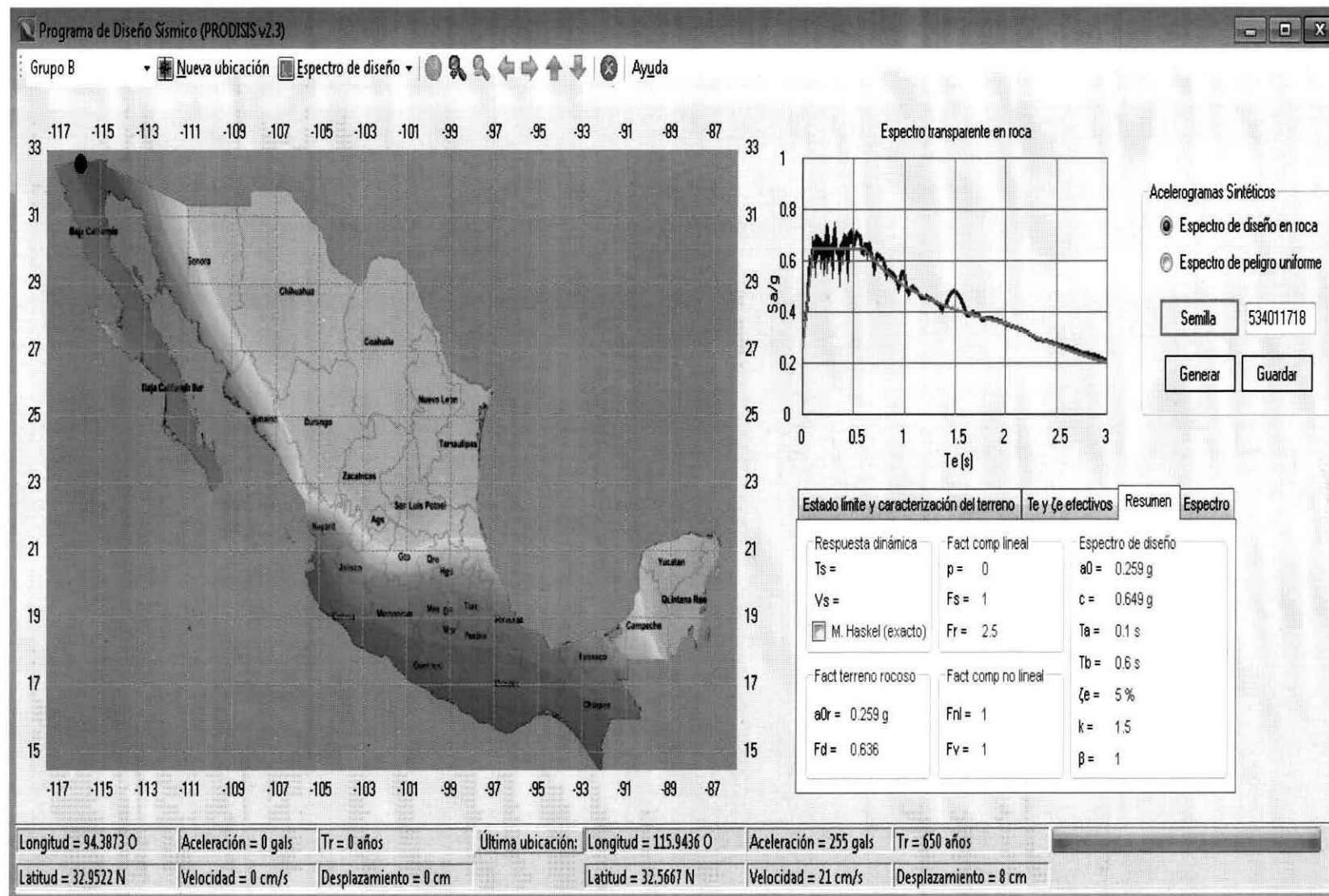


ANEXO 4

FIGURAS



EPGC	Ubicación de predio en estudio.	Figura 1
------	---------------------------------	----------

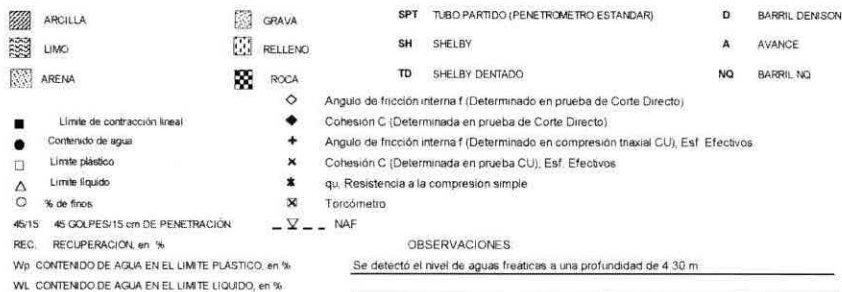
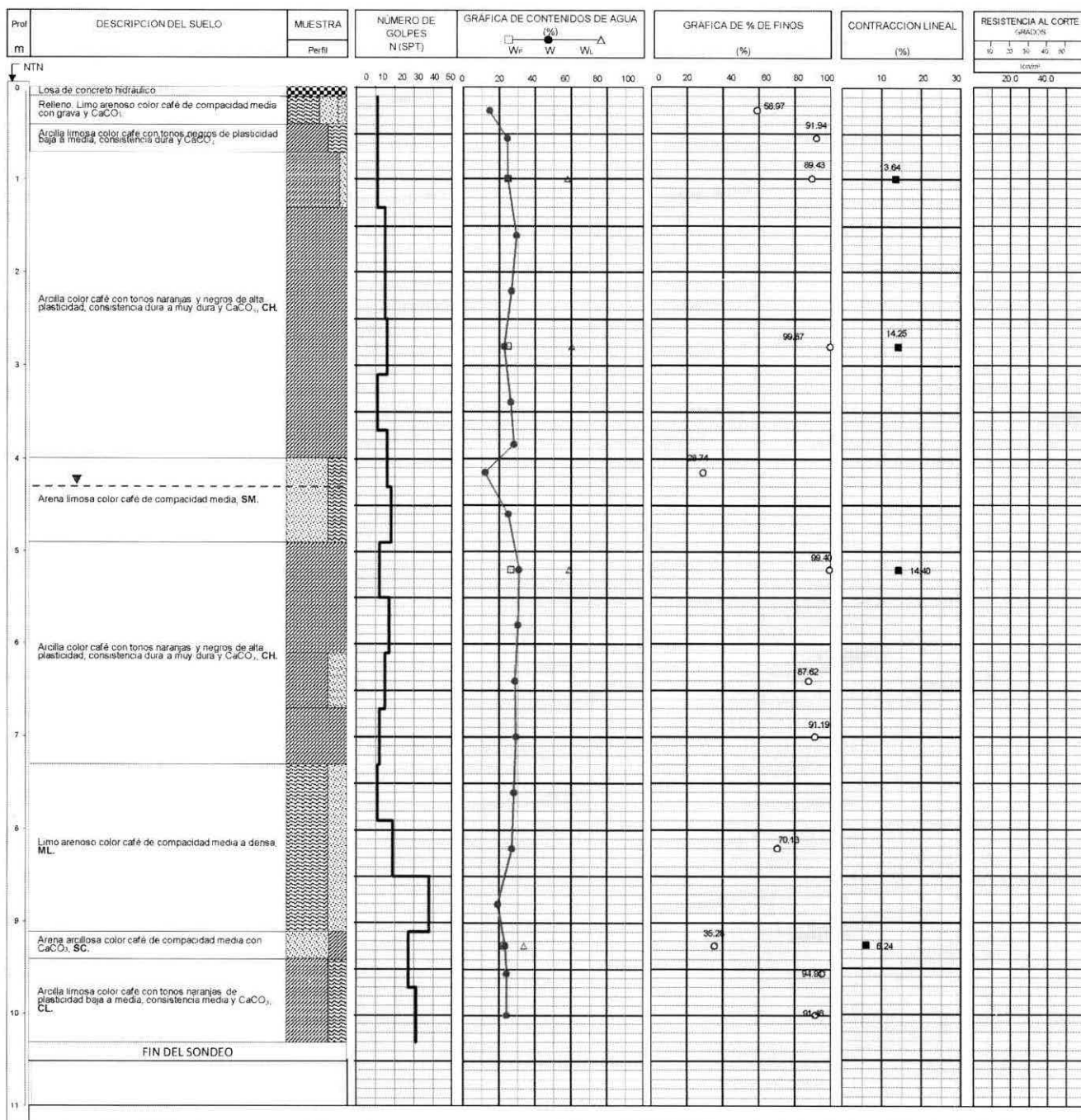




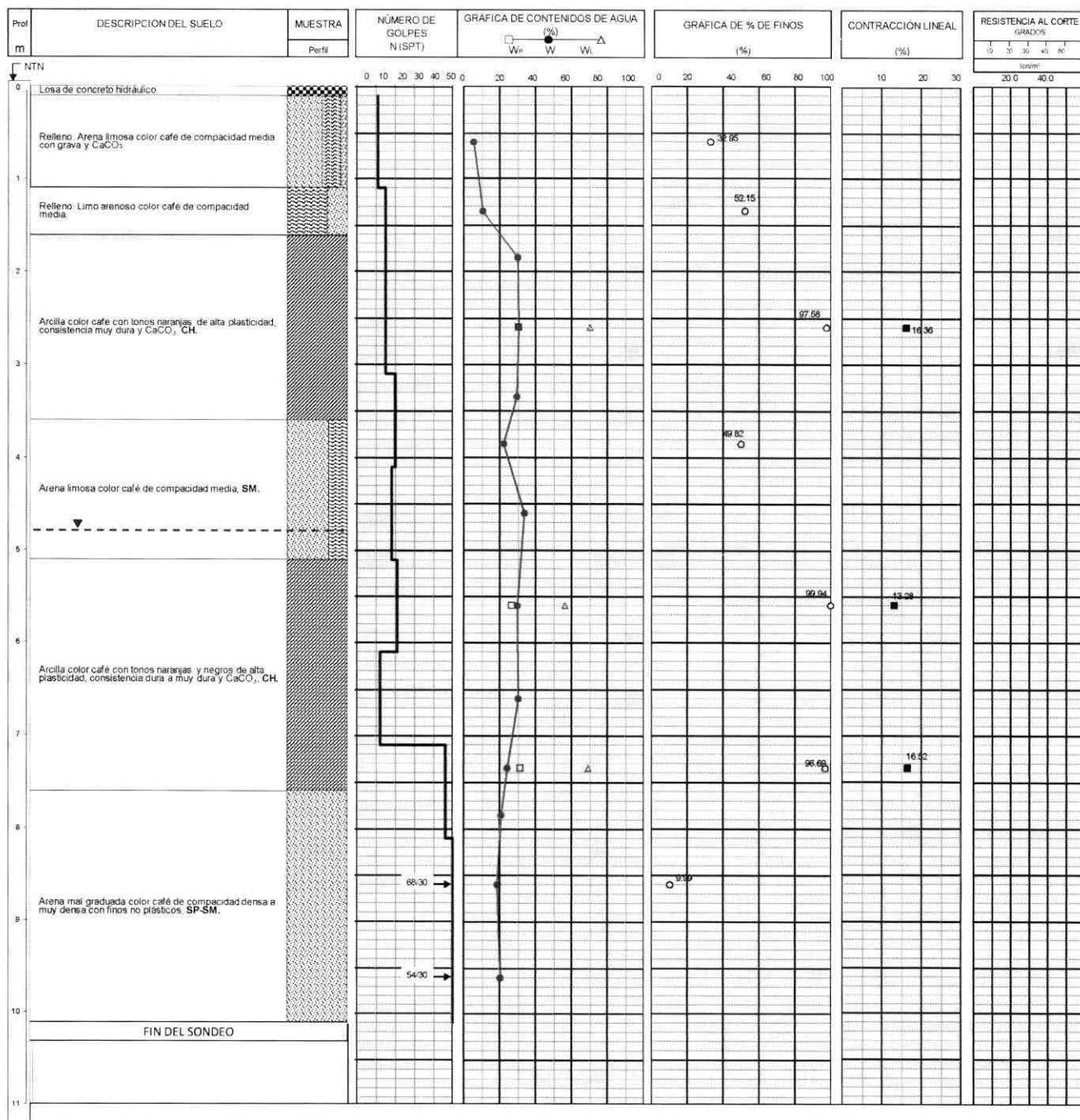
EPGC

Ubicación de sondeos en el predio de estudio.

Figura 4



EPGC ESTUDIOS PROFESIONALES DE GEOTECNIA Y CONCRETOS OFICINA DE CIMENTACIONES		
PROYECTO: Gasolinera Calzada Independencia y Calle Río Fuerte		
FORMO: JCCF	ELEV: 5 msnm	FECHA: Oct-2014
SONDEO: SPT-1	DIBUJO: JCCF	FIGURA: 5



ARCILLA
LIMO
ARENA

GRAVA
RELLENO
ROCA

SPT TUBO PARTIDO (PENETROMETRO ESTANDAR)
SH SHELBY
TD SHELBY DENTADO

D BARRIL DENISON
A AVANCE
NQ BARRIL NQ

■ Límite de contracción lineal
● Contenido de agua
□ Límite plástico
△ Límite líquido
○ % de finos

◇ Ángulo de fricción interna f (Determinado en prueba de Corte Directo)
◆ Cohesión C (Determinada en prueba de Corte Directo)
+ Ángulo de fricción interna f (Determinado en compresión triaxial CU), Esf. Efectivos
x Cohesión C (Determinada en prueba CU), Esf. Efectivos
* qu, Resistencia a la compresión simple
x Torcómetro

NAF

45/15 45 GOLPES/15 cm DE PENETRACIÓN

REC. RECUPERACIÓN, en %

Wp CONTENIDO DE AGUA EN EL LIMITE PLASTICO, en %

WL CONTENIDO DE AGUA EN EL LIMITE LIQUIDO, en %

OBSERVACIONES

Se detectó el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 4.80 m



ESTUDIOS PROFESIONALES DE GEOTECNIA Y CONCRETOS
OFICINA DE CIMENTACIONES

PROYECTO:

Gasolinera Calzada Independencia y
Calle Río Fuerte

FORMO: JCCF

ELEV: 5 msnm

FECHA: Oct-2014

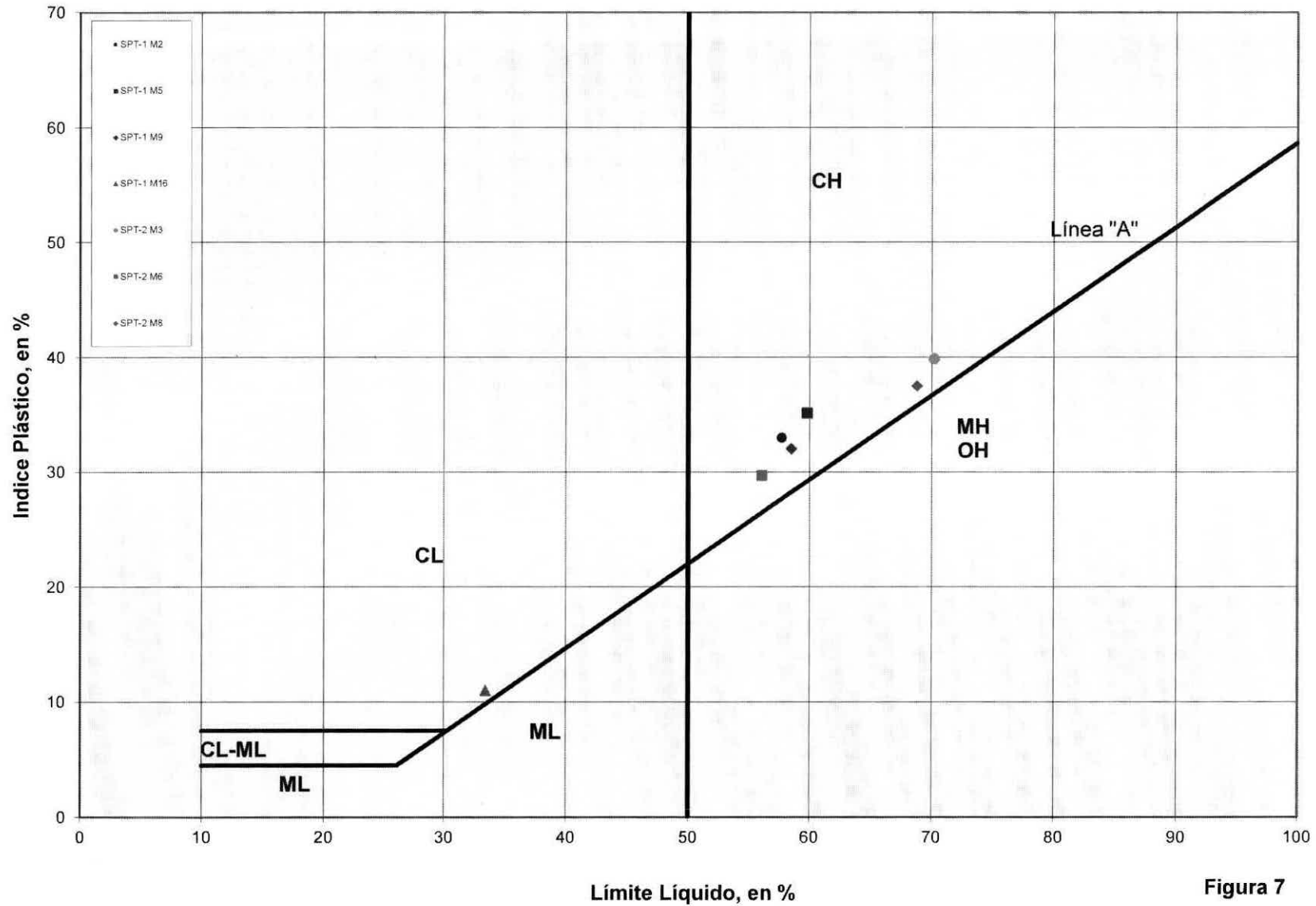
SONDEO: SPT-2

DIBUJO: JCCF

FIGURA: 6



Gasolinera Calzada Independencia y Calle Río Fuerte, Mexicali, B.C.
Carta de Plasticidad



ANEXO 5
REPORTE FOTOGRÁFICO

ANEXO 4

MEMORIA DE CÁLCULO GEOFÍSICO

Estación de Servicio Independencia

CAR GAS



EPGC

GEOTECNIA Y CONTROL
DE CALIDAD EN OBRA CIVIL.

ESTUDIOS PROFESIONALES DE GEOTECNIA Y
CONCRETOS

Estudio Geotécnico para Gasolinera Calzada
Independencia y Calle Río Fuerte, Mexicali,
B.C.

Mexicali, B.C., a 1 de Diciembre del 2014

Carta No EPGC-14/366

Ing. Manuel Gutiérrez
Grupo Empresarial Cachanilla
Ciudad.

En atención a su solicitud, adjunta encontrará copia del Informe No. 14-84-EPGC, elaborado por el
que suscribe, conteniendo los resultados del estudio para el proyecto de referencia.

Atentamente,

Ing. Juan Carlos Coronado Fararoni
Estudios Profesionales de Geotecnia y Concretos, SC

cc. Archivo.

T. 582.6760 / 582.6765 / 582.6768

RÍO NILO 310 / COL. GRANJA LOS VIRREYES / MEXICALI, B.C.