

AM:NY

MANIF IMP AMB

ÍNDICE

	Pag.
I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.	1
1.- Datos generales del proyecto.	1
1.1.- Nombre del proyecto.	1
1.2.- Estudio de Riesgo y su Modalidad.-	1
1.3.- Ubicación del proyecto.	1
1.4.- Tiempo de vida útil del proyecto.	1
1.5.- Presentación de la documentación legal.	1
2.- Datos Generales del promovente.	1
2.1. Nombre o razón social.	1
2.2. Registro Federal de contribuyentes del promovente.	2
2.3. Nombre y cargo del representante legal.	2
2.4. Dirección del promovente o representante legal.	2
3.- Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.	2
3.1. Nombre o razón social.	2
3.2. Registro Federal de Contribuyentes.	2
3.3. Nombre del representante legal.	2
3.4. Nombre del responsable técnico del estudio.	2
3.5. Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico.	2
3.6. Dirección del responsable del estudio.	2
II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	3
1.- Información General del proyecto.	3
1.1.- Naturaleza del proyecto.	3
1.2.- Selección del sitio.	5
1.3.- Ubicación física del proyecto y planos de localización.	5
1.4.- Inversión requerida.	7
1.5.- Dimensiones del proyecto.	7
1.6.- Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	7
1.7.- Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.	8
2.- Características particulares del proyecto.	8
2.1 Programa general de trabajo.	8
2.2 Preparación del sitio.	9
2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.	10
2.4 Etapa de construcción.	10
2.4.1. Edificio administrativo y de servicio.	10
2.4.2. Techumbre (en zona de despacho).	10
2.4.3. Anuncio independiente.	10
2.4.4. Fosa de tanques.	10
2.4.5. Dispensarios.	10
2.4.6. Estacionamientos	11
2.4.7. Áreas verdes.	11
2.5 Etapa de operación y mantenimiento	11

ÍNDICE

	Pag.
2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto. - - - - -	11
2.7 Etapa de abandono del sitio. - - - - -	11
2.8 Utilización de explosivos. - - - - -	12
2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. - - - - -	12
2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos. - -	13
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	
EN MATERIA AMBIENTAL. - - - - -	13
1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. - - - - -	13
2.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). - -	13
3.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. - - - - -	14
4.- Programa de Ordenamiento Territorial Ecológico del Estado de México. - -	14
5.- Normas oficiales mexicanas. - - - - -	14
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL. - - - - -	
1.- Delimitación del área de estudio. - - - - -	14
2. Caracterización y análisis del sistema ambiental. - - - - -	15
2.1.- Aspectos abióticos. - - - - -	15
A. Clima. - - - - -	15
B. Geología y Geomorfología. - - - - -	16
C. Suelos. - - - - -	16
D. Hidrología superficial y subterránea. - - - - -	18
2.2.- Aspectos bióticos. - - - - -	18
2.2.1. Vegetación terrestre. - - - - -	18
2.2.2. Fauna. - - - - -	19
2.3.- Paisaje. - - - - -	19
2.4.- Medio Socioeconómico. - - - - -	19
2.5.- Diagnóstico Ambiental. - - - - -	20
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. - - - - -	
1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. - - - - -	20
1.1. Componentes ambientales e indicadores de impacto. - - - - -	20
1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto. - - - - -	21
1.3. Criterios y metodología de evaluación. - - - - -	22
1.3.1. Criterios. - - - - -	22
1.3.2. Metodologías DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA. - - - - -	24
CHECK LIST PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. - -	26
MATRIZ DE INTERACCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. - - - - -	28

ÍNDICE

	Pag.
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. - - - - -	40
1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. - - - - -	40
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. - - - - -	42
1. Pronóstico del escenario. - - - - -	42
2. Programa de vigilancia ambiental. - - - - -	44
3. Conclusiones. - - - - -	45
VIII. LITERATURA CONSULTADA. - - - - -	47

ANEXOS

- I. ACTA CONSTITUTIVA, RFC Y APODERADO LEGAL.
- II. COMPROBANTE DE LA POSESIÓN DEL PREDIO.
- III. CÉDULA INFORMATIVA DE ZONIFICACIÓN, CONSTANCIA DE ALINEAMIENTO Y DICTAMEN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.
- IV. ARCHIVO FOTOGRÁFICO.
- V. PLANOS DEL PROYECTO, MEMORIA DESCRIPTIVA Y PROGRAMA DE OBRA.
- VI. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

1.- Datos generales del proyecto

1.1.- Nombre del proyecto.

“Construcción y operación de estación de servicio” (gasolinera) promovida por la empresa GASOLINERA TECÁMAC, S.A. de C.V.

1.2.- Estudio de Riesgo y su Modalidad.

Sin estudio de riesgo.

1.3.- Ubicación del proyecto.

Dirección: Calle Reforma No. 38, esquina calle Correo Mayor.

Colonia: San Pedro Atzompa.

Municipio: Tecámac, Estado de México. C.P. 55740

1.4.- Tiempo de vida útil del proyecto.

La vida útil de la gasolinera, considerando un adecuado mantenimiento de instalaciones y equipos, se estima de 20 a 25 años. Incluso la vida útil puede alargarse al doble de tiempo estimado, siempre y cuando se renueven todos los equipos que componen la estación de servicio.

1.5.- Presentación de la documentación legal.

En el apartado de anexos se presentan los documentos legales del predio y del proyecto, como: Acta constitutiva y rfc, Comprobante del predio, Cedula de zonificación, Alineamiento y No. Oficial. Identificación del representante legal

2.- Datos Generales del promovente.

2.1. Nombre o razón social.

Promovente: GASOLINERA TECÁMAC, S.A. DE C.V. En el anexo I se presenta acta constitutiva y RFC de la empresa.

2.2. Registro Federal de contribuyentes del promovente.

RFC: GTE120606BW4. Anexo I.

2.3. Nombre y cargo del representante legal.

El representante legal es Samuel Jhonatan Bolaños Orozco, como se señala en el Acta Constitutiva. Anexo I.

2.4. Dirección del promovente o representante legal.

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

3.- Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

3.1. Nombre o razón social.

ING. JULIÁN CAJERO MORALES.

3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

3.3. Nombre del representante legal.

No aplica.

3.4. Nombre del responsable técnico del estudio.

ING. JULIÁN CAJERO MORALES

3.5. Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico.

Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

3.6. Dirección del responsable del estudio.

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

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.- Información General del proyecto.

1.1.- Naturaleza del proyecto.

La superficie total del predio es de 2,775 m²; pero la superficie destinada a la gasolinera proyectada es de 1,436 m².

Los planos del proyecto, memoria descriptiva y cronograma de trabajo se presentan en anexo V.

El proyecto comprende la construcción y operación de una estación de servicio, que se ubicará en calle Reforma No. 38, col. San Pedro Atzompa, Tecamac, Estado de México, C.P. 55740. La gasolinera contará con dos frentes, uno por calle Reforma, con una amplitud de 43.6 m, considerando que el predio tiene forma casi triangular; y el otro frente por la calle Correo Mayor con una amplitud de 28.1 m.

En la estación de servicio se instalarán dos tanques de almacenamiento de doble pared enterrados dentro de fosas de concreto armado. Uno de los tanques será de 100,000 litros de capacidad para almacenamiento de gasolina Magna y el otro de 100,000 litros dividido en dos para almacenar 40,000 litros de gasolina Premium y 60,000 litros de diésel.

Los dos tanques de almacenamiento quedarán confinados dentro de fosas de concreto armado, que serán rellenas con arena inerte.

Además de que las fosas serán de concreto armado, asimismo las trincheras de las tuberías de conducción de gasolina desde los tanques de almacenamiento hasta los dispensarios, también serán de concreto.

Los tanques de almacenamiento y tuberías de conducción de combustibles serán de doble pared con protección anticorrosiva y sistema para detección de fugas.

La gasolinera prestará el servicio de suministro de combustibles mediante 4 módulos de abastecimiento: de los cuales tres de ellos manejarán gasolinas magna y Premium, mientras el otro podrá despachar diésel y gasolina magna. Los 4 módulos de abastecimiento contarán con un dispensario cada uno y en total se contará con 8 posiciones de carga. En el plano arquitectónico se especifica la ubicación de los 4 módulos de abastecimiento.

El edificio de servicios de la gasolinera se ubica en la porción sur poniente del predio y se construirá en dos niveles. Dicho edificio de servicios se compone de los siguientes elementos en planta baja: Tienda de conveniencia, sanitarios para usuarios, facturación, cuarto de máquinas, cuarto eléctrico y cuarto de sucios. En la planta alta se contará con vestidor de empleados, administración, contabilidad, archivo y bodega. La gasolinera contará con 4 cajones de estacionamiento.

Se construirán dos cisternas para almacenamiento de agua: una de 18,000 litros de capacidad para agua potable y la otra de 20,000 lts de capacidad, para almacenar agua pluvial.

También se construirá una trampa de aceites y combustibles conforme a la norma NOM-EM-001-ASEA-2015.

Para controlar la contaminación atmosférica se instalará el sistema de recuperación de vapores de gasolina en la estación de servicio.

En los planos del proyecto se puede ver el arreglo de los elementos que se proyectan para la estación de servicio.

La Estación de Servicio contará con el frente principal por la calle Reforma y una pequeña salida por la calle Correo Mayor.

Como se ve en el archivo fotográfico del anexo IV, ya inició la construcción de la gasolinera y lleva un avance de 60%. Actualmente la obra se encuentra en espera para obtener la autorización de impacto ambiental.

1.2.- Selección del sitio.

El terreno se seleccionó porque la ubicación representa una salida a la carretera federal México Pachuca, donde se presenta una importante cantidad de autos que requieren el servicio de abasto de combustibles. Además de que es factible obtener la licencia de uso de suelo, tramitando el impacto regional del proyecto. Asimismo la gasolinera proyectada contará con un frente que permitirá acceso y salida adecuados de autos de usuarios y de la pipa que abastecerá las gasolinas y diésel. En el sitio del proyecto y sus alrededores próximos se cuenta con toda la infraestructura básica y urbana para la operación del proyecto.

1.3.- Ubicación física del proyecto y planos de localización.

Dirección: Calle Reforma No. 38, esq. calle Correo Mayor.
Colonia: San Pedro Atzompa.
Municipio: Tecámac, Estado de México.

El proyecto se encuentra en la porción centro sur de Tecámac, aproximadamente a 4.5 km al sur poniente de su cabecera municipal. Vías de acceso: Desde la Ciudad de México, por la autopista México-Pachuca tomar la desviación a Tecámac y en el distribuidor tomar la av. Nacional hasta encontrar la calle Reforma donde se encuentra el predio del proyecto.

El croquis de localización del predio se presenta en página siguiente.



Copyright © Guía Roji S.A. de C.V.



1

2

3

4

5

← Pl. 48 →

← Pl. 46

↓ Pl. 65 ↓

A

B

C

D

1.4.- Inversión requerida.

La inversión requerida para el proyecto será de \$ 5,000,000.00.

1.5.- Dimensiones del proyecto.

La superficie total del predio es de 2,775 m²; pero la superficie destinada a la gasolinera proyectada es de 1,436 m².

Desglose de áreas

No.	DESTINO	ÁREA
1	Superficie total del predio	2,775 m ²
2	Superficie de restricción	0 m ²
3	Superficie a ocupar por gasolinera	1,436 m ²
4	Edificio de servicios planta baja.	155.47 m ²
5	Edificio de servicios primer nivel.	162.21 m ²
6	Superficie áreas verdes	110.94 m ²
7	Área libre (sin construcción)	1,065.61 m ²
8	Superficie de circulaciones	1,054.32 m ²
9	Zona de tanques	121.78 m ²
10	Superficie total a construir	532.6 m ²

1.6.- Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El proyecto de gasolinera cuenta con cedula informativa de Zonificación, otorgada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Planeación del Gobierno Municipal de Tecámac; donde se determina que el predio del proyecto se encuentra en zona clasificada como Corredor Urbano Densidad 200 (CRU-200-A); en la misma cédula se señala que para obtener la licencia de uso de suelo se debe tramitar el dictamen de impacto regional, por tratarse de una gasolinera. El uso de suelo para gasolinera es considerado como de "Impacto Regional", por lo que deberá cumplir con la normatividad específica que corresponde. Por lo anterior para obtener la Licencia de Uso de Suelo para el giro Gasolinera, es necesario solicitar el Dictamen de Impacto Regional, con autoridades Estatales. La Cédula informativa de zonificación se presenta en anexo III.

El uso actual del suelo y sus colindancias es corredor urbano. El predio colinda al nor oriente con la calle Reforma, al nor poniente con una casa; al sur poniente con un lote libre de construcción y al sur oriente con la calle Correo Mayor. Los usos de suelo aledaños son al norte algunas viviendas y grandes extensiones de terrenos libres de construcción; al oriente y sur con zona habitacional de baja densidad y al oriente con una bodega y más viviendas.

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

El corredor urbano donde se encuentra el proyecto, que se ha venido desarrollando en la zona; ha provocado el crecimiento de la mancha urbana. Los servicios que requiere el proyecto y que se encuentran disponibles en el área son: agua potable de red municipal, sistema de drenaje, energía eléctrica, servicio de limpia municipal, seguridad pública, transporte público.

2.- Características particulares del proyecto.

2.1 Programa general de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, la construcción de la obra ya está en proceso, aunque actualmente se encuentra detenida con un avance del 60%.

Programa de trabajo:

Primero se realizó la limpieza del terreno, después se despalmó y se realizaron las terracerías para dejar listo el terreno para la construcción de la gasolinera. La construcción de la estación de servicio se inició con el edificio de servicios generales de la gasolinera, al mismo tiempo se construyeron las fosas de tanques de almacenamiento. Posteriormente se construyeron los muros perimetrales, así como la instalación mecánica y obra civil. Enseguida se realizó la construcción de la zona de despacho y las trincheras para el tendido de tuberías. Las instalaciones hidro sanitaria, mecánica y la instalación eléctrica están en proceso. Finalmente, en cuanto se tenga la autorización de impacto ambiental o la anuencia de la ASEA, el proyecto se terminará con los pisos, instalaciones que faltan y los acabados.

Todos los equipos, tableros, accesorios y demás materiales eléctricos que se ubican en áreas peligrosas, serán a prueba de explosión. El programa de obra se presenta en el anexo V.

2.2 Preparación del sitio.

Esta etapa ya se realizó y se llevó a cabo de la siguiente forma, como dice en el estudio de mecánica de suelos:

Para preparar el terreno primero se realizó la limpieza del terreno y después un despalme mínimo de 20 cm. A continuación todo el terreno natural se aflojó y conformó. El terreno se compactó desde la superficie de esta capa en un espesor de 20 cm hasta haber alcanzado el 90% de su peso volumétrico seco máximo, como mínimo de la prueba AASHTO standard.

Después se construyeron las terracerías o terraplenes requeridos para recibir la capa subrasante. El espesor total de los terraplenes fue variable, de acuerdo a los niveles de piso terminado se construyeron con materiales producto de banco de préstamo, inerte, limo arenoso (tepetate), clasificado como compactable. Cada capa tuvo un espesor mínimo de 20 cm, y se construyó el número requerido por proyecto; se compactó al 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) según la prueba ASSHTO Stándar.

Sobre la capa de subrasante se procedió a construir una base hidráulica de 20 cm de espesor en una capa compactada al 95% del peso volumétrico seco máximo obtenido con la prueba ASSHTO Modificado.

A continuación se construyó la capa subrasante de 30 cm de espesor, compactado, conformándola en dos capas de 15 cm cada una. La capa subrasante se compactó al 95% de la norma AASHTO standard.

La última capa (Base hidráulica), fue de 17 cm de espesor compacto, constituida por bancos de préstamo del tipo grava y arena limosa.

2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

Para resguardar algunos de los materiales de construcción que no se pueden mojar como el cemento, el yeso y el mortero; así como para guardar la herramienta y equipo; dentro del predio se armó una bodega provisional.

2.4 Etapa de construcción.

2.4.1. EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y DE SERVICIO.

El edificio de servicios de la gasolinera se ubica en la porción sur poniente del predio y se construirá en dos niveles. Dicho edificio de servicios se compone de los siguientes elementos en planta baja: Tienda de conveniencia, sanitarios para usuarios, facturación, cuarto de máquinas, cuarto eléctrico y cuarto de sucios. En la planta alta se contará con vestidor de empleados, administración, contabilidad, archivo y bodega. La gasolinera contará con 4 cajones de estacionamiento.

2.4.2. TECHUMBRE (EN ZONA DE DESPACHO).

La techumbre alcanza a cubrir los cuatro módulos de abastecimiento que contará la gasolinera.

2.4.3. ANUNCIO INDEPENDIENTE.

El anuncio independiente será perfectamente visible para los automovilistas que manejan en ambos lados de la calle Reforma.

2.4.4. FOSA DE TANQUES.

Tanto las fosas de concreto que alojarán a los tanques de almacenamiento, como las trincheras de concreto y la trampa de combustibles son equipos que evitarán que una fuga de combustibles se filtre al subsuelo.

Los dos tanques de almacenamiento quedarán confinados dentro de fosas de concreto armado, que serán rellenas con arena inerte.

2.4.5. DISPENSARIOS.

Los 4 módulos de abastecimiento contarán con un dispensario cada uno y en total se contará con 8 posiciones de carga. En el plano arquitectónico se especifica la ubicación de los 4 módulos de abastecimiento

2.4.6. ESTACIONAMIENTOS

La gasolinera contará con 4 cajones de estacionamiento.

2.4.7. ÁREAS VERDES.

La superficie de áreas verdes es de 110.94 m².

2.5 Etapa de operación y mantenimiento

2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

La construcción de la gasolinera no tendrá obras asociadas, solamente se construirá la infraestructura de la gasolinera para el despacho de combustibles, su edificio de servicios y tienda de conveniencia.

2.7 Etapa de abandono del sitio.

Una vez terminada la vida útil del proyecto, se debe hacer una inspección visual minuciosa; en caso de existir evidencias de derrames de líquidos contaminantes dentro del inmueble del proyecto, se debe verificar la instalación, realizando muestreos y análisis de suelos para corroborar la no contaminación del área, la cual en caso de resultar contaminada, se deberá contratar una empresa especializada en el tratamiento y remediación de suelos para dejar totalmente saneado el sitio.

Una vez que se ha verificado que el sitio se encuentre totalmente libre de contaminación, ya sea mediante el saneamiento del sitio o que no haya resultado afectado por su uso como gasolinera, se le podrá dar cualquier uso de suelo compatible al de la zona, conforme a los planes y programas de zonificación y desarrollo urbano vigentes al momento de la terminación de la vida útil del proyecto.

El responsable de la remediación del suelo y restauración del terreno del proyecto, en caso de resultar contaminado, es Gasolinera Tecámac, S.A. de C.V., quien es la persona moral responsable del manejo de gasolina y diésel en el sitio del proyecto.

2.8 Utilización de explosivos

No se usarán explosivos.

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

Residuos sólidos y líquidos

En la estación de servicio se generarán regularmente residuos como recipientes vacíos de lubricantes, aditivos y otros fluidos para uso automotriz, así como materiales impregnados con esos fluidos, como trapo o estopa. También se generarán residuos de grasas y aceites de los servicios periódicos de limpieza de la trampa de grasa y combustible. Dichos residuos son clasificados como peligrosos.

Tales residuos peligrosos serán dispuestos mediante los servicios de una empresa autorizada por la Semarnat, dedicada al transporte, reciclamiento o confinamiento autorizado de residuos peligrosos.

La cantidad de residuos domésticos que se generará en la gasolinera no será importante ya que es un proyecto cuya operación depende de aproximadamente 14 personas por día, considerando .5 kg por persona por día, entonces se generarán 7 kg por día. Más 40% de residuos de los usuarios, serían 9.8 kg por día. Los residuos domésticos son los que generan los trabajadores del proyecto, entre ellos están: papel de sanitarios, envolturas y envases de alimentos, restos de comida, papelería de desecho de oficinas, etc.

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

Los residuos clasificados como peligrosos que se generarán en la gasolinera se almacenarán en forma temporal, dentro de recipientes de 200 litros con tapa, debidamente identificados, en un sitio dentro de la estación de servicio; destinado específicamente para el almacenamiento de residuos peligrosos.

Los residuos de tipo doméstico serán almacenados temporalmente dentro del inmueble en recipientes con tapa y entregados periódicamente a los camiones recolectores del servicio de limpia delegacional. Estos residuos se disponen en algún relleno sanitario por parte de las autoridades del Distrito Federal ó mediante una planta de transferencia.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

EN MATERIA AMBIENTAL.

1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo transitorio 19.

“... Regular y supervisar, en materia de seguridad industrial operativa y protección del medio ambiente, las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos...”.

2.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Cuando se pretenda realizar alguna de las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

3.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección a Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Cuando se pretenda realizar alguna de las obras o actividades señaladas en el artículo 5° del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

4.- Programa de Ordenamiento Territorial Ecológico del Estado de México.

Opinión técnica en materia de ordenamiento ecológico del Gobierno del Estado de México. Ver anexo III.

5.- Normas oficiales mexicanas.

Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-ASEA-2015, diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico y de estaciones asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo, para diésel y gasolina.

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

1.- Delimitación del área de estudio.

Para el sitio del predio se han considerado 3 áreas de influencia: al área que ocupa la estación de servicio le corresponde el área de influencia principal o primaria; el área de influencia siguiente corresponde a la zona que existe en torno al predio, donde se encuentran principalmente vivienda, comercios, servicios e infraestructura urbana.

La tercera zona de influencia es de manera general el municipio de Tecámac en su conjunto y parte de los municipios Ecatepec, Acolman, Teotihuacan, Temazcalapa, Zumpango, Nextlalpan y Tonanitla que colindan con este municipio donde se encuentra el proyecto de gasolinera. Esto es debido a que durante su operación, los usuarios de la gasolinera serán originarios de aquellas zonas mencionadas, interactuando socioeconómicamente.

Los criterios utilizados para la delimitación de las zonas de influencia son: el hecho de que los usuarios de la gasolinera, aportan los medios de transporte para que personas que viven en diferentes municipios, acudan a sus trabajos, realicen operaciones comerciales con prestadores de servicios y actividades sociales y culturales.

Además se consideraron los impactos en el propio predio y sus cercanías, por la generación de emisiones contaminantes como aguas residuales, emisiones atmosféricas, residuos sólidos domésticos y ruido; oferta de fuentes de empleo y demanda de servicios públicos; generación de impuestos vía trabajo y compra-venta de productos y servicios con proveedores del mismo municipio y municipios aledaños. Finalmente se consideraron los riesgos potenciales en caso de accidente.

2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

2.1.- Aspectos abióticos.

A. Clima.

Clima

En el Municipio de Tecámac predomina el clima templado semi-seco C (Wz)(W) b (i) g, cuenta con una temperatura promedio de 14.8 ° C, una máxima de 18.7 ° C entre los meses de junio-julio y una mínima de 10.7 ° C entre los meses de diciembre y enero. La precipitación promedio es de 674 mm. , predominantemente entre los meses de mayo a octubre (gráfica 1).

B. Geología y Geomorfología

Geomorfología

Las zonas planas predominan el territorio municipal, ubicándose al centro y al poniente del municipio; estas zonas representan 76% de la superficie municipal.

Las zonas semiplanas se localizan en la parte oriente y norte del municipio, representando el 15% del territorio, dichas zonas no sobrepasan los 5 grados de pendiente por lo cual no representan limitaciones para el desarrollo urbano.

Las zonas accidentadas con pendientes altas se ubican al oriente y al norte del municipio. Siendo dichas zonas, los cerros de Chiconautla sur, Xolox norte y Santa Catarina oriente, los cuales representan el 9% de su territorio.

Se presenta una fractura en la parte sur del fraccionamiento de Ojo de Agua, al Surponiente del municipio, casi paralela al trayecto del gasoducto.

C. Suelos

Estructura y formación de suelos

Geología

La estructura geológica está compuesta por seis tipos de roca:

1. Aluvial: Se localiza en la parte suroeste y norte del municipio, representando el 37% de la superficie municipal, la composición de este suelo limita las osibilidades de uso urbano.
2. Toba: Este tipo de roca se encuentra en la parte oriente y centro del municipio, este suelo es el segundo en extensión, además representa posibilidades para uso urbano.
3. Asociación arenisca-toba: esta asociación se localiza al norte y al sur del municipio, debido a las características de las dos rocas sus posibilidades de uso urbano son de moderadas a altas.
4. Lacustre: Se localiza al poniente del municipio, este tipo de roca esta formado por la intervención del agua y tiene posibilidades condicionadas para el desarrollo urbano.
5. Brecha volcánica basáltica: Esta distribuida en pequeñas partes al norte y al sur del municipio, por sus características tiene posibilidades condicionadas de uso urbano.

6. Basalto: Este tipo de roca representa el 2% de la superficie municipal, se ubica al norte, distribuido en cuatro pequeñas islas, sus posibilidades de uso urbano son de moderadas a bajas.

Edafología

La estructura edáfica esta compuesta de las unidades siguientes:

Feozem: Esta ubicada al oriente del municipio y representa el 60 % del territorio, así mismo presenta dos unidades la dúrica y la normal; la dúrica presenta problemas potenciales de excavación y de drenaje para el uso urbano, además de presentar limitaciones para el uso agrícola, debido a que reduce la capacidad de nutrición y almacenamiento del agua. El feozem normal esta localizado al centro y al poniente del municipio, tiene como subunidades al feozem aplico y feozem calcarico, estos suelos presentan lento drenaje interno y altos costos de excavación, además de presentar poca dureza y baja capacidad de carga.

Cambisol: Se ubica al norte y sur del municipio, representa aproximadamente el 15 % de su territorio, sus unidades son; cambisol eútrico y cambisol clásico, es suelo pobre en materia orgánica, por lo cual presenta limitaciones en el uso agrícola, sin embargo para el uso urbano tiene posibilidades de desarrollo.

Solonchak: Se localiza en la parte poniente del municipio representa el 18% del territorio, sus subunidades son el solonchak mólico y solonchak órtico, el primero es rico en sales y materia orgánica, el segundo presenta bastante salinidad. Debido a la salinidad representa limitaciones para la agricultura, asimismo es un suelo corrosivo y disperso, por lo cual presenta restricciones para el uso urbano.

Litosol: Se encuentra en la parte norte del municipio, en las zonas altas, es poco significativo, es apto para el uso agrícola, en tanto que para el uso urbano depende de la pendiente donde se encuentre.

Asociación vertisol-solonchak: Tiene poca superficie en el municipio, presentando restricciones para el uso agrícola y urbano, sin embargo no es significativo en el municipio, ubicándose en la zona poniente del municipio.

D. Hidrología superficial y subterránea.

El municipio forma parte de la Región Hidrológica 26 de la cuenca del alto Panuco, perteneciente a la subcuenca del río Moctezuma. Las unidades hidrológicas en el municipio están representadas por 2 canales de aguas negras, uno es el Gran canal del desagüe que conduce las aguas residuales de la ciudad de México, el cual define el límite municipal al sur-poniente, y el otro es el Dren San Diego, ubicado al poniente del municipio, nace al poniente del Parque Ecológico de Sierra Hermosa, bordea la parte poniente del fraccionamiento Ojo de Agua y descarga en el Gran canal. Existen 12 bordos, 12 arroyos intermitentes, 31 pozos profundos, 3 acueductos y 4 canales de escurrimientos a cielo abierto.

La problemática que en este sentido se expresa esta en función de, por un lado, el deficiente mantenimiento y operación en los pozos y en las líneas de distribución originando fugas; por otro lado, y de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, los mantos acuíferos cuentan con un bajo nivel debido a la sobreexplotación que resulta del abastecimiento al Distrito Federal. Aunado a lo anterior, y siguiendo a la dependencia ya citada, la contaminación originada por las descargas municipales y las originadas por el gran canal que vienen de la Ciudad de México representan otra problemática a resolver para poder garantizar el desarrollo urbano sustentable.

2.2.- Aspectos bióticos.

2.2.1. Vegetación terrestre.

En el territorio municipal se cuenta con una variedad importante de flora, siendo los más representativos los árboles del pirul, mimosa, pino, alcanfor, casuarina, retama, jacarandá y colorín además, existe la presencia de vegetación de clima seco o semiárido como el nopal, la tuna rosa, nopal de tuna blanca, nopal de xocontli, cholla, cacto de pipa y abrojo.

También se encuentran algunas plantas medicinales como él estáfate, diente de león, manrubio, xaclacote, helecho, macho, mejorana, té limón, epazote y el cederrón, especies que hasta el momento no tiene ninguna utilización productiva.

Dentro del predio y sus alrededores no hay árboles. En foto satelital de años anteriores se ven algunos árboles dentro del predio, pero ahora no hay ninguno.

2.2.2. Fauna.

En el municipio predominan las especies pequeñas, como el conejo, liebre, ratón de campo, tuza y zorrillo; en cuanto a reptiles hay lagartijas, camaleones y zincuates.

Existen también especies de aves como la calandria, gorrión, cardenal, tórtola, tordo, mirlo gavián y zopilote.

2.3.- Paisaje.

El paisaje de la zona del proyecto es totalmente urbano. El predio se encuentra en un corredor urbano formado principalmente por la carretera federal México-Pachuca, vialidad con la cual entronca la calle Reforma que es donde se encuentra el proyecto. El lugar del proyecto cuenta con todos los servicios.

2.4.- Medio Socioeconómico.

Según el censo de INEGI 2010, cuenta con una población de 364.579 habitantes; de los cuales 186.866 son mujeres equivalentes al 52,08% y 177.713 son hombres equivalentes al 47,91%.³

Por lo que se refiere a los Índices de Participación Económica, en Tecámec, destaca que de 148,172 personas que están en edad de trabajar, el 65.99% corresponde a los hombres y el 34.01% son mujeres. En este sentido; la PEA Ocupada, es decir, la población que trabaja en un empleo remunerado, corresponde a 141,562 habitantes. De los cuales, el 92.766% son hombres y el 48.796% mujeres. Asimismo; la PEA Desocupada, que son los desempleados, registra una cifra de un total de 6,610 personas. Representando un 75.84% en hombres y un 24.16% a las mujeres. Por último, en lo que respecta a la población no económicamente activa, que son aquellas personas que tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia. Se ubicó de un total de

118,303 habitantes, dándose un porcentaje de 25.81% hombres contra un 74.19% en mujeres.

2.5.- Diagnóstico Ambiental.

Actualmente el crecimiento de la mancha urbana en la Ciudad de México y municipios cercanos, provocado la disminución significativa de las zonas libres de construcción, por lo que se ha afectado de manera general la climatología, la flora, la fauna y las condiciones de recarga de mantos acuíferos. Por lo que la zona no recibirá impactos negativos significativos, en el medio natural, por la realización del proyecto, ya que además éste no generará impactos significativos al ambiente debido a que se trata de un proyecto relativamente pequeño que no emite cantidades importantes de sustancias contaminantes. Sin embargo en cuanto a los aspectos de riesgo es necesario analizar la relación del proyecto con las actividades riesgosas y los centros de concentración masiva y viviendas cercanos al predio. De los impactos benéficos del proyecto pueden citarse los empleos de la gasolinera proyectada y el servicio de suministro de combustible a vehículos del transporte público y particular.

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

1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

1.1. Indicadores de impacto .

Este apartado se resolverá considerando las obras que aun no ha iniciado y las que falte por terminar, ya que como se sabe la etapa de preparación del terreno del proyecto ya se realizó y la etapa de construcción está en proceso.

Para identificar los impactos ambientales del proyecto se han seleccionado los indicadores de impacto, de acuerdo a las características de la zona del proyecto, zona donde se encuentra un corredor urbano que corre a lo largo de la carretera federal México-Pachuca; En este corredor se encuentran ya una gran cantidad de servicios y comercios, que han contribuido al crecimiento urbano de la zona. También se consideró la urbanización del área del proyecto, donde se cuenta con todos los servicios públicos (luz, agua, drenaje, alumbrado público, seguridad pública, medios de transporte, vialidades).

1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.

Los indicadores de impactos ambientales se listan enseguida desglosándolos para representar con detalle el sistema ambiental:

1. Suelo:

- Uso del suelo.
- Subsuelo

2. Hidrología:

- Consumo de agua potable.
- Superficial.
- Subterránea.

3. Atmósfera:

- Calidad del aire.
- Ruido.

4. Bióticos:

- Flora.
- Fauna.

5. Socioeconómicos:

- Paisaje

- Vialidad
- Empleo
- Recaudación
- Economía.
- Servicios.
- Salud.
- Seguridad

1.3. Criterios y metodología de evaluación .

1.3.1. Criterios.

La selección de los criterios de evaluación depende de quien elabora el estudio de impacto ambiental y de las características generales del proyecto. En este caso el proyecto ocupa una superficie, relativamente pequeña, la zona esta urbanizada y por lo tanto existe una considerable degradación del medio ambiente, donde la flora y fauna es escasa; y en las cercanías del proyecto hay una mediana densidad poblacional. También se considera que la obra que se realizará igualmente es relativamente pequeña y que durante la operación normal del proyecto habrá menos de 15 personas trabajando diariamente; asimismo se toma en cuenta que los usuarios de la gasolinera, en promedio, permanecerán sólo unos minutos para abastecerse de combustible. Los siguientes criterios de evaluación permitirán analizar y evaluar la importancia de los impactos producidos durante todas las etapas del proyecto en estudio.

Tabla 1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CRITERIO	PUNTUACIÓN			
	0	1	2	3
MAGNITUD	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor
DIMENSIÓN	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor
TEMPORALIDAD	Temporal reversible	Permanente reversible	Temporal irreversible	permanente irreversible

La descripción de los criterios anteriores se cita a continuación.

Magnitud.

Insignificante (puntuación 0 ó en blanco dentro de la matriz): No afecta ningún atributo ambiental o lo afecta de tal manera que permite su rápida recuperación; un ejemplo es un grupo de personas localizado dentro de una población durante un tiempo menor a una generación sin afectar niveles tróficos o a la población como tal.

Menor (puntuación 1): Afecta un aspecto específico del atributo ambiental, por ejemplo, los individuos localizados dentro de una población durante un periodo corto de tiempo (una generación), pero sin afectar otros niveles tróficos o a la población como tal.

Moderada (puntuación 2): Afecta una porción del atributo ambiental y puede acarrear un cambio en el recurso, la abundancia y/o distribución, sin perjudicar su integridad del atributo en cuestión o de algún otro dependiente de él. También un efecto a corto plazo sobre el cambio de estructura o funcionalidad del recurso, constituyen un impacto moderado.

Mayor (puntuación 3): Afecta totalmente al atributo ambiental, como sería toda una comunidad o población entera, con una magnitud suficiente para causar un declinamiento en su estructura, función, abundancia y/o un cambio en la distribución hasta los límites de recuperación natural (reproducción, inmigración, erosión total, pérdida del recurso), sin reversibilidad para que se recuperen las condiciones iniciales como sería una población o poblaciones o cualquier otra especie dependientes de ellas durante varias generaciones. También puede afectar un recurso ambiental, de subsistencia o comercial a largo plazo.

Dimensión.

Insignificante (puntuación 0 ó en blanco dentro de la matriz): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto no afecta o su efecto es prácticamente despreciable, sobre el atributo ambiental.

Menor (puntuación 1): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto afecta parcialmente un atributo ambiental.

Moderado (puntuación 2): El impacto resultante de las acciones del proyecto afecta un atributo ambiental.

Mayor (puntuación 3): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto afecta varios atributos ambientales.

Temporalidad.

Temporal reversible (puntuación 0 ó en blanco): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto, se efectúa solamente durante un período de tiempo de la vida útil del proyecto y el daño efectuado al ambiente es reversible.

Permanente reversible (puntuación 1): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto, se efectúa durante todo el tiempo de la vida útil del proyecto pero su efecto, una vez terminado el proyecto es reversible.

Temporal irreversible (puntuación 2): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto, se efectúa solamente durante un período de tiempo de la vida útil del proyecto y el daño efectuado al ambiente es irreversible.

Permanente irreversible (puntuación 3): Cuando el impacto resultante de las acciones del proyecto, se efectúa durante todo el tiempo de la vida útil del proyecto y además es irreversible.

• 1.3.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Las metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales que se seleccionaron son: primero una lista de verificación, la cual es una metodología simple, para identificar impactos de manera preliminar, que proporciona información valiosa para la predicción y evaluación de los impactos ambientales. Enseguida se realizó con más detalle la identificación y evaluación de los impactos

ambientales mediante una Matriz de interacción de impactos de Leopold Modificada. Ambas metodologías de identificación y evaluación de Impactos Ambientales se seleccionaron porque el proyecto en estudio representa un sistema simple por su relativamente pequeña magnitud y por las características del medio natural y socioeconómico donde se ubica.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para la evaluación de los impactos ambientales, el proyecto se dividió en 5 etapas: preparación del sitio, (etapa que ya se realizó); construcción, (etapa que está en proceso); operación, mantenimiento y abandono; también se elaboró la siguiente lista de indicadores de impacto que involucró a 5 factores: aire, suelo, hidrología, bióticos y socioeconomía; asimismo se estableció una lista de acciones que se realizarán durante todas las etapas del proyecto. Enseguida se presenta la lista de acciones de cada etapa:

Preparación del sitio (etapa realizada).

- Despalme
- Salida de materiales.
- Nivelación y compactación
- Tráfico vehicular
- Operación de maquinaria
- Generación de ruido
- Emisiones a la atmósfera.

Construcción:

- Excavaciones y cimentaciones.
- Salida e ingreso de materiales.
- Generación de ruido.
- Uso de agua.
- Generación de residuos sólidos.
- Trabajo humano.
- Edificación.

Operación

- Transporte de gasolina y diesel.
- Operación del proyecto.
- Descarga de autotanque.
- Despacho de combustibles.
- Almacenamiento de combustibles.
- Entrada y salida de vehículos.
- Trabajo en oficinas.
- Aguas residuales.
- Generación de basura.
- Areas verdes.

Mantenimiento

- Mantenimiento general.

Abandono

- Demolición.
- Acarreo y salida de materiales.
- Residuos sólidos.
- Aguas residuales.
- Cierre de gasolinera.

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES:

Partiendo de la lista anterior se elaboró una lista de chequeo simple, los resultados de esta técnica se presentan a continuación en la tabla. La lista de chequeo simple contiene los indicadores de impacto que necesitan ser incluidos en la evaluación de los impactos de las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 2. LISTA DE VERIFICACIÓN SIMPLE

	PREPARACIÓN (Etapa realizada)	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENI- MIENTO.	ABANDONO
IMPACTOS EN EL SUELO					
Uso de suelo		Adverso insignificante	Benéfico Menor	Benéfico, Insignificante	Adverso, insignificante
Subsuelo		Adverso insignificante	Adverso, insignificante	Benéfico, Insignificante	Benéfico, insignificante
IMPACTOS EN EL AGUA					
Consumo de agua		Adverso insignificante	Adverso, menor	Benéfico, Insignificante	Benéfico, menor
Agua superficial		Adverso insignificante	Adverso menor	Benéfico, insignificante	Benéfico, menor
Agua subterránea		Adverso insignificante	Adverso, insignificante	Nulo	Benéfico, Insignificante
IMPACTOS EN EL AIRE					
Emisiones a la atmósfera		Adverso insignificante	Adverso menor	Benéfico, insignificante	Benéfico menor
Ruido		Adverso insignificante	Adverso, insignificante	Benéfico, insignificante	Benéfico insignificante
IMPACTOS EN MEDIO BIÓTICO					
Flora		Adverso insignificante	Benéfico insignificante	Benéfico insignificante	Adverso o insignificante
Fauna		Adverso insignificante	Benéfico insignificante	Benéfico insignificante	Adverso insignificante
IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS					
Paisaje		Adverso insignificante	Benéfico, insignificante	Benéfico, insignificante	Adverso, insignificante
Vialidad		Adverso insignificante	Adverso, menor	Benéfico, insignificante	Benéfico, menor
Empleo		Benéfico insignificante	Benéfico, Menor	Benéfico, Insignificante	Adverso, menor
Recaudación		Benéfico insignificante	Benéfico, menor	Benéfico, Insignificante	Adverso, menor
Economía		Benéfico insignificante	Benéfico, Menor	Benéfico, Insignificante	Adverso, menor
Servicios		Adverso insignificante	Adverso, insignificante	Benéfico, insignificante	Benéfico, insignificante
Salud		Adverso insignificante	Adverso, insignificante	Benéfico, insignificante	Benéfico, insignificante
Seguridad		Adverso insignificante	Adverso, menor	Benéfico, mayor	Benéfico, menor

MATRIZ DE INTERACCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES:

Para la elaboración de la matriz de interacción, se consideró que los efectos de los impactos fueran evaluados mediante los criterios que se resumen en la siguiente tabla. Cada criterio se describe de acuerdo a la naturaleza de su influencia en el medio ambiente y se divide en tres categorías, a las cuales se les asignó un valor numérico de cero a tres en orden de menor a mayor, de acuerdo al efecto causado sobre los diferentes indicadores de impacto.

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

- a) Estimación de la Probabilidad de ocurrencia del impacto.
- b) Confianza en la predicción de los impactos.
- c) La existencia de estándares de calidad.
- d) Proporción de los recursos afectados.
- e) Factibilidad de los recursos para recuperarse.
- f) Importancia comercial de los recursos.

Enseguida se presenta la matriz de impactos ambientales:

MATRIZ DE LEOPOLD

GASOLINERA TECÁMAC, S.A. DE C.V.

Calle Reforma No. 38, col. San Pedro Atzompa, Tecámac, Estado de México.

		ACTIVIDADES DE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO																																																										
		PREPARACIÓN SITIO				DEL CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA				OPERACIÓN					MANTENIMIENTO		ABANDONO																																											
SIMBOLOGÍA:		DEMOLICIÓN Y EXCAVACIÓN	SALIDA DE MATERIALES	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	TRÁFICO VEHICULAR	OPERACIÓN DE MAQUINARIA	RUIDO	EMISIONES ATMOSFERICAS	CIMENTACIONES	SALIDA E INGRESO DE MATERIALES	RUIDO	USO DE AGUA	GENERACIÓN DE BASURA	TRABAJO HUMANO	EDIFICACIÓN	TRANSPORTE D GASOLINA/DIESEL	OPERACIÓN DEL PROYECTO	DESCARGA DE AUTOTANQUE	DESPECHO DE GASOLINA O DIESEL	ALMACENAM. DE COMBUSTIBLES	ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS	TRABAJO EN OFINAS	AGUAS RESIDUALES	GENERACIÓN DE BASURA	AREAS VERDES	MANTENIMIENTO GENERAL	DEMOLICIÓN	ACARREO DE MATERIALES	RESIDUOS SÓLIDOS	AGUAS RESIDUALES	CIERRE DE ESTACIÓN DE GAS	a	a	A	A	b	b	B	B																					
																																a	a	A	A	b	b	B	B																					
ASPECTOS AMBIENTALES DEL SITIO Y ÁREA DE INFLUENCIA																													a	a	A	A	b	b	B	B																								
SUELO	USO ACTUAL													a		b										b																																		
	SUBSUELO							a					a		a								a			b		b		a																														
AGUA	USO										a		a		a		a							a		b				a																														
	SUPERFICIAL																																																											
	SUBTERRÁNEA								a			a		a		a																																												
AIRE	ATMÓSFERA							a	a		b		a	a	a		a		a								b		a																															
	RUIDO							a	a	a			a	a	a		a		a									b		a																														
BIOTICOS	FLORA														a													b		b																														
	FAUNA														a													b		b																														
SOCIOECONÓMICOS	PAISAJE								a			a					b									b		a		a																														
	VIALIDAD								a			a				a	a													a																														
	EMPLEO							b	b			b	b	b	b	b												b		b		b																												
	RECAUDACIÓN							b	b		b	b	b	b	b	b													b		b																													
	ECONOMÍA							b	b					b	b	b														b		b																												
	SERVICIOS							a	b			a	a	a	a	a																																												
	SALUD							a		a		a	b	a		a				a																																								
	SEGURIDAD							a	a			a	b	a	a	a		a		a								B																																
	a							6	5	2	2	5	4	11	4	5	2	4		2	1		2																																					
	a							1							1	4					1	1	2	1																																				
	A																																																											
	A																																																											
	b							3	4			2	2	5	3	2	1																																											
	b																																																											
	B																																																											
	B																																																											

RESULTADOS DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Tabla 3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO (Impactos ya ocurridos)

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
B	Insignificante benéfico	N.D.
A	Insignificante adverso	N.D.
<u>b</u>	Menor benéfico	N.D.
<u>a</u>	Menor adverso	N.D.
B	Moderado benéfico	N.D.
A	Moderado adverso	N.D.
<u>B</u>	Mayor benéfico	N.D.
<u>A</u>	Mayor adverso	N.D.

N.D. – No determinado

Tabla 4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
b	Insignificante benéfico	19
a	Insignificante adverso	35
<u>b</u>	Menor benéfico	0
<u>a</u>	Menor adverso	1
B	Moderado benéfico	0
A	Moderado adverso	0
<u>B</u>	Mayor benéfico	0
<u>A</u>	Mayor adverso	0

Tabla 5. ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
b	Insignificante benéfico	6
a	Insignificante adverso	20
<u>b</u>	Menor benéfico	7
<u>a</u>	Menor adverso	9
B	Moderado benéfico	0
A	Moderado adverso	0
<u>B</u>	Mayor benéfico	0
<u>A</u>	Mayor adverso	0

Tabla 6. ETAPA DE MANTENIMIENTO

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
b	Insignificante benéfico	13
a	Insignificante adverso	0
<u>b</u>	Menor benéfico	2
<u>a</u>	Menor adverso	0
B	Moderado benéfico	0
A	Moderado adverso	0
<u>B</u>	Mayor benéfico	1
<u>A</u>	Mayor adverso	0

Tabla 7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
b	Insignificante benéfico	12
a	Insignificante adverso	12
<u>b</u>	Menor benéfico	5
<u>a</u>	Menor adverso	3
B	Moderado benéfico	0
A	Moderado adverso	0
<u>B</u>	Mayor benéfico	0
<u>A</u>	Mayor adverso	0

Tabla 8. TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

	IMPACTO	CANTIDAD TOTAL
b	Insignificante benéfico	48
a	Insignificante adverso	67
<u>b</u>	Menor benéfico	14
<u>a</u>	Menor adverso	14
B	Moderado benéfico	0
A	Moderado adverso	0
<u>B</u>	Mayor benéfico	1
<u>A</u>	Mayor adverso	0

Descripción de cada uno de los impactos identificados:

Etapas de preparación del sitio. (Etapa ya realizada).

Etapas de construcción de la obra.

IMPACTOS EN EL SUELO

Adverso insignificante. Ya que es un predio con uso de suelo en un principio restringido, de tal forma que debe recurrir a instancias estatales para solicitar antes el Dictamen de Impacto Regional, para después tramitar la Licencia Estatal de Uso de Suelo, para gasolinera; por otra parte, el uso de suelo es factible de acuerdo con un Dictámen Técnico del área de Ordenamiento Ecológico del Gobierno del Estado. Por lo que falta por construir se generará impacto negativo insignificante en el suelo del predio, por ser un proyecto pequeño.

IMPACTOS EN EL AGUA.

Durante esta etapa se consumirá agua por parte de los trabajadores de la obra y para la preparación de mezcla para la construcción, pero el consumo será mínimo, por lo que el impacto en los mantos acuíferos de donde será extraída el agua para estas etapas, es insignificante.

Con respecto a las aguas residuales de esta etapa, ellas generarán un impacto poco significativo a los cuerpos de agua superficiales, debido a que es reducido el número de trabajadores de la obra, por lo que ellos no generarán grandes cantidades de aguas residuales.

IMPACTOS EN EL AIRE.

El movimiento de tierras, excavaciones, acarreo y transporte de materiales, así como la generación de cascajo y residuos de construcción; generarán emisiones de polvos, provocando impactos negativos de magnitud insignificante, alterando momentáneamente la calidad del aire dentro del predio y en sus colindancias. También se generarán mínimos polvos por el movimiento de materiales como arena, grava y cemento; así como por el transporte de dichos materiales.

En promedio la etapa construcción generará un nivel de ruido por debajo de los límites máximos permitidos de la norma correspondiente.

Por lo que el impacto se considera insignificante, tomando en cuenta que aun cuando los límites de la norma serán rebasados durante la utilización de maquinaria de gran potencia, este ruido se generará en forma temporal.

IMPACTOS AL MEDIO BIÓTICO

La flora y fauna del predio sí será afectada pero por ser mínima, los impactos al medio biótico serán insignificantes.

IMPACTOS AL PAISAJE

Durante esta etapa el impacto al paisaje será negativo insignificante, por el movimiento de materiales, camiones, equipos y trabajadores; sin embargo al ser un inmueble con barda perimetral, la obra prácticamente no será vista desde el exterior, a excepción del ingreso y salida de materiales y personas.

IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Vialidad.- Debido a la entrada y salida de camiones, así como a la carga y descarga de materiales durante la construcción, habrá inconvenientes en la calle Reforma, pero por tratarse de un proyecto relativamente pequeño, se estima que el impacto será negativo insignificante.

Empleo.- Se crean sólo algunos empleos temporales, por lo que el impacto positivo es insignificante.

Recaudación.- La recaudación en esta etapa, aunque positiva, es insignificante porque la recaudación se realizará por medio de los salarios de los trabajadores de la obra, por la compra-venta de materiales, por el aprovechamiento de energía eléctrica y por la contratación de servicios privados; todos estos elementos en magnitud insignificante.

Economía.- La promoción económica representará una afectación positiva insignificante, ya que serán pocos los trabajadores que recibirán remuneración por la obra y ésta será sólo durante el tiempo que dure la preparación y construcción.

Esto implica que los insumos requeridos por la obra así como los utilizados para cubrir las necesidades de los trabajadores serán sólo temporales y en magnitud insignificante.

Servicios.- Los servicios (energía eléctrica, agua potable, drenaje) que se utilizan en esta etapa son mínimos, por lo que la afectación negativa que implica la demanda de servicios, será insignificante.

Salud.- Por la temporalidad y las relativamente bajas cantidades de emisiones de polvos, durante esta etapa, se considera que la afectación negativa a la salud de los trabajadores y a la población cercana al proyecto, es insignificante.

Seguridad.- La seguridad del área cercana al predio y en el mismo terreno del proyecto puede verse afectada negativamente, pero de manera insignificante, ya que los trabajadores de la obra así como los materiales y equipo que se manejarán en el proyecto son pueden ser objeto de la delincuencia.

Operación:

Suelo:

El uso de suelo implica un impacto benéfico menor, ya el proyecto cuenta con Dictamen Técnico de que es factible la realización del proyecto, por parte del área de Ordenamiento Ecológico del Estado.

En el subsuelo se pueden provocar impactos negativos insignificantes por la generación de aguas residuales y residuos sólidos que pueden contaminar el subsuelo directa o indirectamente.

Agua:

Durante esta etapa hay una demanda poco importante de agua ya que para la operación de la gasolinera no se requiere mucha agua, sino que el agua se consumirá por los empleados y en servicios generales de la estación de servicio.

La demanda de agua provocara impacto negativo permanente de menor magnitud, para las aguas residuales, ellas generarán un impacto adverso permanente menor. Las aguas residuales serán principalmente de tipo sanitario.

Calidad del aire:

Esta se verá afectada negativamente en magnitud menor, ya que en la gasolinera se generarán emisiones de gases de combustión de los usuarios cotidianamente. El ruido de la gasolinera no rebasará los límites máximos permitidos de la norma correspondiente, porque el abasto de gasolinas y diésel no es ruidoso, por lo que el impacto es negativo pero insignificante.

Bióta:

En proyecto contempla la instalación de una pequeña área jardinada para la operación de la gasolinera, por lo que el impacto será benéfico pero insignificante.

Factores Socio-Económicos:

Paisaje.- En esta etapa el paisaje provoca impacto benéfico insignificante porque la estación de servicio se integrará adecuadamente al paisaje urbano de la zona.

El proyecto potencialmente provocará algunos conflictos viales sobre la calle Reforma, por lo que se considera un impacto negativo menor.

El empleo se ve afectado de manera positiva, ya que se generará empleo de manera permanente, para alrededor de 14 trabajadores que beneficiarán a igual número de familias, por lo que el impacto es benéfico menor.

El intercambio comercial en la estación de servicio y su entorno mejorará la economía y recaudación de los trabajadores, proveedores y prestadores de servicios de la gasolinera; el impacto será benéfico menor.

Se incrementará la demanda de servicios públicos y privados, el impacto de esta demanda de servicios es insignificante por el tamaño y características del proyecto ya que éste no consumirá cantidades importantes de tales servicios públicos y privados.

La posibilidad de que la generación de contaminantes (aguas residuales, emisiones atmosféricas y desechos sólidos), en esta etapa pueda ocasionar efectos adversos en la salud de los trabajadores o actividades aledañas, es remota, por lo que se considera que este impacto es insignificante.

Una gasolinera representa potenciales impactos por el riesgo de accidente; sin embargo, se estima un impacto negativo menor por las medidas de protección implementadas para el proyecto, como los pozos de monitoreo en la fosa de tanques, los tanques y tuberías de doble pared, el sistema de detección de fuga en los tanques; y demás medidas de seguridad establecidas en la norma oficial mexicana NOM-EM-001-2015 Diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio.

Mantenimiento:

Suelo:

El mantenimiento de instalaciones producirá impacto benéfico de insignificante importancia ya que con el mantenimiento de las instalaciones se protegerá de alguna forma el suelo y subsuelo del predio.

Agua:

Con el mantenimiento de la red interna de agua potable se evitarán fugas, lo cual produce impacto positivo insignificante.

Aire:

El mantenimiento a los vehículos contribuirá a que el impacto de emisiones atmosféricas sea menor por lo que el mantenimiento implica un impacto benéfico insignificante.

Biota:

El impacto será benéfico insignificante ya que se mantendrá una pequeña área verde en la gasolinera

Socioeconómicos:

Paisaje.- El mantenimiento de instalaciones generará un efecto positivo de magnitud menor en el paisaje, ya que provocará una imagen de orden, limpieza y seguridad.

El mantenimiento de las instalaciones reducirá conflictos viales en los accesos, por lo que el impacto será benéfico insignificante.

El empleo puede resultar beneficiado por la contratación de empresas externas para realizar el mantenimiento de instalaciones; por lo que el impacto será benéfico insignificante.

La recaudación y economía promovida por el mantenimiento de instalaciones se considera que provocará un impacto benéfico insignificante.

El mantenimiento constante de instalaciones provocará beneficios por la demanda constante de servicios privados, por lo que se considera un impacto benéfico insignificante por el tamaño del proyecto.

La seguridad de la gasolinera se verá afectada positivamente por el mantenimiento constante de las instalaciones mecánicas y equipos que manejen gasolina y diésel, por lo que se considera un impacto de importancia moderada por la sustancia riesgosa (gasolina), que se manejará.

Abandono:

Suelo:

Esta fase del proyecto generará efectos diferentes en cuanto al suelo del predio, por una parte la generación de residuos sólidos y aguas residuales serían adversos al subsuelo, mientras que finalmente la recuperación del área será benéfica. Ambos impactos serán de magnitud insignificante.

Agua:

Por la cancelación de la demanda de agua potable se producirá un efecto benéfico menor, pero por otra parte durante esta etapa se generarán aguas residuales que provocarán un efecto adverso insignificante, durante el desmantelamiento del inmueble.

Aire:

El impacto será benéfico de magnitud menor, ya que no se emitirán más emisiones contaminantes de la gasolinera.

Por otra parte la emisión de polvos durante la demolición y acarreo de materiales, se generarán impactos adversos insignificantes; pero una vez terminado el desmantelamiento y abandono del sitio esta actividad el impacto será benéfico permanente aunque también insignificante temporal.

Biota:

Por el abandono del predio posiblemente volverán a crecer otros árboles por lo que el impacto es benéfico insignificante.

Socioeconómicos:

Paisaje.- El paisaje sufrirá impactos negativos durante las actividades de esta etapa, los cuales serán poco significativos, además el abandono del área genera impacto adverso insignificante ya que se modificará la armonía del paisaje que ya se había integrado.

La vialidad de la zona mejorará por el abandono del sitio, ya que disminuirá la posibilidad de que la gasolinera provoque conflictos viales de autos que circulan por la calle Reforma; este impacto se considera benéfico menor.

El efecto más importante que se produce en el empleo es negativo menor ya que se pierde una fuente de empleos permanentes.

La economía y recaudación se verán afectadas negativamente, ya que se cancelarán relaciones comerciales del proyecto con proveedores y prestadores de servicios. El impacto se considera menor por el tamaño del proyecto.

La cancelación de la demanda de servicios públicos es benéfica insignificante debido a que ya no serán requeridos servicios del gobierno.

La salud de la población en general puede verse beneficiada, por el abandono del sitio, ya que se cancela la posibilidad de accidente en la estación de servicio, el impacto es benéfico insignificante.

La seguridad de la zona se verá beneficiada por el abandono del sitio, ya que no habrá posibilidad de un accidente. Por lo que el impacto se considera benéfico de menor importancia.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS

AMBIENTALES .

1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Durante lo que queda de la etapa de construcción básicamente se pueden realizar acciones para disminuir las emisiones atmosféricas por el manejo de materiales de construcción. Además debe considerarse que los impactos negativos identificados para la etapa de construcción fueron en su gran mayoría, de insignificante magnitud.

Operación y mantenimiento:

Para las etapas de operación y mantenimiento se proponen las siguientes medidas:

Suelo:

Fomentar la separación de residuos domésticos en la estación de servicio, para facilitar su manejo en los sitios de disposición final. No permitir cambios de aceite ni reparaciones mecánicas dentro del predio, para evitar posibles derrames de aceites.

Agua:

Evitar el desperdicio del líquido considerando la utilización de muebles sanitarios de bajo consumo de agua y una política que establezca el uso racional del agua y el mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación hidráulica, para evitar fugas.

También se debe prohibir el uso de sustancias contaminantes en la descarga doméstica, tales como aceites, pinturas, solventes, detergentes no biodegradables y productos químicos diversos.

Atmósfera:

Para evitar emisiones atmosféricas se debe sugerir a los usuarios de la estación que sus autos reciban el mantenimiento adecuado y oportuno para evitar fugas mantener un sistema eficiente de combustión.

Socioeconómicos:

El mantenimiento constante de la gasolinera evitará que se originen fugas y derrames de gasolina y diésel que pudieran afectar las actividades aledañas. Además dicho mantenimiento generará un paisaje limpio, ordenado y seguro.

En acceso y salida de la gasolinera deben colocarse señales restrictivas, para evitar problemas viales sobre la calle Reforma.

Abandono:

Durante las actividades de demolición mediante uso de maquinaria pesada, durante el abandono del sitio, se deben realizar acciones que reduzcan la emisión de polvos, así como cubrir con lonas los camiones de transporte de cascajo. Además se deben realizar estas actividades en horarios que no alteren la paz de los vecinos.

2. Impactos residuales .

Los posibles impactos residuales son la eliminación de la capa vegetal y la imposibilidad de filtración de agua pluvial en el área del proyecto, sin embargo al término de su vida útil, existe una posibilidad remota de que se quite la plancha de concreto y se coloque una capa de suelo para infiltrar agua. Otra posibilidad de generar impactos residuales es que haya derrames de residuos de aceites que permanezcan largo tiempo sin control; por lo que es necesario que el área destinada al almacenamiento de residuos aceitosos, sea construida conforme a las especificaciones pertinentes y además debe haber una verificación constante para que en caso de derrame de residuos aceitosos, el derrame sea limpiado de inmediato.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .

1. Pronóstico del escenario .

Se estima que el escenario ambiental modificado levemente por el proyecto, se integrará al escenario ambiental que actualmente se encuentra en la zona del proyecto, donde se presenta una urbanización extendida y un crecimiento de la mancha urbana importante.

En vista de que el proyecto se integrará adecuadamente al corredor urbano de la zona del predio, no se presentan impactos significativos de los cuales sea necesario buscar alternativas. Se estima que las medidas de mitigación propuestas son suficientes para resarcir los impactos ambientales que generará la gasolinera proyectada.

3. Conclusiones.

La matriz de interacción muestra en su mayoría impactos negativos insignificantes porque la estación de servicio gasolinera se proyecta dentro de una zona altamente urbanizada, la cual ya ha sido degradada ambientalmente y los elementos de flora y fauna son mínimos. Además de que el uso de suelo es factible de acuerdo con la Dirección de Ordenamiento Ecológico del Gobierno del Estado de México.

El proyecto no afectará a ecosistema diferente al urbano.

Las características del paisaje en la zona de estudio son las típicas de una zona urbana donde se encuentra una mezcla de comercios y servicios. La zona cuenta con todos los servicios públicos y calles pavimentadas y banquetas.

En la zona existen diversas vialidades donde circulan vehículos de todo tipo desde ligeros hasta pesados, principalmente por la carretera federal México-Pachuca.

La arquitectura del paisaje es de zona urbana, calles pavimentada, banquetas, con una considerable cantidad de comercios y servicios.

Los aspectos bióticos de la zona están basados en arbolado urbano, la fauna está restringida básicamente a algunas aves, lagartijas e insectos que se encuentran en la zona formando poblaciones mínimas y con poca diversidad, todas las especies existentes son propias de zonas urbanas. La escasa fauna y flora existente en la zona no sufrirá variación significativa por el proyecto.

Una vez que se ha caracterizado la zona entorno al predio, las posibles variaciones que sufrirá el sitio por efectos del proyecto son:

Como consecuencia de la realización del proyecto, el paisaje sufrirá una variación poco significativa ya que las instalaciones de la gasolinera son relativamente pequeñas y prácticamente pasarán desapercibidas por los automovilistas y transeúntes que pasen por la calle Reforma, excepto porque el proyecto es una gasolinera, que brinda un servicio que se utiliza muy frecuentemente. La demografía de la zona no se verá alterada ya que será una mínima cantidad de trabajadores que asistirán a la Estación de Servicio.

Por la realización del proyecto no habrá aumento significativo en la generación de residuos sólidos o aguas residuales. Causando efectos adversos importantes sólo si se manejan de manera inadecuada.

La calidad del aire asimismo no se verá afectada por el proyecto, ya que se espera una calidad del aire similar a la que se tenía antes de la realización del proyecto.

Los aspectos bióticos son reducidos y el proyecto no representa una barrera física entre estos, pues la flora y fauna en la zona es escasa, casi nula.

Por lo anterior el proyecto no afectará más ese ecosistema totalmente degradado.

Cabe mencionar que el proyecto no alterará la dinámica de otros ecosistemas y si bien existen alteraciones ambientales identificadas como impactos negativos también se han planteado ya las medidas de mitigación correspondientes.

El proyecto, que es una obra pequeña, no implica afectaciones considerables al ambiente ni a los recursos naturales; el impacto más significativo lo representa un accidente mayor en la gasolinera. Sin embargo dicho riesgo se reduce con las medidas de seguridad que conforme a la normatividad se implementarán en la instalación.

Las condiciones originales del área no se verán alteradas ya que se trata de un área ya degradada, en todo caso habrá una variación moderada en el paisaje por la entrada y salida de vehículos del proyecto.

No habrá un incremento significativo en el uso y demanda de agua, el cual se estima se mantendrá constante durante el tiempo de vida útil del proyecto; lo mismo sucederá con las aguas residuales cuya generación es proporcional al consumo de agua; las aguas residuales se canalizarán al alcantarillado municipal.

Los residuos sólidos tampoco aumentarán significativamente por lo que se tendrá prácticamente la misma demanda para el servicio de limpia.

Las medidas de mitigación, prevención y compensación contribuirán a reducir los impactos negativos que ocasiona el proyecto de Construcción y Operación de una Gasolinera. Sin embargo, es importante realizar tales acciones para reducir al máximo las afectaciones al ambiente, promoviendo así una cultura que ayudará a cuidar los recursos naturales y a cuidar la integridad física de las comunidades aledañas.

VIII. LITERATURA CONSULTADA

1. Canter, Larry W. 1999. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los Estudios de Impacto. Mac Graw Hill, Madrid España; 841 pp.
2. Fornaworth, E C y G.F.B.; 1977; Ecosistemas Frágiles; Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
3. García de Miranda, E. 1980. Apuntes de Climatología. México.
4. García E.; 1988; Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köepen; Ed. García Miranda; México, D.F.
5. Gobierno del Estado de México. Plan de Desarrollo Municipal 2013 – 2015.
6. INEGI. Anuario estadístico del municipio de Tecámac. .
7. Olvera José, 1988-91 El servicio meteorológico en el Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México 1988 91 pp.
8. Estudio de mecánica de suelos para la estación de servicio ubicada en calle Reforma No. 38, col. San Pedro Atzompa, Tecámac, Estado de México.
9. Rzedowsky, J. 1980. Vegetación de México. Ed. Limusa, México; 432 pp.
10. SARH. PNH. 1986; Manual de Impacto Ambiental, México, D.F.
11. SEDUE; 1989; Información básica sobre Áreas Naturales Protegidas en México; México; D.F.
12. Universidad Autónoma del Estado de Morelos y gobierno del Estado (2000), Ordenamiento ecológico del territorio, caracterización y análisis de ocupación del territorio.

ANEXOS

- I. ACTA CONSTITUTIVA, RFC Y APODERADO LEGAL.
- II. COMPROBANTE DE LA POSESIÓN DEL PREDIO.
- III. CÉDULA INFORMATIVA DE ZONIFICACIÓN, CONSTANCIA DE ALINEAMIENTO Y DICTAMEN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.
- IV. ARCHIVO FOTOGRÁFICO.
- V. PLANOS DEL PROYECTO, MEMORIA DESCRIPTIVA Y PROGRAMA DE OBRA.
- VI. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

A N E X O

I

ACTA CONSTITUTIVA, RFC.
Y APODERADO LEGAL

A N E X O

II

COMPROBANTE DE LA
POSESIÓN DEL PREDIO



Así, considerando al Suelo de desplante como arcillo-limo-arenoso; de consistencia media a firme, de baja a mediana resistencia al esfuerzo cortante, se determinó que para las Zapatas cuyo ancho (B) se encuentre comprendido entre 1.2 y 2.0 m, el **Módulo de Reacción Vertical** alcanza valores extremos de 0.50 y 0.29 kg/cm²/cm, respectivamente, tal como se muestra en la **Tabla siguiente (Ref. 8)**:

TABLA I

ANCHO DE ZAPATA (B) (cm)	MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL (kv) (kg/cm ² /cm)
120	0.50
150	0.44
175	0.36
200	0.29

f) Asentamientos Elásticos

Son aquéllos que ocurren inmediatamente después de aplicada la carga, sin originar cambio volumétrico del Suelo. Se valoraron aplicando a la expresión de **Steinbrenner (Ref. 8)** los parámetros elásticos de los Suelos situados por abajo de la Cimentación. Así, se determinó que, para la presión total máxima que transmitirán las Zapatas de Cimentación, de



3.8 t/m², con Factor de Carga unitario, los asentamientos inmediatos serán de 3 cm bajo cada Zapata.

Los Asentamientos Elásticos se evaluaron con la expresión:

$$\Delta\rho_D = \frac{qB}{E} [(1-\mu^2) F_1 + (1-\mu-2\mu^2) F_2]$$

donde:

$\Delta\rho_D$	Asentamiento en la esquina del área cargada, en cm
q	Carga uniformemente repartida en el área, en kg/cm ²
B	Ancho del área cargada, en cm.
E	Módulo de Young del estrato de espesor D, en kg/cm ² .
F ₁ y F ₂	Factores que dependen de las relaciones geométricas D/B y L/B.
L	Longitud del área cargada, en cm.

g) Asentamientos Diferidos

Son aquéllos que se originan a través del tiempo y si conllevan cambios volumétricos, y ocurrirán en aquéllas lentes en las que la consistencia disminuya a media. Se acotaron aplicando a la Teoría de Consolidación de K. Terzaghi (Ref. 9) los parámetros de compresibilidad del Subsuelo situado dentro de la profundidad de influencia del área cargada. Por su



parte, la distribución de la sobrecarga con la profundidad se obtuvo con el criterio de **Boussinesq** (Ref. 10). De esta manera, se estima que los asentamientos diferidos ó de consolidación no excederán de 3 cm, magnitud muy inferior a la permisible de 15 cm para Estructuras no aisladas.

Los Asentamientos Diferidos se calcularon por medio de la relación:

$$\Delta H = \sum_0^H \left[\frac{\Delta e}{1 + C_o} \right] \Delta z$$

En donde:

ΔH = Asentamiento de un estrato de espesor H, en cm.

C_o = Relación inicial de vacíos, adimensional

Δe = Variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical Δp (en kg/cm²), inducido a la profundidad z por la carga vertical, estimada en pruebas de Consolidación Unidimensional, adimensional.

Δz = Espesores de estratos elementales en los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes, en cm.

En el análisis anterior se consideró parcialmente el efecto de la rigidez de las cimentaciones, que en última instancia tenderá a uniformizar los asentamientos de las mismas.



h) Deformaciones Diferenciales y Distorsiones Angulares.

Con los asentamientos antes citados, y considerando la simetría en la disposición de las columnas de las Isletas, las deformaciones diferenciales que se presentarán a mediano ó a largo plazo alcanzarán valores de 1 a 2 cm, lo que originará, a su vez, distorsiones angulares de 0.0013 a 0.0028; magnitudes inferiores a la permisible para éste tipo de Estructuras de concreto, de 0.0040; razón por la cual, la rigidización de la Cimentación mediante contratrabes de concreto ó trabes de liga dependerá únicamente del criterio del **Proyectista Estructural**.

i) Afectaciones a Inmuebles del Proyecto y/o Colindantes

De conformidad con las deformaciones citadas anteriormente, y considerando la posición y geometría de las Isletas no se prevén afectaciones futuras a las eventuales construcciones futuras; ni a las propias de la futura **Estación de Servicio (Fosa)** y/o al **Edificio de Oficinas ó a la Tienda de Conveniencia**.

VII.2 EDIFICIO DE OFICINAS Y TIENDA DE CONVENIENCIA.

-La Cimentación del **Edificio de Oficinas y de la Tienda de Conveniencia** se resolverá de manera similar a la de las Isletas, a base de Zapatas Aisiadas bajo las columnas ó bajo las concentraciones de carga más significativas, rigidizadas mediante contratrabes convencionales de concreto reforzado para recibir a los Muros de carga ó



perimetrales, apoyadas a 1.2 m bajo la superficie actual del terreno. También deberá tenerse especial cuidado de no inducir excentricidades entre los centroides de carga y de figura. Es claro que para alcanzar los niveles de piso terminado de la Tienda de Conveniencia y del Edificio de Oficinas, de +0.55 m, para recibir el piso de la Planta baja se tenderán terraplenes utilizando material "ligeró", de banco, tal como "escoria volcánica", constituida por arena y grava de tezontle, según capas no mayores de 20 cm de espesor, compactadas al 90 % de la Norma AHSSTO ESTÁNDAR.

-Considerando que la Estructura de las Oficinas tendrá un peso unitario de 2.0 t/m² (aproximadamente), que el de la Cimentación será 1.0 t/m²; la presión máxima que se inducirá al Subsuelo será de 3.0 t/m², aproximadamente.

-Las Zapatas de Cimentación de las Oficinas y de la Tienda de Conveniencia se diseñarán para transmitir una Presión de contacto no mayor de 8.6 t/m², al igual que las de las Isletas.

-Toda vez que se cuente con el dimensionamiento definitivo de las Zapatas de Cimentación en función de las cargas reales, se revisará que el Factor de Seguridad contra falla general ante el efecto Sísmico no sea inferior a 2. Asimismo, se verificará el cumplimiento de la desigualdad para el Estado Límite de Falla del Reglamento de Construcciones del Estado de México.



-Las deformaciones que experimentarán las Zapatas de Cimentación serán de dos tipos: elásticas y diferidas (al igual que para las de las Isletas).

-Los asentamientos elásticos fluctuarán entre 2 y 3 cm. Por su parte, los hundimientos por consolidación no excederán de 1 a 2 cm; todas las magnitudes citadas resultan muy inferiores al mínimo permisible para Estructuras no aisladas, de 15 cm.

-Con la Cimentación propuesta para las Oficinas y la Tienda de Conveniencia se esperan pequeños asentamientos diferenciales de 1 a 2 cm, lo que conllevará a distorsiones angulares máximas del orden de 0.0017; por ello, como ya se mencionó, se deberá rigidizar a la Cimentación con contratrabes convencionales de rigidez; ello implicará una "reducción" en los asentamientos diferenciales y en las distorsiones angulares antes citadas. Además de tener la función de rigidizar a las Zapatas de Cimentación, las contratrabes cumplirán el objetivo de recibir a los muros de carga ó perimetrales de las propias Estructuras.

VII.3 CAJONES DE CIMENTACIÓN (FOSA Y CISTERNA).

a) Tipo de Cimentación y Profundidad de Desplante

La Cimentación de la Fosa para alojar a los tanques de almacenamiento de combustible se resolverá a base de una Losa de concreto reforzado,



rigidizada con contratraves convencionales y/o con los propios Muros de Contención Perimetrales, desplantada a 5.5 m de profundidad con respecto al nivel actual de la superficie del terreno.

Cabe destacar que la profundidad de desplante de la Fosa anteriormente señalada estuvo condicionada a los requerimientos geométricos y de operación de los tanques.

Por su parte, el desplante de la Losa de la Cisterna se realizará como mínimo a 2.7 m de profundidad por cuestiones de operación y/o funcionamiento de la misma.

b) Presiones Diseño

La Fosa tendrá un peso unitario de 6.6 t/m^2 , y la Cisterna de 1.0 t/m^2 cuando se encuentren totalmente vacíos (sin Combustibles y sin agua, respectivamente); y de 7.7 t/m^2 (Fosa), y de 2.7 t/m^2 (cisterna) cuando se encuentren llenos.

c) Presión sobre las Losas de Cimentación

Las Losas de Cimentación de la Fosa y de la Cisterna deberán diseñarse para soportar una presión de reacción igual al peso unitario total para la condición de tanques y cisterna llenos, de 7.7 y 2.7 t/m^2 .



respectivamente, consideradas uniformemente repartidas en toda el área de las Losas. El Proyectista Estructural incrementará estas presiones en función de los Factores de Carga (Fc) que marca el **Reglamento de Construcciones del Estado de México**, vigente (Ref. 7).

Ambas Losas (cisterna y fosa) deben ser diseñadas como doblemente armadas, ya que, la carga vertical máxima será de 7.7 y 2.7 t/m² para el caso de tanques llenos.

Para el Diseño Estructural definitivo se utilizará un **Coefficiente Sísmico (Cs) de 0.32**, correspondiente a Subsuelo de la **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**.

d) Capacidad de Carga

La Capacidad de Carga se evaluó también con la fórmula de A.W Skempton, ya citada. De esta manera, la Capacidad de Carga Admisible, bajo un Factor de Seguridad de 3 resulta de 21.7 t/m², magnitud superior al peso unitario total de la Estructura de la Fosa con tanques llenos, de 7.7 t/m², es decir, no habrá falla por esfuerzo cortante del Suelo de apoyo. Por su parte, la Capacidad de Carga de la Losa de Cimentación de la Cisterna es de 11.9 t/m², superior al peso unitario total, de 2.7 t/m².

Adicionalmente, al igual que para la Cimentación superficial (Zapatatas), se



verificó el cumplimiento de la desigualdad indicada para el Estado Límite de Falla.

Así:

$$(7.7 + 1.0) \times 1.50 < 5.4 \times 6.7 \times 0.35 + 9.0$$

* Carga unitaria eventual debida a una "Pipa" de 40 t

$$13.1 \text{ t/m}^2 < 21.7 \text{ t/m}^2 \text{ (para la carga máxima) ; O.K.}$$

y:

$$2.7 \times 1.4 < [3.0 \times 7.5] 0.35 + 4.0$$

$$3.8 \text{ t/m}^2 < 11.9 \text{ t/m}^2 \text{ , o.k. (para la Cisterna)}$$

e) Expansiones Elásticas del Subsuelo



Durante la excavación para alojar a la Fosa se descargará al Suelo con una presión de 7.7 t/m^2 (presión de compensación), lo que originará expansiones de tipo elástico; se evaluaron aplicando la ya mencionada expresión de Steinbrenner; éstas expansiones no excederán de 2 cm al centro del área excavada.

f) Asentamientos por Recompresión

Durante la construcción de la Fosa y el primer llenado de los tanques de almacenamiento se presentarán hundimientos por recompresión.

En este análisis se consideró que los tanques de almacenamiento estarán siempre como mínimo al 50% de su capacidad. De esta manera, la presión de contacto será de 7.1 t/m^2 .

Así, se generarán hundimientos totales por recompresión a corto y "mediano" plazo, estimados en 2 cm al centro de la Fosa. Cabe aclarar que la totalidad de los asentamientos indicados se presentarán conforme se vayan construyendo las estructuras y, en el primer llenado de los tanques.

Los asentamientos por recompresión de tipo elástico se evaluaron con el criterio de Steinbrenner.



g) Expansiones Diferidas

Dadas las características de mediana a reducida compresibilidad del Subsuelo del sitio, no se prevén expansiones del Subsuelo a mediano y largo plazo; aún cuando los tanques permaneciesen en la condición vacía por períodos prolongados.

h) Afectaciones a colindancias

De conformidad con lo dispuesto por la Ref. 7, las distorsiones angulares asociadas a las deformaciones diferenciales a su vez originadas por asentamientos y/o expansiones del Subsuelo debido a la construcción de la Fosa de Almacenamiento de Combustible se limitaron a valores máximos de 0.0040 en las Estructuras de las Isletas.

VII.4 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE LA EXCAVACIÓN PARA ALOJAR A LA FOSA.

a) Taludes

El Análisis de Estabilidad de los Taludes para cada una de las etapas que involucra el procedimiento constructivo del Cajón de concreto de la Fosa de Almacenamiento de Combustible se efectuó utilizando el Método de Janbú (Refs. 11 y 12) para Suelos con comportamiento



cohesivo-friccionante, y superficies de falla cilíndricas, de acuerdo a lo siguiente:

Así, para la excavación de 5.5 m para alojar a la Cimentación de la Fosa se verificó la Estabilidad de los Taludes con una inclinación 0.15:1.00 (0.15 horizontal por 1.00 vertical).

De esta manera, se analizó la Estabilidad de dichos Taludes, verificándose el cumplimiento de la desigualdad indicada más adelante, y/o el Factor de Seguridad para cada una de las condiciones siguientes:

-Excavación a una profundidad máxima de 5.5 m con respecto a la superficie.

-Sobrecarga de 1.5 t/m² actuante en la corona de los taludes sin sobrecarga de Estructuras colindantes (p.e.: la vía pública), y de 5.0 t/m² en la colindancia con Estructuras e instalaciones vecinas en la corona del Talud.

-Sobrecarga y formación de una grieta vertical sujeta a presión hidrostática en la corona del talud.

-Sobrecarga y formación de una grieta vertical sujeta a presión hidrostática en la corona de talud, y fuerza sísmica



$$\gamma H F_c + q < N_c f + c + \mu q F_r$$

Donde:

c	Cohesión obtenida de un "promedio pesado" ó ponderado"; representativa del Suelo que constituye a los Taludes, en t/m ² .
γH	Presión total al nivel del fondo de la excavación (Pv) , γ = Peso volumétrico del material; y H= altura del Talud.
F _c	Factor de Carga, adimensional = 1.4
q	Sobrecarga en la corona del Talud; 1.5 t/m ² en la vía pública; y 5.0 t/m ² para las Estructuras colindantes.
N _c f	Número de Estabilidad que depende del ángulo del Talud β , y del parámetro $\lambda c \phi$.
Φ_i	Angulo de fricción interna del Suelo, = 28°; (Según Marsal, determinada en prueba TCD) para los Suelos aluviales hasta 2.8 m; y de 39° hasta 5.5 m.
μq	Depende de la relación q/ H; y del ángulo del talud (β).

Entonces;

El Talud es estable



Para la sobrecarga de 1.5 t/m², y Talud 0.15:1.00

$$\lambda_{cf} = (\gamma H + q) \tan \varnothing = \frac{(1.65 \times 5.5 + 1.5) \tan 33.5^\circ}{0.895 (7.4)} = 1.06$$

$$\mu_q (c) \quad 0.895 (7.4)$$

Para $\beta=81^\circ$, y $\lambda_{cf}= 1.06$; $N_{cf} = 5.3$

Se verifica el cumplimiento de la desigualdad:

$$1.65 \times 5.5 \times 1.4 + 1.5 < 5.3 \times 7.4 \times 0.895 \times 0.7$$

14.2 t/m² > 24.6 t/m²; Se cumple sobradamente la desigualdad para la sobrecarga de 1.5 t/m²; entonces se verificará para la sobrecarga de 5.0 t/m².

Así;

Para la sobrecarga de 5.0 t/m², y Talud 0.15:1.00

$$\lambda_{cf} = (\gamma H + q) \tan \varnothing = \frac{(1.65 \times 5.5 + 5.0) \tan 33.5^\circ}{0.785 (7.4)} = 1.60$$

$$\mu_q (c) \quad 0.785 (7.4)$$

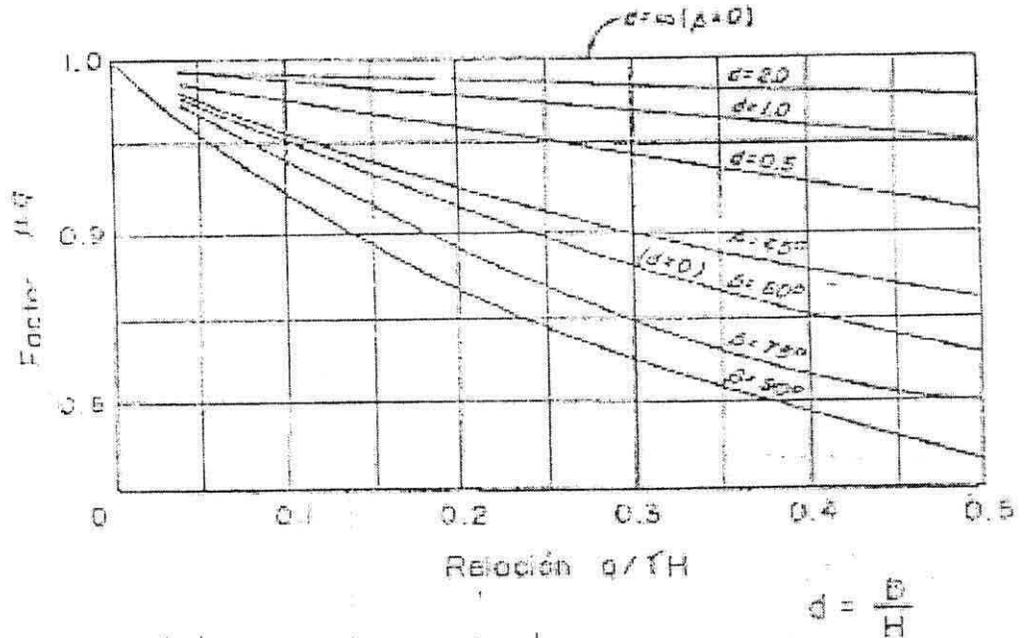
Para $\beta=81^\circ$, y $\lambda_{cf}= 1.60$; $N_{cf} = 5.9$

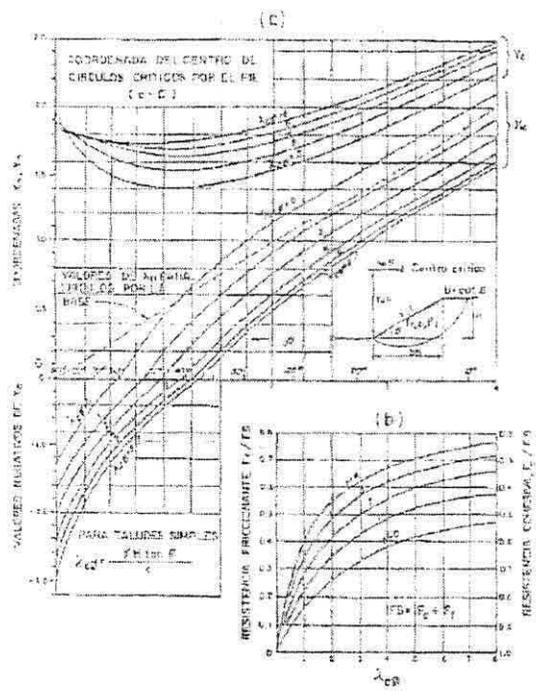
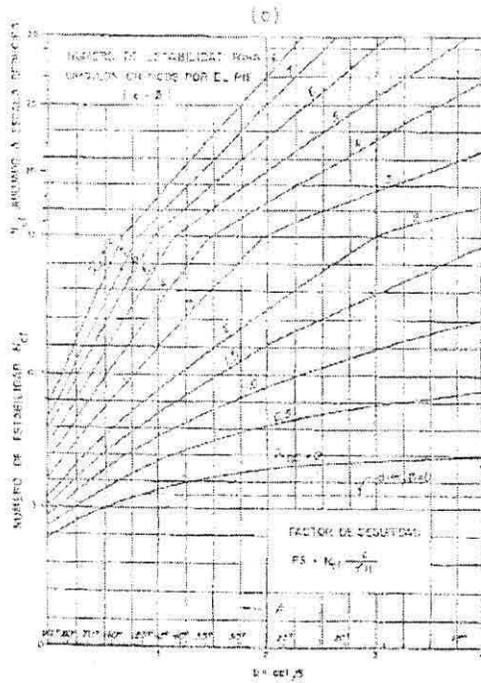
Se verifica el cumplimiento de la desigualdad:



$$1.65 \times 5.5 \times 1.4 + 5.0 < 5.9 \times 7.4 \times 0.785 \times 0.7$$

$17.7 \text{ t/m}^2 > 24.0 \text{ t/m}^2$; También se cumple la desigualdad para la sobrecarga de 5.0 t/m^2 .





Adicionalmente; en la **Tabla II** se consignan los Factores de Seguridad obtenidos para cada una de las condiciones anteriores.



TABLA II

CONDICION	FACTOR DE SEGURIDAD MINIMO
Peso propio y sobrecarga de Reglamento ó de construcciones vecinas.	3.10
Peso propio, sobrecarga de Reglamento ó de construcciones vecinas y grieta de tensión en la corona.	2.92
Peso propio, sobrecarga de Reglamento ó de construcciones vecinas, grieta de tensión en la corona y empuje hidrostático en ésta.	2.77
Peso propio, sobrecarga de Reglamento ó de construcciones vecinas, grieta de tensión en la corona, empuje hidrostático en ésta y Sismo.	2.37

Como podrá observarse, para el Talud analizado con las condiciones anteriores, con una inclinación 0.15:1.00 (0.15 horizontal por 1.00 vertical) el Factor de Seguridad más desfavorable para la condición más crítica resulta adecuado, de 2.37 para lapsos temporales.



GEC
S.A. DE C.V.



028

CAPÍTULO VIII
DISEÑO DE PAVIMENTOS



VIII. DISEÑO DE PAVIMENTOS

a) Tipo de Pavimentos

De acuerdo con las instrucciones recibidas por parte del Ing. Agustín Gómez Zaragoza, Proyectista Arquitectónico de la Estación de Servicio, en cuanto a las necesidades de funcionalidad, se construirán pavimentos del tipo Rígido, tanto en la Zona de Circulación como en la de Despacho de Combustible.

Considerando el servicio que prestará, el diseño estará regido por una frecuencia de intensidad baja a media de tránsito ligero y pesado que actuará sobre el Pavimento.

El tránsito consistirá de vehículos C-3 (pipas), automóviles y camionetas.

b) Parámetros de Diseño

Así, los parámetros utilizados para el Diseño de los Pavimentos son los siguientes:

- Concreto con resistencia $f'c$ a los 28 días de edad = 300 kg/cm^2 .
- Espesor de las Losas de concreto hidráulico = 15 cm
- Vida útil del pavimento (Vu) = 25 años



- Valor relativo de soporte en materiales del terreno superficial arcillo-limoso, de 1.0 m de espesor máximo, en estado inalterado-saturado = 4.6 a 6.0 %; valores a todas luces adecuados para que el terreno "natural" superficial pueda ser utilizado como Capa Subrasante.
- Valor Relativo de Soporte Estándar para Subrasante en materiales de banco = 30 %.
- Módulo de reacción (k), combinado de la Subrasante y la Base, determinado a partir del valor de soporte y espesor = 11.3 kg/cm^3 .
- Módulo de resistencia (Mr) a la tensión por flexión del concreto $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2 = 42 \text{ kg/cm}^2$.
- Módulo de resistencia de trabajo (MRT) a la tensión por flexión (aplicando un factor de seguridad de 1.75) = 24 kg/cm^2 .

c) Diseño

En base a los parámetros anteriores, se efectuó el Diseño de los Pavimentos rígidos utilizando el criterio de la **Asociación del Cemento Portland de E.E.U.U. (PCA)**, (Refs. 11 y 12). De esta manera, se obtuvo la siguiente estructura del Pavimento:



GEC
S.A. DE C.V.

Atlas
S.A. de C.V.

55

025

TABLA III
PAVIMENTO RIGIDO

CAPA	ESPEJOR (cm)
TERRACERIA (número de capas según proyecto de piso terminado)	20
SUBRASANTE	30
BASE HIDRÁULICA	17
LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO	15



GEC
S.A. DE C.V.



024

CAPÍTULO IX
NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN Y
CONTROL DE CIMENTACIONES Y
PAVIMENTOS

11.000 40001



IX. NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCION Y CONTROL

IX.1 ZAPATAS

- 1.- Las excavaciones para alojar a las Zapatas de las Isletas de Despacho de Combustible, del Anuncio Distintivo, de la Barda de Colindancia, del Edificio de las Oficinas y de la Tienda de Conveniencia se limitarán con taludes 0.15:1.00 (0.15 horizontal por 1.00 vertical), con lo cual, el Factor de Seguridad contra deslizamiento será adecuado, de 2.37, ó mayor.
- 2.- Posteriormente se retirará al material superficial que pudiese haber sido alterado.
- 3.- Cuando la excavación llegue al nivel de desplante, se requerirá la inspección de un **Especialista en Cimentaciones**, de tal suerte de evitar el apoyo en Suelos agrietados, sueltos, con raíces, deleznable ó en rellenos contaminados con cascajo. De presentarse esta situación, el Especialista establecerá los cambios pertinentes y los someterá a la autorización de esta Empresa.
- 4.- Inmediatamente después se deberá colocar una plantilla de concreto pobre, con $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$, cuyo objetivo es: trabajar con limpieza en el armado y colado de las cimentaciones, así como evitar que los materiales se intempericen y/o se humedezcan, y pudieran ocasionar una disminución en la Capacidad de Carga, ó asentamientos mayores a los previstos en este Informe.



- 5.- Para evitar intemperización y consecuentemente caídos de las paredes de las excavaciones, éstas se deberán proteger con tela de polietileno ó similar, en el entendido que las cepas permanezcan abiertas por un lapso mayor de 3 días.
- 6.- Se construirán las Zapatas de Cimentación, así como las contratraves de rigidez.
- 7.- Para los rellenos de las cuñas perimetrales de las cimentaciones no se podrá utilizar el producto de las excavaciones; se empleará material ligero de banco (escoria volcánica, p.e. tezontle), ó limo-arenoso ("tepetate"), respectivamente, procedente del más cercano, en ambos casos se compactarán al 90% AASHTO STANDAR, según capas no mayores de 20 cm.

IX.2 FOSA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

1.- Instrumentación del Subsuelo

Con el propósito de registrar la magnitud y evolución de las deformaciones verticales de la propia Estructura de la Fosa y de sus colindantes, se instrumentará al Subsuelo con 1 Estación de nivel flotante, con elementos a 6 y 8 m de profundidad.



3.- Excavación y Construcción

- a) La excavación se efectuará tendiendo cortes perimetrales con una inclinación 0.15:1.00 (0.15 horizontal por 1.00 vertical); con lo cual, el Factor de Seguridad contra deslizamiento será adecuado, mayor de 2.37. Cuando la excavación llegue al nivel de desplante, se requerirá la inspección de un **Especialista en Mecánica de Suelos**, de tal suerte de evitar el apoyo en Suelos agrietados, sueltos, deleznablees ó inestables.
- c) De presentarse ésta situación, el Especialista establecerá los cambios pertinentes y los someterá a la autorización de ésta Empresa.
- d) Si la excavación se realiza en época de lluvias, los taludes se protegerán contra la erosión pluvial con tela de polietileno ó con algún



aplanado de mortero, ó similar.

- e) Inmediatamente después de terminada la excavación deberá procederse a construir el Cajón hasta el nivel de la superficie actual.
- f) Ambas actividades, tanto la excavación como la construcción de la Fosa deberán efectuarse en forma expedita, simétrica y sin interrupciones, en un lapso máximo del orden de 30 días, de manera de restringir las expansiones diferidas del Subsuelo a valores tolerables que finalmente se traducirán en asentamientos de la Estructura no previstos en el análisis original.
- g) Para los rellenos de las cuñas perimetrales no se podrá utilizar el producto de las excavaciones, se utilizará arena y grava de tezontle ("escoria volcánica"), procedente del banco más cercano; mezclado con limo-arenoso ("tepetate"); los rellenos se compactarán al 90% **AASTHO Estándar**, según capas no mayores de 20 cm.
- h) Para asegurar que en todo tiempo el comportamiento futuro de la Cimentación sea el adecuado, se requiere que a lo largo de su vida útil sea prácticamente estanca: por ello se recomiendan diversas medidas.



- Colados con el debido vibrado y compactado del concreto.
 - Utilización de bandas impermeables de PVC en todas las juntas de colado; asimismo, las uniones entre los tramos de banda serán termosoldadas.
 - Impermeabilización exterior de la Cimentación mediante membranas asfálticas, ó similar, las cuales descansarán sobre una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor, con $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$. Además, el concreto premezclado deberá incluir impermeabilizante integral debidamente dosificado en la masa de concreto.
 - Interconexion de todas las celdas en la parte inferior, mediante ductos de 15 cm de diámetro.
 - Acceso permanente a las Fosa mediante registros para hombre, a fin de permitir su inspección y eventual impermeabilización.
 - Eliminación de las eventuales filtraciones ó fugas de las instalaciones hidráulicas que se acumulen en la Fosa; para ello, se dispondrá de un cárcamo equipado con bomba y electronivel.
 - Si en cualquier época las filtraciones aumentan, habrá que recurrir a un tratamiento severo de impermeabilización.
- k) En el proyecto de las tuberías e instalaciones hacia las bombas, deberán tomarse en cuenta las deformaciones máximas generales que

SA
S. A. de C. V.



se presentarán en la Fosa, de tal suerte que se eviten ó restrinjan las contrapendientes.

Las instalaciones y equipos citados anteriormente deberán incluir dispositivos que les permitan absorber, sin fracturarse, las deformaciones previstas.

IX.3 PAVIMENTOS

1) "Despalme"

- a) En toda el área por construir, se efectuará un "Despalme" mínimo de 20 cm. El producto de éste "Despalme" se colocará donde la Supervisión de Obra lo indique, y dadas sus inadecuadas propiedades mecánicas para material de Terracería no podrá ser utilizado posteriormente en la conformación de terraplenes.
- b) Durante la ejecución de esta actividad, todas las referencias topográficas existentes en el lugar se respetarán, tales como alineamientos, niveles, señalamientos, etc., reponiéndolas en caso de que se dañen ó alteren.

2) Escarificación

- a) A continuación, todo el terreno superficial resultante deberá aflojarse y conformarse (escarificación de la superficie descubierta). Se



compactará desde la superficie de esta capa en un espesor de 20 cm, hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), como mínimo, de la prueba **AASHTO Standard**.

3) Terracerías

- a) Acto seguido, se construirán las terracerías ó terraplenes requeridos para recibir a la Capa Subrasante; por lo anterior, el espesor total de estos terraplenes será variable, de acuerdo a los niveles de piso terminado; se construirán con materiales producto de banco de préstamo, inerte, limo-arenoso ("tepetate"), ó bien, mezclas de escoria volcánica y "tepetate", ambos clasificados como compactables. El equipo de construcción de los terraplenes será el conveniente de acuerdo al material existente, incluyendo el que empleará para la compactación; para ésta última se recomienda la utilización de rodillos lisos de 6 a 8 t de peso.
- b) Cada capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm, y se construirá el número requerido por Proyecto; se compactarán al 90% del peso volumétrico seco máximo **AASHTO Standard**.

Durante el tiempo que se tarde la compactación se darán riegos superficiales de agua para compensar la pérdida de humedad por evaporación; La compactación se realizará de las orillas hacia el centro, con los rodillos lisos, ya citados.



4) Subrasante

A continuación, se construirá la Capa Subrasante, de 30 cm de espesor compacto, conformándola en dos capas de 15 cm cada una. Este elemento tendrá el objetivo de soportar al Pavimento propiamente dicho. La Capa Subrasante se compactará al 95% de la Norma **AASHTO Stándar**. El bombeo transversal ó las pendientes requeridas por Proyecto se darán en esta capa. Las Especificaciones de Calidad para este material pueden ser satisfactoriamente cumplidas con material producto de banco de préstamo, limo-arenoso ("tepetate"); ó bien, con las mezclas antes citadas; también se darán riegos superficiales de agua.

5) Base Hidráulica

- a) La última capa (Base hidráulica), de 17 cm de espesor compacto, "estará constituida por materiales de préstamo del tipo de "grava y arena limosa" (grava cementada ó controlada), cuya distribución granulométrica se ubique en la **Zona 1** ó en la **Zona 2** de las curvas presentadas en las Especificaciones Generales de Construcción de la S. C. T.; en general, deberá cumplir las Especificaciones de Calidad indicadas en esa misma figura, en particular las relativas a límite líquido, valor relativo de soporte, valor cementante y equivalente de arena.



- b) El tamaño máximo de partículas de esta última capa se limitará a 3.8 cm (1 1/2"); el material se acarreará al lugar de colocación y se le incorporará el agua necesaria para compactarla hasta alcanzar como mínimo el 95% del peso volumétrico seco máximo **AASHTO Modificado**; también se darán riegos superficiales de agua para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

La Base hidráulica se compactará con rodillos vibratorios, de 5 a 6 t de peso y fuerza de compactación comprendida entre 15 y 16 t.

6) Riego de Impregnación

- a) Posteriormente, previo a la construcción de las Losas de concreto, se tendrá una membrana de curado e impermeabilización sobre la última capa del terraplén (Base hidráulica); toda vez que esta se encuentre superficialmente seca y barrida hasta eliminar las materias extrañas y el material suelto se aplicará (empleando petrolizadora) un producto asfáltico del tipo FM-1 (ó bien el MC-70) emulsión asfáltica de rompimiento medio, a razón de 1.5 lt/m². El Riego se aplicará preferentemente a la hora más calurosa del día; el material asfáltico tendrá una temperatura que variará de 30 a 60 ° C; el aspecto de la superficie impregnada será uniforme y la penetración deberá ser mayor a 4 mm. Colocado el material asfáltico y cuando se encuentre firmemente adherido se dejará penetrar cuando menos 48 hrs., no debiendo existir circulación vehicular por encima del material asfáltico.



7) Losa de Concreto

a) Se construirán las Losas de concreto del Pavimento de las áreas de Circulación interior y de Despacho de Combustible; las dimensiones de las Losas serán tales que se cumpla que la relación largo-ancho no exceda de 1.15. El concreto será premezclado y tendrá una resistencia en compresión mínima ($f'c$) de 300 kg/cm^2 , a los 28 días de edad, con un revenimiento de 8 a 14 cm, ± 2 cm; podrá ser colado a mano.

b) Se recomienda construir tableros de Losa con anchos de 3.0 m, aproximadamente.

El concreto se podrá armar por temperatura con una malla 6x6-10/10 ó bien con varilla corrugada de 3/8" de diámetro a cada 20 cm, con una parrilla colocada al centro del espesor de la Losa.

- c) En todo el borde perimetral del área por pavimentar, el espesor se engrosará en un 25%, con la forma y dimensiones de la junta tipo.
- d) Con el propósito de absorber las deformaciones diferenciales (ya citadas) entre los dados de Cimentación de las columnas de las Isletas y las Losas del piso de concreto, deberá preverse la construcción de juntas de expansión.
- e) El Concreto hidráulico deberá cumplir además con los siguientes requisitos en cuanto a materiales y ejecución:



GEC
SADOECV



- f) El agregado grueso deberá tener un tamaño máximo de 50.8 mm (2") y resistencia estructural superior a la resistencia de Proyecto del concreto, con la siguiente granulometría.

% QUE PASA LA MALLA	DENOMINACION DE LA MALLA
100	2 1/2 "
95 - 100	2 "
35 - 70	1 "
10 - 30	1/2 "
0 - 5	No. 4

Deberá estar exento de sustancias perjudiciales; tales como, partículas deleznales, suaves, polvo ó carbón.

El agregado grueso deberá satisfacer la prueba de intemperismo acelerado, con una pérdida no mayor del 12%.

El agregado fino deberá tener la siguiente granulometría.



% QUE PASA LA MALLA DENOMINACION DE LA MALLA

100	3/8 "
95 - 100	No. 4
80 - 100	No. 8
50 - 85	No. 16
25 - 60	No. 30
10 - 30	No. 50
2 - 10	No. 100

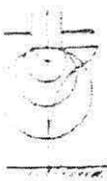
El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas, y su Módulo de finura deberá estar comprendido entre 2.3 y 3.10.

También, deberá estar exento de sustancias perjudiciales; tales como partículas deleznable, materia orgánica y carbón.

El intemperismo acelerado del agregado fino, como pérdida en peso, no deberá ser mayor del 15%.

Se empleará preferentemente cemento Portland de los tipos I y II, que cumplan con las características consignadas en las **Especificaciones Generales de Construcción de la SCT.**

El agua que se emplee en la elaboración del concreto deberá ser potable; y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales; tales



como, aceite, grasas, materia orgánica, etc., debiendo satisfacer los siguientes requisitos químicos:

Sulfatos (convertidos en $\text{Na}_2 \text{SO}_4$) máximo	1000 p.p.m.
Cloruros (convertidos en Na Cl) máximo	1000 p.p.m.
Materia orgánica (óxido consumido en medio ácido), máximo.	50 p.p.m.
Turbiedad, máximo	1500 p.p.m.

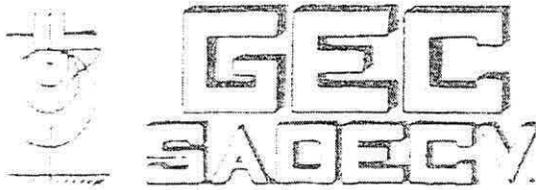
El material para el sellado de las juntas deberá ser elástico y resistente a los efectos del combustible; además, poseer propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones de éste, sin agrietarse. Los productos a base de alquitrán y hulla en general dan buenos resultados.

Ejecución

La dosificación del concreto se hará en peso preferentemente. La elaboración se hará empleando procedimientos mecánicos adecuados.

El transporte del concreto deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Si se lleva al lugar de colado con carretilla, vagoneta, cubeta ó preferentemente en camiones, no se deberá transitar sobre el acero de las pasajuntas. Cuando las hubiere, deberán construirse de manera paralela.



Cuando se transporte al lugar de colado con canales ó tubos, deberán disponerse de tal manera que se prevenga la segregación de los materiales. El ángulo de caída, deberá ser lo suficientemente pronunciado para lograr el fácil movimiento de la revoltura, pero sin que esta se vaya a clasificar por exceso de velocidad. Los canales podrán ser metálicos ó de madera forrados con lámina.

La colocación del concreto deberá hacerse con los medios adecuados para evitar la segregación de los materiales, esparcirse en forma manual y compactarse adecuadamente desde la superficie con vibradores de inmersión. En zonas delimitadas por juntas longitudinales la construcción de las Losas deberá efectuarse en forma alternada. La colocación y compactación del concreto se hará dentro de los 30 minutos siguientes a su elaboración.

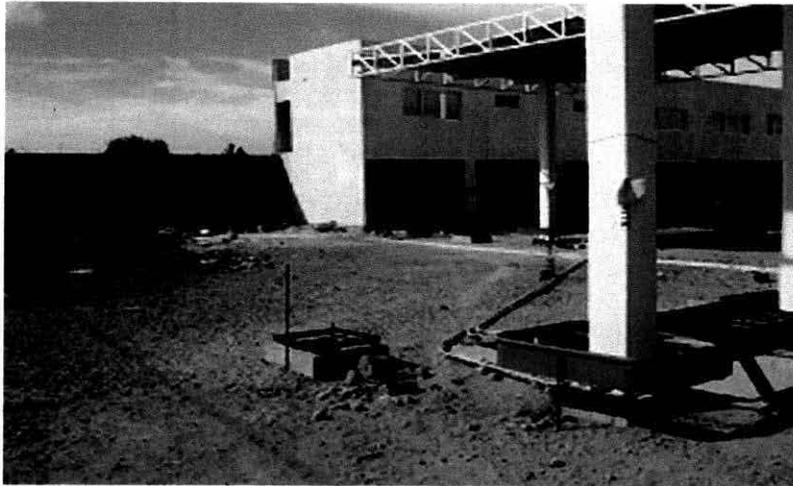
El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, no debiéndose interrumpir durante los 14 días siguientes a la fecha del colado. Esta operación se efectuará aplicando a la superficie una capa con espesor uniforme de 1 mm de producto fresco (1 lt/m^2), que deje una membrana impermeable y consistente, preferentemente de color claro y que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto.

TEL. (52) 55-57267
WINDY

A N E X O

I V

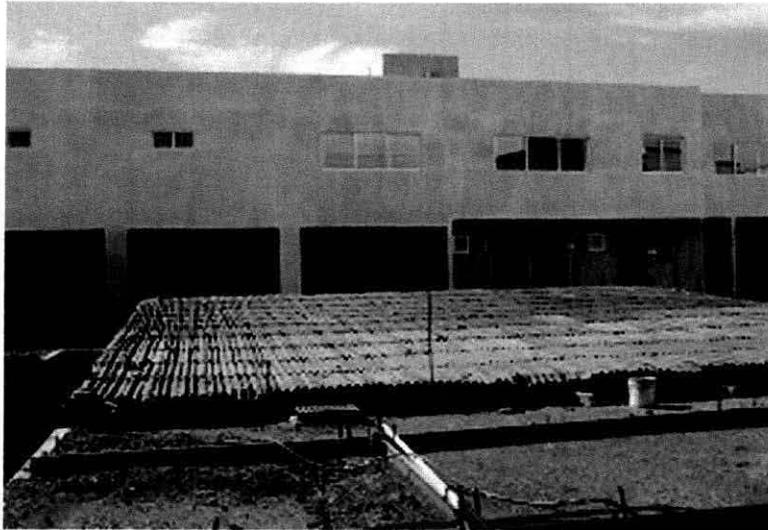
ARCHIVO FOTOGRÁFICO



1. Fotos del 2 de enero de 2016. Se ve el avance que lleva la obra en su construcción. A la izquierda se ve el edificio de servicios de la gasolinera; en primer plano estan las islas; al centro se ve la zona de almacenamiento, la cual está cubierta por protección; a la derecha la colindancia con la av. Reforma.



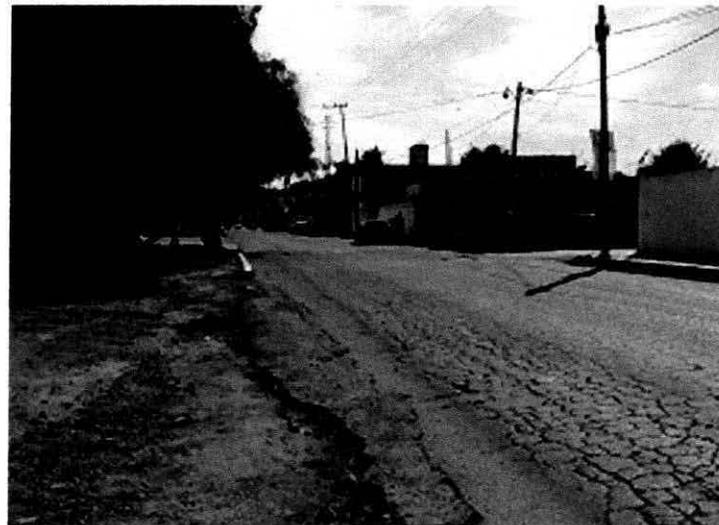
2. Ahora se ve el proyecto en su lado opuesto a la foto anterior; Al fondo está la colindancia con la calle Correo Mayor; a la izquierda la colindancia con av. Reforma. Como se ve en las fotos 1 y 2, falta colocar el piso de toda la gasolinera, alguna instalación electromecánica, hidráulica y acabados.



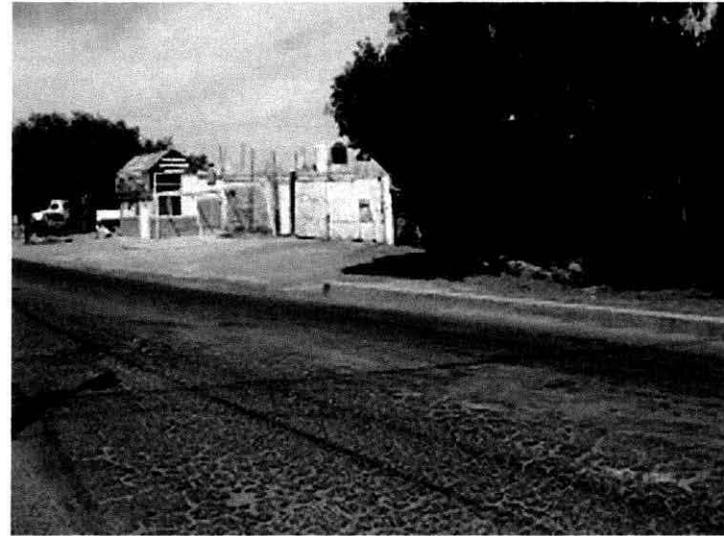
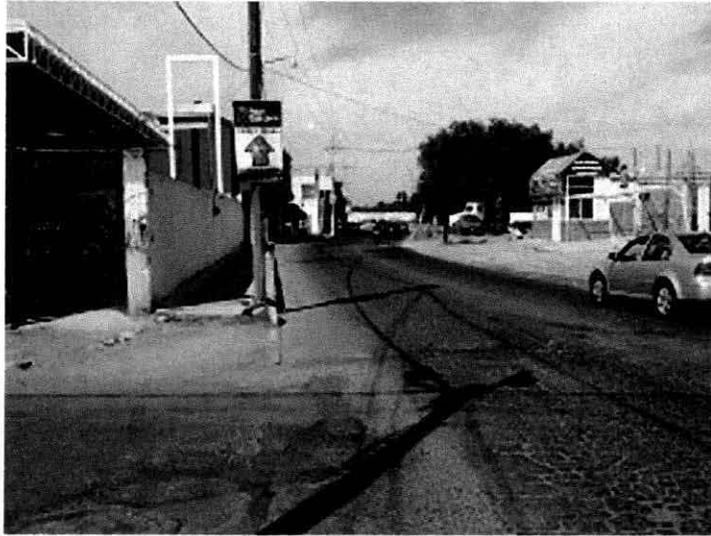
3. Aquí se ve la zona de almacenamiento cubierta, los tanques de almacenamiento de combustibles de la gasolinera proyectada ya están dentro de la fosa. A la derecha se ve la colindancia con una casa.



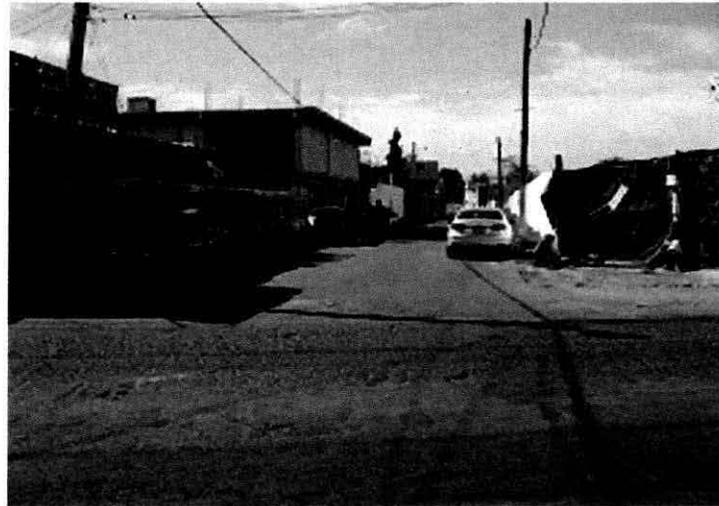
4. Aquí se ve la casa colindante al proyecto, citada en foto anterior, sobre la av. Reforma. El predio esta a la izquierda de la imagen.



5. Sobre av. Reforma se ven las actividades aledañas al predio al otro lado de la calle Correo Mayor. El predio esta a la derecha.



6. Aquí se ven las actividades frente a la gasolinera del proyecto, al otro lado de la av. Reforma. Dichas actividades son casas, comercios y servicios.



7. Ahora se ven las actividades, aledañas, al otro lado de la calle Correo Mayor colindante con el proyecto que esta a la derecha de la imagen. Dichas actividades son principalmente casas pero igual hay comercios y servicios.



GEC
S.A. de C.V.



La resistencia del concreto se medirá por proceso de resistencia a la compresión ($f'c$) a los 28 días y la colocación y compactación del concreto deberá sujetarse a las normas establecidas por la **ASTM**.

Solamente se construirán las juntas longitudinales de construcción mediante cimbra de madera ó metal.

Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características de Proyecto. En su construcción, deberán tomarse en cuenta las recomendaciones siguientes:

Todas las juntas deberán estar perfectamente selladas, con material elástico, tipo Sika Igas ó cemento asfáltico No. 6, con este fin, se colocará un injerto previamente al colado, el cual se extraerá oportunamente para efectuar en el lugar que deje el sello. El injerto podrá ser metálico, engrasado en toda su longitud para facilitar su extracción una vez que haya transcurrido el tiempo necesario para evitar desmoronamientos. En las juntas deberá inspeccionarse que el corte se haya efectuado hasta la profundidad deseada. El concreto que se encuentre dentro de las juntas de expansión deberá extraerse produciendo el curado de superficies laterales inmediatamente después de que se haya resanado y revisado las partes finales de las juntas. Las juntas se sellarán insistiendo en que deben encontrarse completamente limpias y secas en el momento de rellenarse. La construcción del Pavimento se hará por fajas, colocándose las intermedias, previo engrasado de las juntas longitudinales de las piezas adyacentes. Tanto en las juntas longitudinales como en las



transversales, deberá tenerse en cuenta que no debe haber desviación en su alineamiento.

Las barras lisas que se colocarán en las juntas de construcción deberán estar apoyadas sobre monturas y silletas de alambroón de 1/4", y éstas a su vez, deben anclarse suficientemente a la base, a fin de evitar los desplazamientos durante el colado; las monturas deberán quedarse completamente fijas, con el objeto de que se mantenga la barra alineada y a nivel durante el proceso de construcción. Las barras deberán engrasarse uniformemente con un aceite mineral para evitar la adherencia con el concreto, asegurando con ello el movimiento libre de la junta. Además se deberá evitar el desplazamiento de las barras; también, se deberá tener cuidado al colocar y extender el concreto, no permitiendo al operador vaciar directamente el concreto sobre las barras.

Deberán tomarse las precauciones convenientes para evitar que se dañen los bordes de las juntas, evitando impactos del equipo ó de herramienta próximos a la Zona de trabajo.

IX.4 DRENAJE PLUVIAL

- 1 Dadas las "pobres" características de permeabilidad y en consecuencia de drenaje de los Suelos explorados hasta 14.2 m de profundidad, con permeabilidades del orden de 10^{-7} a 10^{-6} cm/s, el sistema de drenaje pluvial se podrá implementar ó complementar con una serie de pozos de absorción contruidos a profundidades mayores que las exploradas.



Es claro que el diseño de los pozos de absorción queda fuera de los alcances de este trabajo.

IX.5 CONTROL

1.- Cimentaciones

Con el propósito de constatar el orden de magnitud de los efectos que se producirán durante las etapas de excavación y construcción, y así poder controlar el comportamiento de las Estructuras en Proyecto y el de los Terraplenes durante su vida útil, se considera recomendable colocar los siguientes dispositivos de observación y medición:

- a) Instalar bancos de nivel superficiales para referencia de nivelaciones de control. Los bancos de nivel se localizarán a no menos de 50 m de la Obra en proyecto, ó de cualquier estructura reciente ó pesada.
- b) Puntos de referencia en columnas de las Isletas, conforme avance la construcción de las mismas, así como en los muros de retención de la Fosa y en los muros del Inmueble de Oficinas y en las columnas de la Tienda de Conveniencia; para iniciar el registro de los movimientos y poder continuarlo posteriormente para observar el comportamiento de la Obra con el tiempo.
- c) Las observaciones deberán efectuarse con una periodicidad quincenal



GEC
SADECV

SADECV
S.A. de C.V.

006

durante la excavación y construcción de la Cimentación y terraplenes. Posteriormente, y de acuerdo con los resultados que se obtengan podrán distanciarse éstas.

- d) Todos los resultados producto de estas observaciones deberán ser graficados y mantenerse al día, para ser consultados en cualquier momento.
- e) Se hace hincapié en que es indispensable contar con la Supervisión de un **Especialista en Mecánica de Suelos** desde el inicio de las excavaciones, y cuando menos hasta la terminación de las cimentaciones y el relleno de las cuñas laterales de éstas.

2.- Terraplenes

La correcta construcción de los terraplenes y pavimentos se podrá lograr mediante un estricto control de calidad, tanto de las características mecánicas de los materiales empleados, como del grado de compactación alcanzado.

En todo caso, deberá contarse con la supervisión de un Ingeniero Especialista en Geotecnia (Director de Obra), en cada paso del proceso de construcción.



Así, el control consistirá de las siguientes pruebas:

- Granulometría, límites de plasticidad, contracción lineal, intemperismo acelerado, abrasión Los Angeles, compactación AASHTO Estándar o modificada (según proceda), valor relativo de soporte, valor cementante, equivalente de arena y grado de compactación.

En la base hidráulica se efectuará el Control de Calidad por cada 120 m³, mientras que en las terracerías el muestreo se incrementará a cada 160 m³ de material; en ambos casos medido en banco:

3.- Concreto

Se efectuarán las pruebas convencionales del Control de Calidad en el concreto: revenimiento en concreto fresco y verificación de la resistencia de proyecto en compresión simple en concreto endurecido.



GEC
SADECV

SADECV
S. A. DE C. V.

75

004

Se recomienda un muestreo en la Obra de "cilindros" por cada 50 m³
de concreto premezclado.

México, D. F., Noviembre del 2014

Atentamente:

SERVICIOS INTEGRALES DE
INGENIERIA CIVIL, S. A. DE C. V.

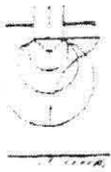
ING. ANGEL FAUSTO FERNÁNDEZ MENDOZA



GEC
SADECV



CAPÍTULO X
REFERENCIAS



GEC
S.A. de C.V.



X. REFERENCIAS

- 1.- Peck R. B., Hanson W. E. And Thornburn T.H., Foundation Engineering, John Wiley and Sons, 1979.
- 2.- Marsal R. J., La Estratigrafía y sus Implicaciones, El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Área Urbana del Valle de México, SMMS, México, D. F., 1978.
- 3.- CETENAL. Carta Geológica de Cuautitlán, Estado de México. E-14-A-29
- 4.- COMISION NACIONAL DEL AGUA, S.A.R.H., Boletín de Mecánica de Suelos No. 10, México, D.F., 1985.
- 5.- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA-DDF. Ingeniería Hidráulica en México. El Hundimiento del terreno en la Ciudad de México y sus implicaciones en el Sistema de Drenaje. Ing. Juan Manuel Lesser Illades. Diciembre, 1998
- 6.- Skempton A. W., The Bearing Capacity of Clays, Proceedings Research Congress, London, 1951.



GEC
S.A. de C.V.

S.A. de C.V.

001

- 7.- Reglamento de Construcciones del Estado de México. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Gaceta Oficial, Julio 1993.
- 8.- Timoshenko S. and Goodier, J. M., Theory of Elasticity, McGraw Hill, N. Y., 1951.
- 9.- Terzaghi K. And Peck R. B., Soil Mechanics in Engineering Practice, J. Wiley and Sons, N. Y., 1967.
- 10.- Boussinesq J. Application des potentiels a l'etude del' equilibre et du mouvement des solides élastiques, Paris, 1885.
- 11.- Desing Manual, Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures, Deeparment of the Navy, Bureau of Yards and Docks.
- 12.- E. Juárez Badillo y A. Rico Rodriguez, Mecánica de Suelos, Tomo II, México, D. F., 1981.



GEC
SADOBEY

S. A. DE C. V.

006

I.- INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico ha sido preparado por **SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERÍA CIVIL, S.A. DE C. V.**, y se refiere al **Estudio de Mecánica de Suelos y Pavimentos del Lote 1, No. 38, de la Calle Reforma, Col. Lomas de San Pedro Atzompa, Municipio de Tecamac, en el Estado de México, donde se proyecta la construcción de una Estación de Servicio de Combustible.**

El Estudio se enfocó a la determinación de la Estratigrafía y Propiedades del Subsuelo, tanto somero como semiprofundo; para en función de éstas definir el tipo de Cimentación más apropiado para todas y cada una de las Estructuras que integrarán a la futura **Estación de Servicio.**

En este informe se presenta la Información General sobre las características del Proyecto, la Exploración del Subsuelo y los Ensayes de Laboratorio; se describen la Zonificación Estratigráfica y las Propiedades del Subsuelo, tanto índice como mecánicas; se analiza y propone la Cimentación en particular para cada una de las Estructuras por erigir, y se especifican los Lineamientos Generales para su Procedimiento Constructivo; se realiza la evaluación de la Estabilidad de los Taludes de las Excavaciones para alojar a las cimentaciones, Cisterna y Fosa de Almacenamiento de Combustible, así como de los Empujes en los Muros de Retención de éstas dos últimas; y las Recomendaciones Generales para la Construcción de los Pavimentos Interiores de la Estación; contiene además, un Resumen de las Conclusiones y Recomendaciones más relevantes del Estudio.

TEL. 5 61 4 0000
2012 01 10



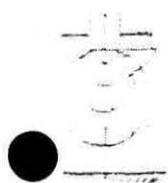
GEC
S.A. DE C.V.



005

CAPÍTULO II

RESUMEN Y CONCLUSIONES



II.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

II.1 El predio en Estudio se localiza en una planicie que se enclava en la denominada **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**, entre las dos **Riberas del Ex Lago de Texcoco**, ubicadas al norte y al sur; y limitada al oriente por un Lomerío con afloramientos **Tobáceos y de Brecha Sedimentaria**; aproximadamente a 6 km al oriente del **Gran Canal del Desagüe**; importante Vía Fluvial cuyo flujo proviene de los **Arroyos Miraflores y San Rafael** localizados muy al sureste; y a 500 m de distancia al noroeste de afloramientos de arenisca-toba (**ar-T**) existentes en el Lomerío donde se enclava la población de **Ozumbilla**; en un área muy poco alterada por sobrecargas y mucho por el bombeo del acuífero subterráneo; y caracterizada por la presencia somera de depósitos de arcilla aluvial, de mediano espesor, de baja a mediana resistencia al corte y mediana compresibilidad; intercaladas en toda su profundidad con delgados estratos granulares de origen **aluvial y/o volcánico**. Para los fines Geotécnicos del presente Estudio se considerará al Subsuelo del predio como perteneciente a la **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**, aún cuando se detectó que a escasos 2.8 m de profundidad se detectan Suelos Tobáceos de alta resistencia al esfuerzo cortante y reducida compresibilidad.

El sitio que nos ocupa es típico de la Zona descrita.

II.2 El nivel freático no se interceptó en toda la profundidad explorada, de 14.2 m.



II.3 La Cimentación más adecuada para la Estructura de las **Isletas** es del tipo superficial, a base de Zapatas aisladas bajo sus columnas, de 1.5 x 4.0 m² de área de desplante mínima; geometría que deberá ser avalada y/o confirmada por el **Proyectista Estructural**, de tal suerte de que no se induzcan excentricidades de magnitud importante entre el centro de cargas y el centroide geométrico de la Cimentación, a fin de evitar ó prever futuros asentamientos diferenciales y/o inclinaciones de dichas Estructuras.

En el caso del **Anuncio Distintivo** sólo se requerirá una Zapata aislada, del tipo convencional, de 2.0 x 4.0 m² de área de desplante mínima.

Las Zapatas de Cimentación de las **Isletas de Despacho de Combustible**, así como la del **Anuncio Distintivo** se desplantarán a 1.2 m de profundidad con referencia a la superficie actual, sobre arcillas-limosas, arenosas de color café grisáceo oscuro; de consistencia media a firme, pertenecientes al **Manto Superficial Aluvial**.

Por su parte, la **Barda de Colindancia** se cimentará con Zapatas convencionales, continuas, de 1.2 m de ancho mínimo, desplantadas también a 1.2 m profundidad. Como particularidad, a fin de evitar deformaciones diferenciales de importancia en el Subsuelo, no se deberán construir tramos de Barda mayores de 5.0 m en su sentido longitudinal, previendo las juntas constructivas correspondientes. Como



alternativa, las citadas Bardas podrán cimentarse mediante Zapatas aisladas ligadas con traveses de concreto reforzado.

Es importante mencionar que la profundidad de desplante anteriormente señalada fue seleccionada, en todos los casos, de tal manera de evitar el apoyo en rellenos recientes, Suelos orgánicos, sueltos, inestables, deleznable, agrietados ó con raíces.

Es de suma importancia hacer notar que previo a cualquier movimiento de tierras deberá establecerse el Banco de Nivel Topográfico general para la Obra; de tal suerte que el desplante de cualquier Zapata de Cimentación se efectúe invariablemente en la actual elevación -1.2 m.

La Capacidad de Carga de las Zapatas de las Isletas y del Anuncio Distintivo resulta de 8.6 t/m^2 , bajo un Factor de Seguridad de 3

Para una carga vertical unitaria de 3.8 t/m^2 , y considerando un Coeficiente Sísmico (**Cs**) Típico de la Zona II, de 0.32, y un Factor de Comportamiento Sísmico (**Q**) de 2.0 para las Estructuras de las Isletas, el esfuerzo máximo debido al efecto sísmico que se inducirá al Subsuelo será de 5.0 t/m^2 , en consecuencia, los Factores de Seguridad contra falla general resultan adecuados, de 6.1, ó mayor.



Los Asentamientos Elásticos son aquéllos que ocurren inmediatamente después de aplicada la carga, sin originar cambio volumétrico del Suelo. Así, se determinó que, para la presión total máxima que transmitirán las Zapatas de Cimentación, de 3.8 t/m^2 , con Factor de Carga unitario, los Hundimientos inmediatos serán de 3 cm bajo cada Zapata.

Por su parte, los Asentamientos Diferidos que experimentarán las Zapatas de Cimentación son aquéllos que se originan a través del tiempo y sí conllevan cambios volumétricos; y ocurrirán en aquéllas lentes en las que la consistencia disminuya a media. De esta manera, se estima que los asentamientos diferidos ó de consolidación no excederán de 3 cm, magnitud muy inferior a la permisible de 15 cm para Estructuras no aisladas.

Con los asentamientos antes citados, y considerando la simetría en la disposición de las columnas de las Isletas, las deformaciones diferenciales que se presentarán a mediano ó a largo plazo alcanzarán valores de 1 a 2 cm, lo que originará, a su vez, distorsiones angulares de 0.0013 a 0.0028; magnitudes inferiores a la permisible para éste tipo de Estructuras de concreto, de 0.0040; razón por la cual, la rigidización de la Cimentación mediante contratraves de concreto ó traves de liga dependerá únicamente del criterio del **Proyectista Estructural**.



De conformidad con las deformaciones citadas anteriormente, y considerando la posición y geometría de las Isletas no se prevén afectaciones futuras a las eventuales construcciones futuras; ni a las propias de la futura Estación de Servicio (Fosa) y/o al Edificio de Oficinas ó a la Tienda de Conveniencia.

La Capacidad de Carga para las Zapatas corridas ó aisladas de la Barda de Colindancia es de 8.6 t/m^2 , bajo un Factor de Seguridad de 3.

- II.4 La Cimentación del Edificio de Oficinas y de la Tienda de Conveniencia se resolverá de manera similar a la de las Isletas, a base de Zapatas Aisladas bajo las columnas ó bajo las concentraciones de carga más significativas, rigidizadas mediante contratrabes convencionales de concreto reforzado para recibir a los Muros de carga ó perimetrales, apoyadas a 1.2 m bajo la superficie actual del terreno. También deberá tenerse especial cuidado de no inducir excentricidades entre los centroides de carga y de figura. Es claro que para alcanzar los niveles de piso terminado de la Tienda de Conveniencia y del Edificio de Oficinas, de +0.55 m, para recibir el piso de la Planta baja se tenderán terraplenes utilizando material "ligero", de banco, tal como "escoria volcánica", constituida por arena y grava de tezontle, según capas no mayores de 20 cm de espesor, compactadas al 90 % de la Norma AHSSTO ESTÁNDAR.



GEC
S.A. DE C.V.

SADEGV
S.A. DE C.V.

7
C.T.D

-Considerando que la Estructura de las Oficinas tendrá un peso unitario de 2.0 t/m^2 (aproximadamente), que el de la Cimentación será 1.0 t/m^2 ; la presión máxima que se inducirá al Subsuelo será de 3.0 t/m^2 , aproximadamente.

-Las Zapatas de Cimentación de las Oficinas y de la Tienda de Conveniencia se diseñarán para transmitir una Presión de contacto no mayor de 8.6 t/m^2 , al igual que las de las Isletas.

-Toda vez que se cuente con el dimensionamiento definitivo de las Zapatas de Cimentación en función de las cargas reales, se revisará que el Factor de Seguridad contra falla general ante el efecto Sismico no sea inferior a 2. Asimismo, se verificará el cumplimiento de la desigualdad para el Estado Límite de Falla del Reglamento de Construcciones del Estado de México.

-Las deformaciones que experimentarán las Zapatas de Cimentación serán de dos tipos: elásticas y diferidas (al igual que para las de las Isletas).

-Los asentamientos elásticos fluctuarán entre 2 y 3 cm. Por su parte, los hundimientos por consolidación no excederán de 1 a 2 cm; todas las magnitudes citadas resultan muy inferiores al mínimo permisible para Estructuras no aisladas, de 15 cm.



-Con la Cimentación propuesta para las Oficinas y la Tienda de Conveniencia se esperan pequeños asentamientos diferenciales de 1 a 2 cm, lo que conllevará a distorsiones angulares máximas del orden de 0.0017; por ello, como ya se mencionó, se deberá rigidizar a la Cimentación con contratrabes convencionales de rigidez; ello implicará una "reducción" en los asentamientos diferenciales y en las distorsiones angulares antes citadas. Además de tener la función de rigidizar a las Zapatas de Cimentación, las contratrabes cumplirán el objetivo de recibir a los muros de carga ó perimetrales de las propias Estructuras.

- 11.5 La Cimentación de la Fosa para alojar a los tanques de almacenamiento de combustible se resolverá a base de una Losa de concreto reforzado, rigidizada con contratrabes convencionales, desplantada a 5.5 m de profundidad con respecto al nivel actual del terreno.

La Fosa tendrán un peso unitario de 6.6 t/m^2 cuando los tanques no contengan combustible, y de 7.7 t/m^2 llenos de gas.

La Losa de Cimentación de la Fosa se diseñará como doblemente armada para soportar una presión de reacción máxima de 7.7 t/m^2 , afectada por su respectivo Factor de Carga.

La Capacidad de Carga de la Losa de fondo de la Fosa resulta de 21.7 t/m^2 , magnitud superior al peso unitario total de éstas, de 7.7 t/m^2 , por lo cual, no habrá posibilidad de una falla por esfuerzo cortante del Suelo de desplante.

Las expansiones elásticas que se generarán debido a la excavación no excederán de 2 cm al centro del área.

Durante la construcción de la Fosa y el primer llenado de los tanques se generarán hundimientos totales por Recompresión, estimados en 2 cm al centro de la Fosa; y se presentarán conforme se vaya construyendo la Estructura y en el primer llenado de los tanques.

- II.6 La Estabilidad durante la excavación para alojar a la Fosa de Almacenamiento de Combustible sólo se encuentra garantizada con el tendido de taludes con inclinación 0.15:1.00 (0.15 por 1.00 horizontal). Además, la sobrecarga superficial se limitará a una magnitud máxima a 1.5 t/m^2 ; de excederse ésta magnitud con la maquinaria de excavación, la Estabilidad tendrá que ser nuevamente revisada.
- II.7 En el inciso VII.7 se detalla la Evaluación de los Empujes sobre Muros de Contención de la Fosa y Cisterna, requeridos para el Diseño Estructural de los mismos.
- II.8 El Diseño de los Pavimentos se evalúa en el **Capítulo VIII**, determinándose que estarán constituidos por una Losa de Concreto



Hidráulico de 15 cm de espesor, con $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, construida sobre una Base hidráulica de 17 cm y una Capa Subrasante de 30 cm de espesor.

II.9 Las Normas Generales de Construcción y Control de Cimentaciones y Pavimentos se indican en el Capítulo IX.

II.1 Cualquier situación no prevista en el presente Reporte ó cualquier cambio de Proyecto, deberán comunicarse de inmediato a **SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA CIVIL, S. A. DE C. V.**, para definir su influencia en lo aquí concluido.



GEC
S.A. R.C.V.



075

CAPÍTULO III
ANTECEDENTES



GEC
S.A. de C.V.

SADESA
S.A. de C.V.

11

074

III.- ANTECEDENTES

El Sr. Ing. Agustín Gómez Zaragoza encomendó a **SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERÍA CIVIL, S. A. DE C. V.** el Estudio de Mecánica de Suelos y Pavimentos del Lote 1, No. 38, de la Calle Reforma, Col. Lomas de San Pedro Atzompa, Municipio de Tecamac, en el Estado de México.

El terreno donde se construirá la futura **Estación de Servicio** tiene un área total de 1,294.61 m², tiene forma de polígono irregular; se encuentra integrado por cinco lados; con anchos de 24.95 y 26.25 m; y longitudes de 43.63 y 46.37 m; con un lado trunco en su esquina noreste, de 4.80 m; con una envolvente perimetral de 146.0 m; colinda al norte y al oriente con las **Calles Reforma y Correo Mayor**; al poniente con varias **Casa-Habitación** de uno a tres niveles, mismas que presentan su frente hacia las **Calles Potrero y Reforma**; mientras que al sur colinda con otro terreno baldío de propiedad particular, de similares características como el que nos ocupa. La superficie del predio presenta una superficie sensiblemente horizontal, si bien, cabe destacar que dicha superficie se ubica del orden de 50 cm (desnivel observado en apariencia debido a la ausencia del Levantamiento Topográfico) por debajo de la rasante de la Calle **Reforma**.

La distribución de las Áreas dentro del terreno para la futura **Estación de Servicio** será como se indica a continuación:

-Superficie total del terreno = 1,294.61 m²



GEC
S.A. de C.V.



- Superficie por construir de Losa de tanques (Sótano). = 125.06 m²
- Superficie por construir de techumbre del área de despacho. = 158.76 m²
- Superficie total en Planta baja del Inmueble de Oficinas. = 54.48 m²
- Superficie de Desplante de la Tienda de Conveniencia. = 93.15 m²
- Superficie permeable ó de áreas jardinadas = 91.30 m²
- Superficie de Circulación Vehicular = 758.74 m²

De acuerdo con los planos de conjunto y arquitectónicos desarrollados por el Ing. Gómez Zaragoza, el Proyecto constará de las siguientes Estructuras e Instalaciones, a saber:

- Un Conjunto de Servicio de Combustible; constituido por tres Isletas para Despacho de Gasolinas Magna-Sin y Premium; y de Diesel; las Isletas estarán cubiertas por una Techumbre rectangular, de 7.30 m de ancho y 21.75 m de largo; a localizarse en la Zona central-norte del terreno, en la dirección oriente-poniente; cuyas Isletas estarán separadas entre sí distancias de 7.2 m en el sentido longitudinal del mismo (entre ejes de columnas).



GEC
S.A. DE C.V.



- Una Fosa de almacenamiento de Combustible; proyectada para construirse en la Zona central-sur del terreno; en un área aproximada de 4.75 x 26.33 m².
- Trampa de Combustibles; a localizarse en la fracción oriente del predio; tendrá una Capacidad de 4.0 m³; y estará dispuesta en una Superficie de 1.5 x 2.6 m².
- Edificio de Oficinas y Servicios (localizado en Zona suroeste del predio en cuestión).
- Tienda de Conveniencia (a construirse en la esquina sureste del terreno, contigua al sur de la Fosa de Almacenamiento de Combustible).
- Barda Colindante; únicamente se construirá en los linderos poniente y sur; es decir, en la colindancia con las propiedades particulares.
- Cisternas de Almacenamiento de Agua Potable y Pluvial; localizada dentro del Proyecto en la Zona suroeste del Área en cuestión; al norte del Edificio de Servicios.
- Anuncio Distintivo Independiente (a construirse en la esquina noreste del sitio de interés).
- Pavimentos Interiores.
- Como particularidad, el agua de riego de las Zonas Jardinadas se filtrará directamente al Subsuelo.



a) **Isletas**

El Servicio de Despacho de Combustible estará integrada por un Conjunto de 3 Isletas; tanto para Despacho de Gasolinas MAGNA-SIN y PREMIUM; como para Diesel. El conjunto para el Despacho de Gasolinas estará cubierto por una Techumbre de $7.30 \times 21.75 \text{ m}^2$; y se ubicarán en la fracción central-norte del predio, en el sentido oriente-poniente, con Isletas separadas entre sí distancias de 7.2 m en su dirección longitudinal (entre Ejes de columnas). La Isleta extrema al oriente constará de 4 bombas; mientras que las dos restantes tendrán seis bombas cada una. La Estructura propiamente dicha de las Isletas estará resuelta mediante columnas de concreto reforzado, de 4.6 m de altura y techumbre constituida por estructura de monten, IPR, faldones de lámina galvanizada y cubierta del mismo material. La descarga por columna, sin incluir el peso propio de la Cimentación será de 4 a 5 t.

b) **Fosa de Almacenamiento de Combustible**

Por su parte, la Fosa donde se alojarán los tanques de almacenamiento de combustibles se construirá como una Estructura de concreto reforzado, la cual tendrá forma rectangular, con dimensiones de $4.75 \times 26.33 \text{ m}^2$; la Fosa estará dividida por un Muro también de concreto reforzado en su sentido transversal. Así, el compartimento de la Fosa ubicado al poniente contendrá dos Tanques, uno para Gasolina tipo PREMIUM; y el otro para DIESEL. En la fracción oriente de la Fosa de concreto se instalará un Tanque que almacenará Gasolina tipo MAGNA-SIN. Los Tanques se



GEC
S.A. DE C.V.

INGENIERIA
CONSTRUCCION
A. DE C. V.

15

070

dispondrán en forma longitudinal dentro de la Fosa, y serán del tipo "salchicha". Los tanques primarios serán de acero, mientras que los secundarios estarán constituidos por plástico reforzado con fibra de vidrio (doble contención). La Fosa de concreto estará desplantada (para cumplir especificaciones) a una profundidad aproximada de 5.5 m con referencia a los niveles futuros de piso terminado de la **Estación de Servicio**.

La Capacidad de Almacenamiento de los tanques de Gasolinas **MAGNASIN**, **PREMIUM** y **DIESEL** será de 100,000, 40,000 y 60,000 lt, respectivamente. El peso de los tanques cuando se encuentren vacíos será de 8.70, 13.1 y 21.8 t para los de Capacidad de 40,000, 60,000 y 100,000 lt, respectivamente. El peso de los tanques llenos de Combustible será de 36.3, 54.5 y 90.8 t (40,000, 60,000 y 100,000 lt, respectivamente). Como particularidad, los tanques descansarán sobre una cama de arena sílica, fina, compacta, de 30 cm de espesor; y para cumplir especificaciones de **PEMEX**, el espacio entre los tanques y los muros de contención de concreto reforzado también se rellenará con la misma arena fina, a fin de restringir sus movimientos laterales.

El "lomo" de los Tanques se dispondrá a una profundidad de 1.45 m con respecto al nivel de piso terminado de la Estación; lo anterior con el fin de garantizar el buen funcionamiento del Sistema de recuperación de vapores.

Así, considerando que la Estructura de la Fosa será de concreto reforzado, el peso unitario de éstas será del orden de 2.4 t/m².



aproximadamente, sin incluir a los tanques (carga unitaria = 0.3 t/m^2), el fluido almacenado (presión unitaria = 1.1 t/m^2), la cama y el relleno de arena.

Cuando los tanques de almacenamiento se encuentren vacíos y llenos, los pesos unitarios de la Estructura serán de 6.6 y 7.7 t/m^2 , respectivamente, considerando a la Fosa de almacenamiento totalmente rellena de arena sílica fina (en todo el exterior de los tanques), con un peso volumétrico seco de 1.3 t/m^3 (presión unitaria = 3.9 t/m^2).

Es de esperarse que sobre la Losa tapa de la Fosa exista circulación vehicular de "pipas" cargadas de combustible, es decir, vehículos del tipo C-3, cuyo peso total asciende a 50 t , con un volumen de almacenamiento de aproximadamente $40,000 \text{ lt}$.

c) **Trampa de Combustible**

La Trampa de Combustible se alojará en un cárcamo de concreto reforzado, con una capacidad de 4.0 m^3 ; y su localización será en la Zona oriente de la futura estación de Servicio; sus dimensiones en planta serán de $1.50 \times 2.60 \text{ m}^2$, aproximadamente.

d) **Edificio de Oficinas**

El Edificio de Oficinas se construirá en la fracción suroeste del terreno; tendrá forma trapezoidal; con un ancho de 3.20 m ; y longitudes de 13.1 y



14.0 m; constará de 2 niveles, incluyendo a la Planta baja, en la cual se alojarán: la Bodega, los Sanitarios para Hombres y Mujeres, el Área de Facturación y el Cubo de Escaleras. Por su parte, en la Planta Alta se dispondrán: el Vestidor de Empleados y el Área de Administración, con sus respectivos Sanitarios. Los niveles de piso terminado de la Planta baja estarán en la cota +0.55 m; mientras que el de la Planta alta se fijará en la elevación +3.25 m.

La Estructuración del **Edificio de Oficinas** se resolverá con muros de carga de tabique rojo recocido ó de block hueco de cemento, rigidizados y confinados con castillos y dalas de concreto reforzado, respectivamente, soportando a entrepisos "macizos" del mismo material. Los Muros de Carga librarán un solo claro de 4.20 m en el sentido transversal del Inmueble; y entre 3.80 y 5.50 m en el longitudinal

De acuerdo con un análisis preliminar de cargas realizado por personal técnico de esta Empresa, se determinó que la descarga unitaria total (gravitacional) de **Inmueble de Oficinas** de 2 niveles será aproximadamente de 2.0 t/m^2 , sin incluir al peso propio de la Cimentación ni al Factor de Carga correspondiente (F_c), de 1.4, éste último a considerarse atendiendo a los requerimientos de las **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones del Estado de México**, en vigor.



Por otra parte, considerando que la relación promedio entre la carga viva reducida y la carga viva máxima es del orden de 0.85 para este tipo de Inmuebles, la presión unitaria respectiva para la evaluación de hundimientos a mediano y largo plazo (carga viva con intensidad media) alcanza una magnitud de 1.7 t/m^2 .

e) **Tienda de Conveniencia**

La **Tienda de Conveniencia** se construirá en la Zona sureste del predio; también tendrá forma trapezoidal; con un ancho de 4.80 m y longitudes de 18.18 y 19.50 m; estará integrado por un solo piso.

La Estructura de la **Tienda de Conveniencia** se resolverá mediante marcos rígidos de concreto reforzado (columnas y trabes), apoyando a una Losa "maciza" del mismo material. Las columnas librarán un sólo claro en el sentido transversal del inmueble, ya citado; con marcos dispuestos a cada 4.50 m.

La descarga unitaria total (gravitacional) de la **Tienda de Conveniencia** de un solo nivel será aproximadamente de 1.2 t/m^2 , sin incluir al peso propio de la Cimentación ni al Factor de Carga.

Por su parte, la presión unitaria para la evaluación de hundimientos a mediano y largo plazo (carga viva con intensidad media) será de 1.0 t/m^2 .



f) **Barda de Colindancia**

Se construirá únicamente en los linderos poniente y sur, también a base de block hueco de cemento, rigidizados con castillos de concreto reforzado; con una altura máxima de 3.0 m con respecto al piso terminado de la Estación.

g) **Cisternas de Almacenamiento de Agua Potable y Pluvial.**

Las Cisternas de Almacenamiento de Agua potable tendrán dimensiones aproximadas de 2.70 x 3.30 m² de área en planta cada una; con una profundidad libre tentativa de 2.5 m. La Capacidad de almacenamiento de cada Depósito será de 18,750 lt.; y su ubicación será en la Zona suroeste del terreno, al norte del Edificio de Servicios.

g) **Anuncio Distintivo Independiente**

El Anuncio Distintivo Independiente tendrá un ancho de 0.30 m, una longitud de 2.9 m, y una altura de 10.9 m; y su localización será en la esquina noreste del predio.

h) **Pavimentos Interiores**

Los Pavimentos interiores de la **Estación de Servicio** serán construidos de concreto simple ó reforzado, y como particularidad, se sobreelevarán 40 cm con respecto a la rasante de la **Calle Reforma**, aplicando



GEC
S.A. de C.V.



Especificaciones de PEMEX.

El presente Estudio tiene varias finalidades: por un lado, la selección del tipo y características de la Cimentación de todas y cada una de las Estructuras de la futura Estación de Servicio, y por otros, la inclinación de los taludes con que se limitarán todas las excavaciones, tanto de cimentaciones como de la Cisterna y Fosa de Almacenamiento, así como la evaluación de los empujes en los Muros de retención de éstas últimas; los procedimientos de excavación y constructivos correspondientes en cada caso; y las Recomendaciones Generales para la construcción de los Pavimentos Interiores.



GEC
S.A. DE C.V.



004

CAPÍTULO IV ESTUDIOS DE CAMPO



GEC
S.A. de C.V.



IV. ESTUDIOS DE CAMPO

IV.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

El conocimiento aproximado del **Subsuelo de la Zona**, la magnitud de la Obra por construir y las dimensiones del predio permitieron limitar la Exploración a 2 (dos) Sondeos: uno de ellos del tipo mixto, continuo, denominado **M-1**, a 14.2 m de profundidad; y el restante discontinuo, del tipo a cielo abierto (**PCA-1**), a una profundidad de 2.2 m.

Del Sondeo mixto se obtuvieron especímenes alterados e inalterados. Los alterados se recuperaron según las normas del método de penetración estándar, el cual consiste en el hincado a percusión de un muestreador de pared gruesa, de 3.5 cm de diámetro interior y 60 cm de longitud; con este método, a partir del número de golpes requerido para penetrar los 30 cm intermedios, es posible, determinar (empíricamente), además la compacidad ó consistencia de los Suelos atravesados (**Ref.1**).

Los especímenes inalterados se recuperaron en la parte superior del Subsuelo hincando a presión muestreadores de pared delgada tipo Shelby, de 10 cm de diámetro y 60 a 90 cm de longitud por tratarse de Suelos de consistencia blanda a media. Cuando la consistencia se incrementó a firme, los citados muestreadores se hincaron a presión y rotación, es decir, "dentados".

En el Sondeo mixto se empleó agua y/o lodo bentonítico como fluido estabilizador de la perforación.



El Sondeo a cielo abierto consistió en una excavación, en cuyas paredes se obtuvieron muestras cúbicas de 20 cm de lado, labradas manualmente de cada estrato interceptado; en los tramos intermedios se recabaron únicamente muestras alteradas representativas de cada estrato.

Finalmente, y con el objeto de conocer la posición del nivel freático y la presión del agua intersticial se instaló una Estación Piezométrica con 1 elemento abierto, tipo Casagrande, dispuesto a 14.2 m de profundidad.

IV.2 INSPECCIÓN GEOTÉCNICA

Durante la ejecución de los Sondeos se realizaron varias visitas técnicas al sitio por parte de un **Ingeniero Especialista en Mecánica de Suelos**, a fin de supervisar dichas actividades y, en su caso, establecer las medidas correctivas pertinentes.

Otros de los Objetivos de las visitas fue el de realizar la medición de los niveles freáticos y piezométricos, y el de determinar el tipo y estado de las Estructuras de la Zona circunvecina; así como observar los aspectos Geotécnicos más relevantes; de este trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:



- El predio objeto de este Estudio, al momento de realizar la Exploración del Subsuelo se encontraba baldío, sin construcción alguna; al igual que su colindante al sur; y presenta una superficie sensiblemente horizontal, si bien, deprimida en apariencia del orden de 0.5 m con respecto a un promontorio frontal ubicado en todo su frente, el cual parece corresponder a la rasante de la **Calle Reforma**; misma que presenta un Pavimento del tipo Flexible, con su superficie de rodamiento a base de una Carpeta de Concreto Asfáltico, la que se observa en inadecuadas condiciones de servicio, situación tipificada por numerosos "acodrilamientos" longitudinales y circulares; si bien, no se observan baches de importancia.

- En la Zona circunvecina existen Inmuebles de Arquitectura homogénea, de 1 a 3 niveles; principalmente del tipo Habitacional-Unifamiliar, tales como los ubicados en la Calle Potrero, vecina al poniente del sitio de interés; de escasa a buena calidad constructiva; eventualmente existen Estructuras de 3 y 4 pisos; los cuales son fundamentalmente del tipo Comercial y Escolar. Los Inmuebles habitacionales están contruidos ó estructurados a base de muros de carga de tabique ligero, rojo recocido, ó de block de cemento, rigidizados con castillos de concreto reforzado, y entrepisos macizos también de concreto; mientras que los Edificios de mayor envergadura destinados a Comercios ó Escolares están contruidos mediante marcos rígidos de concreto reforzado (columnas, traveses y losas de concreto). En general, los Inmuebles más pesados de la Zona



presentan un adecuado comportamiento de sus Estructuras y Cimentaciones, ya que, en general se construyeron fuera de la Zona Lacustre, es decir, en la Zona con Subsuelo de naturaleza aluvial ó de **Transición**; no detectándose afectaciones de importancia debidas a asentamientos diferenciales y/o expansiones del Subsuelo a causa de sobrecargas propias ó vecinas. En algunas construcciones ligeras de la Zona si se observaron afectaciones Estructurales notables dada su deficiente Estructuración y construcción.

- La Zona en Estudio se localiza en una planicie **aluvial** enclavada entre las dos Riberas del **Ex-Lago de Texcoco**; cuyo Subsuelo se encuentra constituido por depósitos de arcilla limosa, franca ó arenosa de origen **aluvial**, de baja a mediana resistencia al corte y mediana compresibilidad hasta 2.8 m de profundidad, intercalados por delgados estratos granulares de naturaleza aluvial y/o volcánica, aproximadamente a 6 km al oriente del **Gran Canal del Desagüe**; importante Vía Fluvial cuyo flujo proviene de los **Arroyos Miraflores y San Rafael**, localizados muy al sureste de la Zona. Además, al oriente y al sureste del mismo se aprecia un Lomerio donde se localiza la población de **Ozumbilla**, en el cual se detectan afloramientos de arenisca-Toba (ar-T), éstos últimos de alta resistencia al esfuerzo cortante y reducida compresibilidad. En función de lo expresado con anterioridad, al Subsuelo del sitio en Estudio se le considerará como perteneciente a la **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**.
- En la inspección Geotécnica, mediante el recorrido por el sitio y sus alrededores no se detectaron grietas de tensión superficiales en el



Subsuelo, si bien, es factible su existencia; ni en el predio en Estudio, ni en la Zona aledaña se evidenciaron éstas; de existir, se localizan lejos del predio en cuestión.

- Durante la revisión de las paredes del Sondeo a cielo abierto excavado dentro del terreno se aprecia que los depósitos superficiales del Subsuelo se encuentran constituidos, en los 2.2 m superiores por un **Manto Arcilloso de naturaleza Aluvial**; integrado por arcillas limosas, arenosas, de color café grisáceo oscuro; con raicillas vivas aisladas; de consistencia media a firme; e inferiormente por arcillas de origen volcánico de baja a mediana resistencia al corte y mediana compresibilidad. En ésta excavación, hasta la máxima profundidad explorada, de 2.2 m en el sitio del Sondeo PCA-1 no se detectó el nivel de aguas freáticas; situación concordante con la información contenida en la Ref. 2.



GEC
S.A. DE C.V.



1
050

CAPÍTULO V
ENSAYES DE LABORATORIO



V. ENSAYES DE LABORATORIO

A todas las muestras extraídas, alteradas e inalteradas, se les efectuaron los siguientes ensayos índice, encaminados a su correcta identificación y a conocer en forma cualitativa sus propiedades mecánicas.

-Clasificación visual y al tacto, en húmedo y en seco, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS, ASTM Standard D-2487 y D-2488).

-Contenido natural de agua (ASTM Standard D-2216).

-Límites de plasticidad, líquido y plástico.

-Análisis granulométrico ó determinación del porcentaje de partículas retenidas en las mallas Nos. 4 (4.76 mm) y 200 (0.074 mm), (ASTM Standard D-423 y D-424).

En adición, en muestras inalteradas representativas de los diversos estratos del Subsuelo se realizaron los siguientes ensayos especiales para determinar, cuantitativamente, la resistencia al esfuerzo cortante, la compresibilidad y la estabilidad en presencia de agua:



GEC
S.A. de C.V.

SA
S.A. de C.V.

27

056

- Torcómetro ó veleta manual, **St.**
- Compresión axial, natural y saturada, **Squ.**
- Compresión triaxial-no drenada, natural y saturada, **UU.**
- Compresión triaxial consolidada-no drenada, saturada, **CU.**
- Consolidación Unidimensional, saturada, **CNS.**

En especímenes de la parte superficial del Subsuelo se determinaron las características de soporte del mismo para el consiguiente Diseño de los Pavimentos Interiores, mediante los siguientes Ensayes:

- Valor Relativo de Soporte en estado inalterado-saturado (**VRS**).



GEC
SADECV



1
055

CAPÍTULO VI
ZONIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL
SUBSUELO.

VI. ZONIFICACIÓN ESTRATIGRAFICA DEL SUBSUELO

Según la Zonificación Estratigráfica del Valle de México, el predio en Estudio se localiza en una planicie que se enclava en la denominada **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**, entre las dos Riberas del Ex Lago de Texcoco, ubicadas al norte y al sur; y limitada al oriente por un Lomerío con afloramientos **Tobáceos y de Brecha Sedimentaria**; aproximadamente a 6 km al oriente del **Gran Canal del Desagüe**; importante Vía Fluvial cuyo flujo proviene de los **Arroyos Miraflores y San Rafael** localizados muy al sureste; y a 500 m de distancia al noroeste de afloramientos de arenisca-toba (**ar-T**) existentes en el Lomerío donde se enclava la población de **Ozumbilla**; en un área muy poco alterada por sobrecargas y mucho por el bombeo del acuífero subterráneo; y caracterizada por la presencia somera de depósitos de arcilla aluvial, de mediano espesor, de baja a mediana resistencia al corte y mediana compresibilidad (**Refs. 2 y 3**); intercaladas en toda su profundidad con delgados estratos granulares de origen **aluvial y/o volcánico**. Para los fines Geotécnicos del presente Estudio se considerará al Subsuelo del predio como perteneciente a la **Zona de Transición Progresiva (Zona II)**, aún cuando se detectó que a escasos 2.8 m de profundidad se detectan Suelos **Tobáceos** de alta resistencia al esfuerzo cortante y reducida compresibilidad.

El Nivel de Aguas freáticas no se interceptó en toda la profundidad explorada, de 14.2 m.



GEC
S.A. de C.V.



De acuerdo con la Refs. 4 y 5, las mediciones del **Hundimiento General del Valle de México**, asociado a la explotación del acuífero subterráneo no han llegado al sitio de interés, si bien, de acuerdo a las predicciones se estima que éste ha tenido, y tendrá a futuro magnitudes nulas a reducidas.

A partir de los resultados de los Sondeos y de los Ensayes de laboratorio se confirman las características mencionadas para el Subsuelo del sitio en cuestión; por lo cual se le considerará como perteneciente a la **Zona de Transición (Zona II)**.



GEC
S.A. de C.V.



052

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE LAS CIMENTACIONES

VII. ANÁLISIS DE LAS CIMENTACIONES

En la elección del tipo de Cimentación de todas las Estructuras que integrarán a la futura Estación de Servicio se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Propiedades mecánicas del Subsuelo, particularmente la existencia de un **Manto Arcilloso Superficial de Naturaleza Aluvial** de apenas 2.8 m de espesor en el sitio del Sonda **M-1**; con raicillas vivas aisladas; de consistencia heterogénea, de media a muy firme (4 a 30 golpes en el Ensaye de Penetración Estándar), el cual sobreyace a una **Formación Tobácea**, ésta última integrada tanto por arcillas limosas como por limos arcillosos, ambos francos y/o arenosos; de color café grisáceo oscuro y rojizo, con presencia de raíces fosilizadas y mica aislada; de consistencia dura a muy dura, parcialmente cementados a muy cementados con CaCO_3 ; de alta resistencia al corte y reducida compresibilidad, la cual se extiende hasta la máxima profundidad explorada, de 14.2 m.
- Depresión topográfica del terreno, el cual presenta su elevación promedio 0.50 m bajo la Rasante de la **Calle Reforma**; razón por la cual, para alcanzar el nivel de piso terminado de la Estación de Servicio se construirán Terraplenes y Pavimentos de hasta 0.9 m de espesor.
- Restricción de los asentamientos totales, diferenciales y expansiones del Subsuelo a valores tolerables por las Estructuras en Proyecto y por sus colindantes al poniente.



- Ausencia del nivel de aguas freáticas en toda la profundidad explorada, de 14.2 m.
- Magnitud y distribución de las cargas de las Estructuras en Proyecto.
- Adecuado comportamiento Estructural y de las Cimentaciones en la mayoría de los Inmuebles de la Zona circunvecina.

VII.1 ISLETAS DE SERVICIO, ANUNCIO DISTINTIVO Y BARDAS DE COLINDANCIA.

a) Tipo de Cimentación y Profundidad de Desplante

Atendiendo a la baja a mediana resistencia al corte y mediana compresibilidad del Subsuelo somero, la Cimentación más adecuada para la Estructura de las **Isletas**, dentro de los límites de economía y seguridad es del tipo superficial, a base de Zapatas aisladas bajo sus columnas, de 1.5 x 4.0 m² de área de desplante mínima; geometría que deberá ser avalada y/o confirmada por el **Proyectista Estructural**, de tal suerte de que no se induzcan excentricidades de magnitud importante entre el centro de cargas y el centroide geométrico de la Cimentación, a fin de evitar ó prever futuros asentamientos diferenciales y/o inclinaciones de dichas Estructuras.



GEC
S.A. IM C.V.



En el caso del **Anuncio Distintivo** sólo se requerirá una Zapata aislada, del tipo convencional, de $2.0 \times 4.0 \text{ m}^2$ de área de desplante mínima.

Las Zapatas de Cimentación de las **Isletas de Despacho de Combustible**, así como la del **Anuncio Distintivo** se desplantarán a 1.2 m de profundidad con referencia a la superficie actual, sobre arcillas-limosas, arenosas de color café grisáceo oscuro; de consistencia media a firme, pertenecientes al **Manto Superficial Aluvial**.

Por su parte, la **Barda de Colindancia** se cimentará con Zapatas convencionales, continuas, de 1.2 m de ancho mínimo, desplantadas también a 1.2 m profundidad. Como particularidad, a fin de evitar deformaciones diferenciales de importancia en el Subsuelo, no se deberán construir tramos de Barda mayores de 5.0 m en su sentido longitudinal, previendo las juntas constructivas correspondientes. Como alternativa, las citadas Bardas podrán cimentarse mediante Zapatas aisladas ligadas con traveses de concreto reforzado.

Es importante mencionar que la profundidad de desplante anteriormente señalada fue seleccionada, en todos los casos, de tal manera de evitar el apoyo en rellenos recientes, Suelos orgánicos, sueltos, inestables, deleznable, agrietados ó con raíces.

Es de suma importancia hacer notar que previo a cualquier movimiento de tierras deberá establecerse el Banco de Nivel Topográfico general para la Obra; de tal suerte que el desplante de



cualquier Zapata de Cimentación se efectúe invariablemente en la actual elevación -1.2 m.

b) Capacidad de Carga

La Capacidad de Carga de cimentaciones someras y angostas se evaluó conservadoramente con la fórmula de **A.W. Skempton (Ref. 6)**, propia para cimentaciones superficiales desplantadas en Suelos predominantemente cohesivos (arcillas ó limos). Así, la **Capacidad de Carga Admisible** bajo un Factor de Seguridad de 3 resulta de 8.6 t/m^2 .

c) Estado Limite de Falla

Adicionalmente, se verificó el cumplimiento de la desigualdad indicada por la Ref. 7, para condiciones permanentes :

$$\frac{\sum Q.F_c}{A} < [c.N_c] Fr + P_v$$

en donde:

$\sum Q.F_c$ = Suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectada por su respectivo Factor de Carga, en t.

A = Área del Cimiento, en m^2 .



- c = Cohesión aparente de los Suelos de desplante, en t/m^2 .
- Nc = Coeficiente de Capacidad de Carga, adimensional.
- Pv = Presión vertical total a la profundidad de desplante, en t/m^2 .
- Fr = Factor de Resistencia, adimensional.

Así:
$$\left[\frac{4.5}{6.0} + 3.0 \right] 1.5 < [3.0 \times 6.5] 0.35 + 1.8$$
$$5.6 t/m^2 < 8.6 t/m^2 \quad \therefore \text{O.K.}$$

++ Peso de la Estructura de 1 Isleta

* Peso de la Cimentación, del relleno sobre ésta y de la Losa del Pavimento (para la condición más desfavorable de las Zapatas convencionales).

+ Cohesión representativa de los Suelos de desplante, en t/m^2 .

d) Estabilidad Sísmica

W. G. R. S. A. de C. V.
P. R. S. A. de C. V.



Para una carga vertical unitaria de 3.8 t/m^2 , y considerando un Coeficiente Sísmico (C_s) Típico de la Zona II, de 0.32, y un Factor de Comportamiento Sísmico (Q) de 2.0 para las Estructuras de las Isletas, el esfuerzo máximo debido al efecto sísmico que se inducirá al Subsuelo será de 5.0 t/m^2 , en consecuencia, los Factores de Seguridad contra falla general resultan adecuados, de 6.1, ó mayor.

e) **Módulo de Reacción Vertical del Subsuelo.**

El **Módulo de Reacción Vertical del Subsuelo (k_v)**, necesario para la revisión de la interacción **Suelo-Estructura** se evalúo aplicando la siguiente expresión:

$$k_v = \frac{q}{\lambda} \quad ; \text{ en donde:}$$

λ

k_v = Módulo de Reacción Vertical del Suelo de apoyo, en $\text{kg/cm}^2/\text{cm}$.

q = Esfuerzo aplicado en la Cimentación, en kg/cm^2 .

λ = Asentamiento debido al esfuerzo aplicado, en cm .

A N E X O

V I

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.



GEC
S.A. de C.V.



000

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS DEL LOTE 1, No. 38, CALLE
REFORMA, COL. LOMAS DE SAN PEDRO
ATZOMPA, MUNICIPIO DE TECAMAC, EN EL
ESTADO DE MÉXICO; PARA EL PROYECTO
Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE
SERVICIO DE COMBUSTIBLE.

NOVIEMBRE, 2014



GEC
SADECV



009

**ESTACIÓN DE SERVICIO DE
COMBUSTIBLE**

Lote 1, No. 38, Calle Reforma
Col. Lomas de San Pedro Atzompa
Municipio de Tecamac,
Estado de México

**ESTUDIO DEL SUBSUELO Y DE
PAVIMENTOS**



GEC
S.A. DE C.V.



008

SOLICITADO POR:

ING. AGUSTÍN GÓMEZ ZARAGOZA

PREPARADO POR:

SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERÍA
CIVIL, S.A. DE C.V.



GEC
SADECV



1
007

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN