



UNIVERSIDAD DE SONORA

**División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología**

EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES DE UN SITIO Y SU USO EN PLANEACIÓN URBANA.

TESIS

**TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TITULO DE GEÓLOGO**

P R E S E N T A:

OBDULIA FERNANDEZ VILLEGAS



Hermosillo, Sonora Agosto del 2010

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Sonora y Departamento de Geología por darme una formación de vida a través de sus conocimientos.

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios por brindarme la salud y confianza para llegar a este punto de mi vida, a mis padres Eduardo Fernández Coronado y muy especialmente a mi madre Silvia Elena Villegas Cuen por el cariño y apoyo infinito que me brinda, a mis hermanos José Eduardo, Saúl, Jesús Everardo y Fco. Javier, a la familia Amaya Montijo y a mi esposo Raúl Guillermo por estar conmigo incondicionalmente en todo momento, a mi mas grande tesoro, a mi hijo Raúl Alejandro Medina Fernandez, y a todas aquellas personas y amigos que me apoyaron de alguna u otra forma en la culminación de este trabajo.

Mi eterno agradecimiento a los maestros Alejandra Montijo, Ismael Minjarez y Alberto Villa por brindarme su apoyo, su tiempo, conocimiento y paciencia a lo largo de este trabajo.

Agradezco muy especialmente a mi directora de tesis y sinodales por haberme dado la oportunidad de desarrollar este tema de tesis.

Agradezco a Elia Tapia, Laura Ramirez y Juan Hernández por ayudarme en la culminación de este trabajo.

INDICE

RESUMEN

1. Introducción	1
1.1 Antecedentes y estudios previos	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Localización del área de estudio	
1.4 La Ley General de Protección Civil del Estado de Sonora	5
2. Descripción del área	6
2.1 Geomorfología	
2.2 Climatología	9
2.2.1 Tipo de clima	
2.2.2 Temperatura	
2.2.3 Precipitación	12
2.2.4 Vientos	14
2.3 Geología	15
2.3.1 Geología regional	
2.3.1.1 Paleozoico	
2.3.1.2 Mesozoico	16
2.3.1.3 Terciario	18
2.3.1.4 Cenozoico	19
2.3.1.4.1 Cuaternario	
2.3.1.5 Rocas intrusivas	20
2.4 Suelos	23
2.5 Geología Estructural y Tectónica	25
3. Descripción general de la construcción	26
3.1 Descripción del inmueble	
3.2 Ubicación del inmueble	
3.3 Urbanización del área	27
3.4 Características constructivas del inmueble	28
3.4.1 Programa general de obras	
3.4.2 Construcción del inmueble	
4. Estudios del sitio	29
4.1 Geología local	
4.1.1 Paleozoico Pcz	
4.1.2 Cuaternario	30
4.1.3 Rocas ígneas KGr	
4.2 Mecánica de suelos	33

4.2.1	Recomendaciones para el área de tanques	
4.3	Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen geológico	41
4.3.1	Peligro Sísmico	
4.3.2	Peligro por fallamiento y fracturamiento	46
4.3.3	Susceptibilidad a deslizamientos	
4.3.4	Peligro Volcánico	47
4.4	Fenómenos derivados de agentes de origen hidrometeorológico	48
4.4.1	Tormentas extremas	
4.4.1.1	Ciclones y tormentas tropicales	
4.4.1.2	Tormentas eléctricas	51
4.4.2	Heladas	53
4.4.3	Inundaciones pluviales y fluviales	
4.4.4	Hidrología superficial	56
4.4.4.1	Región Hidrológica	
4.4.4.2	Corrientes urbanas	58
4.4.4.3	Tránsito de avenidas máximas	61
4.4.5	Hidrología subterránea	64
4.5	Fenómenos derivados de agentes destructivos químico-tecnológicos	67
4.5.1	Localización de los materiales y residuos peligrosos	
4.5.2	Descripción de la maquinaria y equipo	69
4.5.2.1	Descripción de la maquinaria y equipo	
4.5.3	Identificación de los riesgos con base en los DTI's	70
4.5.4	Delimitación de zona de influencia de posibles eventos químico tecnológico	71
4.5.4.1	Origen de los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes: Incendios-explosiones	
4.5.4.2	Jerarquizar los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes	73
4.6	Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen sanitario- ecológico	76
4.6.1	Identificación cualitativa y cuantitativa de las descargas de contaminantes a los diferentes elementos naturales de la zona de influencia del área de estudio	
4.6.2	Niveles de concentración basales	77
5.	Vulnerabilidad de la edificación y el área a los peligros naturales y Antropogénicos	78
5.1	Evaluación de la vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen geológico	
5.2	Vulnerabilidad de la edificación o inmueble a la presencia de agentes destructivos de origen hidrometeorológico con la metodología del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	

5.3 Vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen químico-tecnológico.	79
5.4 Evaluación vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen socio-organizativos.	80
6. Conclusiones y recomendaciones	81
6.1 Jerarquización de peligros y riesgo	
6.2 Recomendaciones	83
7. Referencias bibliográficas	87

RESUMEN

El conocimiento de los Peligros Naturales y el grado de vulnerabilidad a ellos en el que se encuentra la población es de vital importancia para la planeación urbana, dado que esto permite el crecimiento de las ciudades de manera segura y ordenada.

El objeto de este trabajo es el de ejemplificar con un caso los estudios necesarios para establecer el peligro a fenómenos naturales de un sitio para la ubicación de un negocio específico, en este caso una gasolinera.

Para ello se hace un análisis de la situación de riesgo del sitio mediante el uso de diversos métodos de acuerdo al tipo de fenómeno y una aplicación crítica de los Términos de Referencia TRES-001-UEPC-2007 relativos a los estudios de peligro y riesgos necesarios para la construcción de nuevas edificaciones, derivados de la Ley 163 Estatal de Protección Civil.

Si bien se consideraron en lo general los Términos de Referencia mencionados, se ha hecho una simplificación que consideramos sirve para una modificación futura de los mencionados Términos.

1. Introducción.

El conocimiento de los Peligros Naturales y el grado de vulnerabilidad a ellos en el que se encuentra la población es de vital importancia para la planeación urbana, dado que esto permite el crecimiento de las ciudades de manera segura y ordenada.

El Estado de Sonora ha tenido algunos avances en este sentido al promulgar en el año 2006 la Ley Estatal de Protección Civil (Ley 163) y los Términos de Referencia TRES-001-UEPC-2007 relativos a los estudios de peligro y riesgo necesarios para la construcción de nuevas edificaciones. Estos Términos establecen que los propietarios de inmuebles, que por su uso represente un riesgo de daños para la población, están obligados a elaborar un programa interno, en los términos de esta Ley. Dicho Programa Interno deberá ser presentado ante las autoridades de protección civil. Al igual que para constituir, reconstruir, modificar o remodelar dicho inmuebles se deberá presentar un diagnóstico de riesgo.

El objeto de este trabajo es el de ejemplificar con un caso los estudios necesarios para establecer el peligro a fenómenos naturales de un sitio para la ubicación de un negocio específico, en este caso una gasolinera.

Si bien se consideraron en lo general los Términos de Referencia mencionados, se ha hecho una simplificación que consideramos sirve para una modificación futura de los mencionados Términos.

1.1 Antecedentes y estudios previos.

El primer estudio sobre geología urbana de Hermosillo se hizo para determinar, riesgos geológicos, distribución de suelos y rocas e hidrología general (Salas y otros, 1979), escala 1:50 000 siendo una investigación preliminar.

En 1981 se realizó un estudio para determinar la geología urbana en las márgenes del Río Sonora (Lagarda Verdugo et. al.). Los autores concluyen entre1) existen riesgos de colapso de cavernas de disolución en un área aledaña al oriente de la Casa de la Cultura, 2) existen riesgos de movimiento de masa en zonas urbanizadas.

En 1981 la empresa “Servicios de Ingeniería y Geodesia Electrónica, S.A” (SIGESA), realizó un estudio geofísico, que detectó zonas de alta probabilidad de contener cavernas de disolución en las inmediaciones del parque recreativo del DIF.

Salas y Santoyo en 1983, destaca la presencia de una falla de magnitud regional al sur de Hermosillo. Los autores destacan la importancia de esta estructura en relación a la actividad sísmica del estado de Sonora y las posibles consecuencias en daños para la ciudad de Hermosillo.

Rodríguez, en 1981 presenta el primer mapa geológico de la Ciudad de Hermosillo, Sonora.

En 1981, la empresa Consultores, S.A, servicios de prospección y Levantamiento Geológico y Geofísicos, realizó en la Zona de Hermosillo, Sonora, un estudio geológico-geofísico muy general para la S.A.R.H.

En 2005 Juan González Sandoval, presenta en su trabajo de tesis de maestría “carta Geohidrológica de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

En 1997, se presenta la Tesis “Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Sonora” por el quien la presente escribe este trabajo, y en donde se hace una descripción de los diferentes peligros, que pueden tener presencia en el Estado y sus posibles áreas de influencias en el territorio sonorense (Villa, 1997).

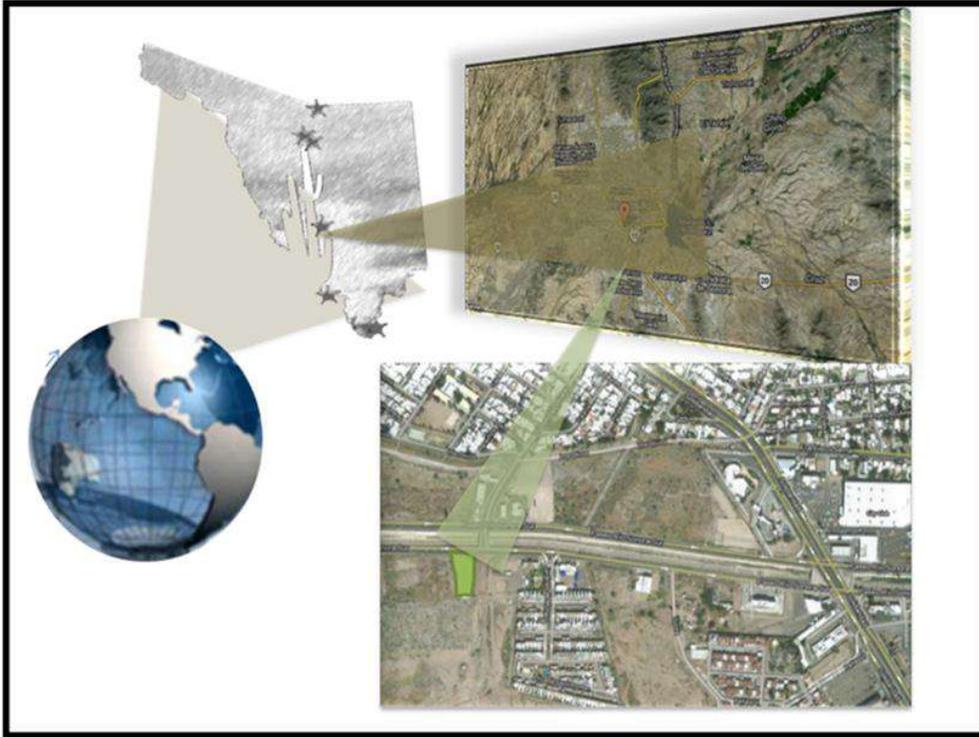
1.2 Objetivos.

Realizar la evaluación de peligros de un sitio que será utilizado como estación de servicio de Gasolina, con tiendas de servicio y locales comerciales.

1.3 Localización del área de estudio.

Localización a escala del sitio con puntos importantes de interés cercanos al lugar. Blvd. Paseo Río Sonora #128, esquina con Dr. Domingo Olivares; Colonia Jardines de Mónaco; Hermosillo, Sonora; C.P. 83288, coordenadas 29°04'06" N, 110°58'39" W, y 29°04'09"N, 110°58'40" W. Figura 1.

MAPA DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 1.1 Plano de localización

1.4 La Ley General de Protección Civil del Estado de Sonora.

De la ley 161 de protección Civil para el Estado de Sonora tomo CLXXVI número 27 Secc. II, aprobada octubre 2005, reformada en agosto 2009. Se consideran los artículos que a continuación se mencionan:

ARTÍCULO 37. Los propietarios, poseedores, administradores o encargados de establecimientos, edificaciones o inmuebles a los que se refieren la fracción XI del artículo 6 y la fracción XIX del artículo 13 de esta Ley, que por su uso y destino concentren o reciban una afluencia masiva de personas, o que represente un riesgo de daños para la población, están obligados a contar con una unidad interna y a elaborar un programa interno, en los términos de esta Ley y su Reglamento. Dicho Programa Interno deberá ser presentado ante las autoridades de protección civil competentes para su dictamen y en su caso, aprobación y será revalidado anualmente.

ARTICULO 40. Las personas que pretendan constituir, reconstruir, modificar o remodelar los establecimientos, edificaciones o inmuebles referidos en el artículo 37 de esta Ley, previamente deberán presentar un diagnóstico de riesgo en materia de protección civil a la Unidad Estatal o al ayuntamiento, según corresponda, para que dichas autoridades expidan, o en su caso, nieguen la autorización respectiva.

Si en la revisión del diagnóstico de riesgo, la autoridad competente detectare deficiencias o irregularidades, lo hará del conocimiento de las personas a que se refiere el párrafo anterior. En todo caso, la autoridad competente expedirá la autorización respectiva una vez que hayan sido solventadas las deficiencias o irregularidades señaladas.

2. Descripción del área

2.1 Geomorfología.

Debido a que en el área de estudio no se tienen trabajos previos de mapeo geomorfológico, se modificó el mapa de ERAH donde se muestre el aspecto general de la geología y las formas del relieve.

Para la elaboración del mapa geomorfológico se utilizaron varios parámetros para la clasificación de unidades, como son geoforma, altura relativa, pendiente, litología y uso del suelo.

La altura relativa se tomó en cuenta de la base a la cima de la misma unidad, definiéndose como **ladera montañosa** alta al cuerpo rocoso que se exhibe al Oeste-Suroeste del área de estudio, por ser superior a los 300 m de diferencia altitudinal; como **lomerío medio** al afloramiento ubicado en la zona Norte-Noroeste por estar dentro del intervalo de 80-130 metros y como **lomeríos bajos** a todos aquellos que se encuentran en el intervalo de 0-80 metros. **El piedemonte** se clasifica como todo el material detrítico depositado en las partes bajas de los relieves mencionados. Así mismo, se determinaron como **planicies** a las áreas de gran extensión territorial con poca variación en su altura relativa, considerándose menor a los 50 metros.

La estabilidad de la pendiente se clasificó en dos categorías, identificadas por su variación en grados; siendo **estable** de 0-10° para las zonas más llanas y **metaestable** de 10-25° para los piedemonte y lomeríos próximos al área de estudio.

Otro parámetro tomado en cuenta para la delimitación geomorfológica es tipo de suelos, observando en la zona variaciones areno-gravosas y arcillosas, en áreas próximas. También se incluye la influencia urbana en el cambio de uso

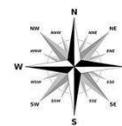
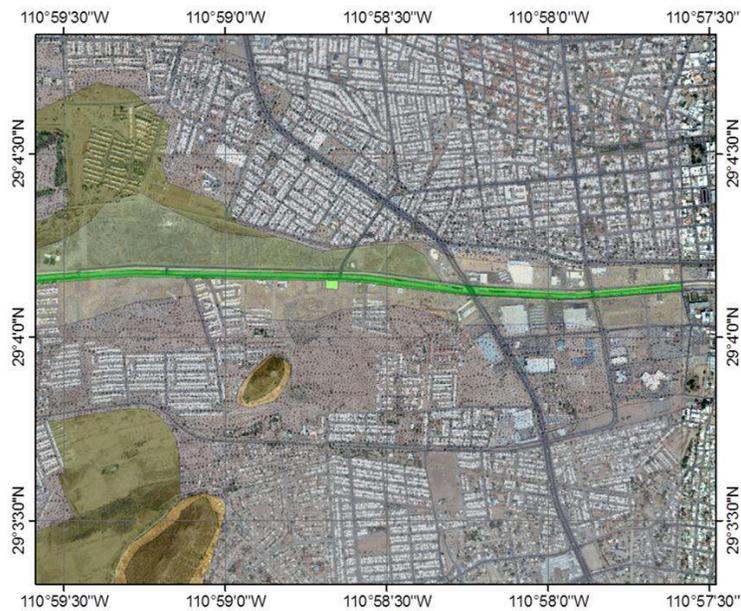
del suelo; ya que, este material corresponde originalmente al lecho de ríos y arroyos, que en la actualidad son modificados por la creciente urbanización.

El análisis geomorfológico de áreas próximas establece según el “Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Sonora” la clasificación de 9 unidades, mostradas en la Tabla 2.1 y en el plano Geomorfológico figura 2.

Tabla 2.1 Unidades Geomorfológicas tomadas del Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Sonora

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Cauce fluvial principal
Planicie antrópica urbana
Planicie antrópica urbana de inundación estacional
Planicie antrópica urbana de inundación máxima
Planicie aluvial de inundación estacional
Planicie aluvial de inundación máxima
Piedemonte estable urbanizado
Piedemonte metaestable urbanizado
Lomerío bajo metaestable de caliza

MAPA DE GEOMORFOLOGÍA



LEYENDA

- AREA_ESTUDIO
- Lomerío bajo metaestable de caliza
- Piedemonte metaestable urbanizado
- Piedemonte estable urbanizado
- Planicie aluvial
- Planicie aluvial de inundación máxima
- Planicie aluvial de inundación estacional
- Cauce fluvial principal
- Planicie antrópica urbana
- Planicie antrópica urbana de inundación estacional
- Planicie antrópica urbana de inundación máxima



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en
Geología

Obdulia Fernández Villegas

Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 2.1 Mapa Geomorfológico

2.2 Climatología

2.2.1 Tipo de clima.

El área de estudio se caracteriza por presentar un clima de tipo cálido muy seco a desértico BW (h,,) w(x"), con temperaturas extremas en verano que alcanzan los 48 grados centígrados y con inviernos en los que se llegará a los cero grados centígrados. Los regímenes de lluvia son en verano con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2. En los meses de julio, agosto y septiembre se registran los rangos de precipitación más elevados, información que coincide con la temporada de monzones y huracanes.

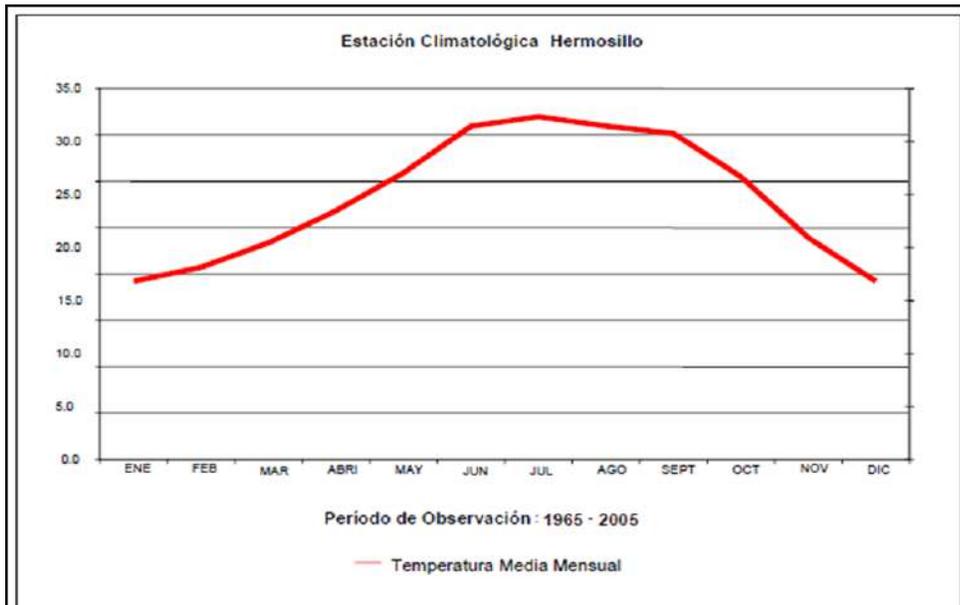
Las temperaturas más altas se alcanzan en los meses de abril a septiembre, mientras que los meses fríos corresponden al rango entre noviembre y febrero; la temperatura media anual es mayor a los 22°C y su media mensual es mayor a los 18°C.

2.2.2 Temperatura.

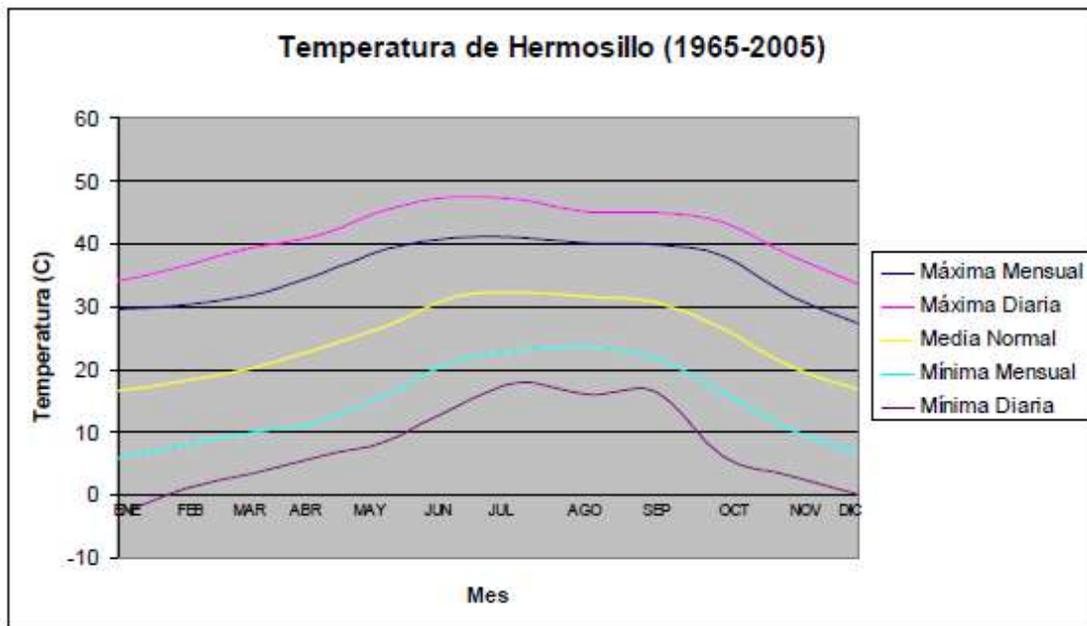
La temperatura del área de estudio se evaluó con base en los registros de la estación meteorológica 26139 Hermosillo; ubicada dentro del municipio del mismo nombre, en las coordenadas UTM 2, 886,595.62 y 503,333.15. Cuenta con una base de datos que va de 1965 a 2005; lo que representa 40 años de registros climatológicos.

La gráfica 2.1 exhibe el rango de temperatura media mensual en la estación Hermosillo, con variaciones que van de los 17° hasta los 32°C

Además de la gráfica arriba presentada se presenta la tabla 2.2 Temperatura media mensual, donde se puede apreciar también la temperatura media anual, máximas, mínimas, sumas y promedios mensuales; mientras que la gráfica 2.2 muestra el comportamiento de las normales climatológicas en la estación meteorológica Hermosillo Norte (26139). (Fuente: CNA).



Grafica 2.1 Temperatura Media Mensual Estación Hermosillo Norte (26139).



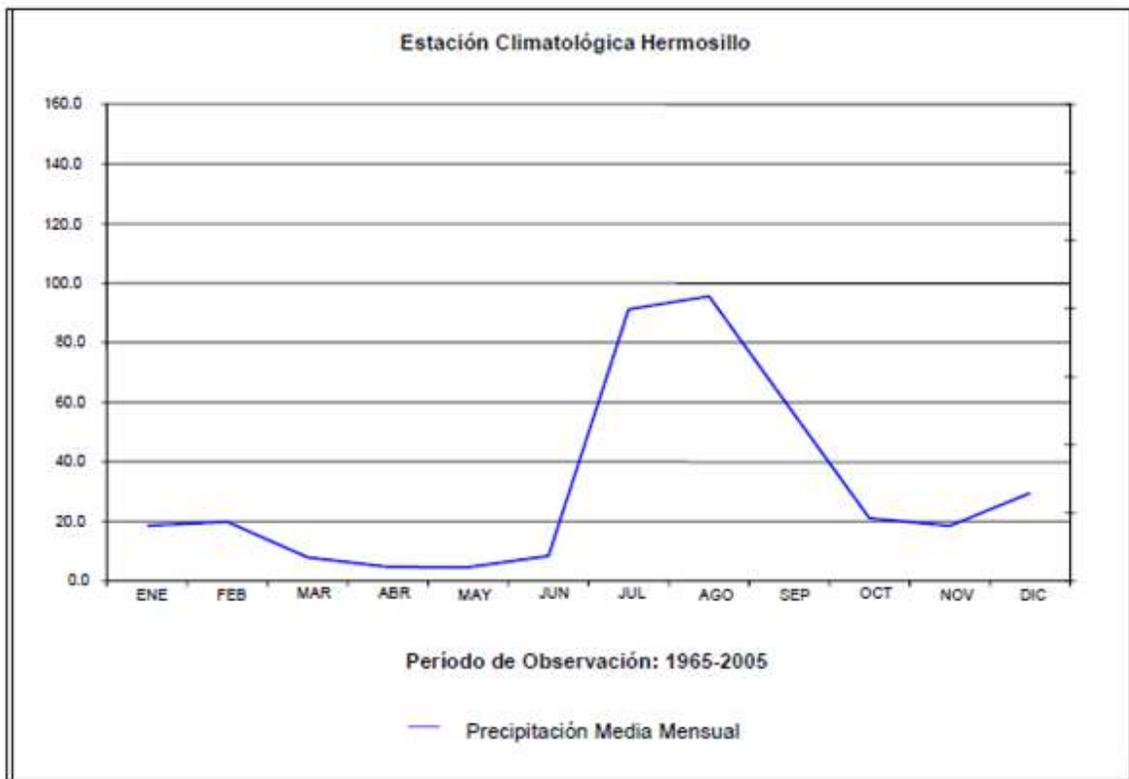
Grafica 2.2 Normales Climatológicos Estación Hermosillo Norte (26139) fuente CNA

Tabla 2.2 Temperatura Media Mensual, Estación Hermosillo Norte (26139).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1965	16.7	18.2	20.4	23.4	26.9	31.4	32.7	21.1	29.9	27.2	22.0	16.8	23.9
1966	14.3	14.8	20.6	24.4	22.6	31.5	32.4	30.6	30.7	25.8	21.6	16.9	23.9
1967	15.8	18.1	21.1	21.5	26.3	29.4	32.8	31.7	30.9	26.8	18.3	14.3	23.9
1968	16.4	19.6	20.2	22.2	26.5	31.1	32.1	30.8	31.1	26.9	20.3	16.0	24.4
1969	21.6	16.1	18.8	24.2	27.5	29.0	32.7	33.2	31.5	25.3	21.6	16.6	24.8
1970	16.0	19.0	19.4	21.7	28.1	31.5	31.2	33.3	30.6	25.0	21.4	16.7	25.3
1971	15.1	17.1	21.2	21.9	25.4	30.2	32.9	30.8	30.2	23.4	19.2	14.5	23.5
1972	16.5	18.6	22.9	24.7	26.1	31.2	33.1	31.2	31.0	26.0	18.8	16.4	24.7
1973	14.5	17.4	16.7	20.8	26.7	30.9	32.3	32.0	31.6	26.5	20.2	17.0	23.9
1974	15.2	16.8	20.4	23.3	26.1	31.7	30.9	31.8	30.0	25.7	19.5	13.7	23.8
1975	15.0	16.2	18.5	19.6	24.2	29.6	29.8	31.2	30.5	25.2	21.2	16.2	23.1
1976	17.6	18.6	18.8	21.6	26.1	31.0	30.6	31.5	27.2	24.7	20.9	16.3	23.7
1977	15.4	19.0	17.3	22.7	24.5	31.5	31.9	31.0	30.6	27.1	21.5	19.5	24.3
1978	16.4	16.4	26.0	21.8	25.7	32.1	32.5	31.4	28.2	27.3	18.1	14.2	24.2
1979	13.3	16.2	19.9	22.8	25.5	31.4	32.6	30.3	31.7	26.8	19.0	17.5	23.9
1980	17.1	19.3	18.7	22.6	24.4	32.2	33.2	30.9	31.3	26.5	21.4	19.7	24.8
1981	18.2	19.8	18.7	24.8	26.6	32.2	32.4	33.5	31.1	26.0	22.9	19.1	25.4
1982	16.3	19.2	20.4	25.0	26.1	30.7	32.7	33.0	31.6	26.0	20.1	16.1	24.8
1983	17.3	17.8	19.5	21.1	27.0	30.6	33.0	31.1	31.0	26.6	20.4	18.2	24.5
1984	17.0	18.7	21.1	23.0	30.2	31.4	31.0	30.9	31.6	24.4	20.3	16.7	24.7
1985	15.6	17.4	20.0	25.6	28.3	32.4	33.2	332.0	29.3	26.3	20.3	18.1	24.9
1986	21.0	19.8	22.8	26.3	27.7	32.5	31.4	32.0	30.1	32.9	27.8	16.2	26.7
1987	15.9	17.8	19.1	24.6	26.3	31.6	33.2	31.6	30.9	29.1	19.6	15.2	24.6
1988	16.0	19.7	20.5	23.6	27.0	31.8	31.8	32.2	30.6	27.3	20.7	16.1	24.8
1989	14.2	18.7	21.9	26.4	27.7	31.2	32.7	31.2	31.3	26.0	21.0	16.7	24.9
1990	16.0	16.1	20.3	23.7	27.0	32.8	30.8	29.6	29.7	27.0	20.6	16.4	24.2
1991	15.8	19.0	17.9	22.6	25.7	29.9	31.8	31.7	30.1	27.9	20.3	15.9	24.1
1992	15.9	17.8	19.0	24.6	27.7	31.6	32.6	30.3	30.8	26.9	19.1	15.2	24.3
1993	17.4	17.5	21.6	24.9	28.0	31.5	32.1	31.1	29.5	26.5	20.7	17.5	24.9
1994	17.2	17.5	21.3	24.2	27.2	33.1	33.8	32.3	31.0	25.7	18.8	15.9	24.8
1995	16.6	19.9	21.5	23.0	26.6	31.5	33.5	32.6	31.3	27.9	23.7	18.5	25.6
1996	18.5	20.5	21.5	25.1	29.3	32.8	32.2	31.7	30.0	26.3	21.1	18.2	25.6
1997	17.2	17.3	22.8	22.2	29.3	30.7	33.0	32.4	31.9	27.3	21.9	15.2	25.1
1998	17.8	16.7	20.0	22.1	27.7	31.8	33.8	32.8	31.6	28.2	22.6	17.3	25.2
1999	18.9	20.3	21.7	22.9	28.1	31.5	32.4	32.3	32.2	29.7	24.0	17.5	26.0
2000	19.4	20.8	21.0	26.2	29.8	32.3	32.2	31.1	31.5	24.8	18.1	19.0	25.5
2001	15.9	17.8	20.5	23.6	29.4	31.9	31.8	32.8	32.0	27.2	22.6	16.8	25.2
2002	17.5	19.7	19.4	25.4	28.4	33.2	32.5	32.0	31.9	26.4	22.3	16.5	25.4
2003	21.1	18.0	20.4	23.3	28.2	31.3	32.2	31.4	30.5	28.4	21.4	18.0	25.4
2004	16.7	16.8	24.3	23.9	29.1	31.9	32.7	33.0	29.9	26.0	19.3	17.2	25.1
2005	18.1	17.6	20.6	24.7	28.0	31.3	33.9	32.5	32.9	27.3	23.5	18.9	25.8
SUMA	587.6	637.7	718.2	824.7	951.1	1105.3	1132.4	1109.2	1076.6	937.4	732.9	591.4	
MAX	21.6	20.8	26.0	26.4	30.2	33.2	33.9	33.5	32.9	32.9	27.8	19.7	
MIN	13.3	14.8	16.7	19.6	22.6	29.0	29.8	21.1	27.2	23.4	18.1	13.7	
PROM.	30.7	32.9	37.1	42.5	49.0	57.0	58.5	57.1	55.7	48.4	37.9	30.5	

2.2.3 Precipitación

La precipitación significativa se presenta en los meses de julio a septiembre, con rangos de 40 a 100 milímetros, también se presentan precipitaciones en los meses de noviembre a febrero, debido al tipo de lluvias denominadas regionalmente como “las equipatas de invierno”. A continuación se muestran los registros de Precipitación Media Mensual para la estación Hermosillo (Gráfica 2.3 y Tabla 2.3), en un tiempo de observación de 40 años (Estación Hermosillo Norte 26139-CNA).



Grafica 2.3 Precipitación media Mensual Estación Hermosillo Norte (26139)

Tabla 2.3 Precipitación Media Mensual Estación Hermosillo Norte (26139)

ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1965	16.5	17.6	6.4	3.6	3.2	7.4	26.6	86	79.5	0	0	65.7	312.5
1966	8.5	18.1	0	0	0	9.7	150.5	98.8	36.4	6.7	0	5.5	334.2
1967	0	0	0	0.8	0	1.5	30.7	83	30.7	38	23	59.2	266.9
1968	15.7	15.5	8.3	26	0	0	134.6	36.7	28.7	16.9	1.5	1.2	285.1
1969	28.7	21.1	0	0	2	0	129	92.4	20.4	7.1	13.5	32.4	346.6
1970	2.8	0.9	4.5	5.5	1.2	23.4	99.4	57.8	79.8	0	0	0	275.3
1971	0	1.8	0	0	0	1.6	78.6	209.4	74.2	14.5	6.1	11.9	398.1
1972	0	0	0	0	33.1	20.5	31.2	62.8	0	33.7	0	5.1	186.4
1973	1.7	62.4	15.4	0	4.9	0	37.7	73.9	12	0	0	0	208
1974	36	0	0.2	0	0	0.5	142.7	66.8	4.1	13.1	39.4	0.5	303.3
1975	24.6	0	15.3	0	0	0.2	94.4	64.7	61.4	0	0	9.4	270
1976	0.5	29.8	0	2	0	0	83.4	48.2	77.3	0.2	34.4	2.4	278.2
1977	22.7	0	9.5	0	2	0	102.7	112.4	26.5	14.1	0	1.5	291.4
1978	19.8	89.6	18.9	0	0	0	36.4	15.5	31.5	36.1	15.9	57.5	321.2
1979	35.9	0	7.4	0	37.2	0	58.5	96.1	39.1	0	0	0.3	274.5
1980	13.5	15.8	0	0	0	0	104.5	76.3	22.7	16.7	0	2.1	251.6
1981	52.5	5.6	14.3	5.2	8.4	1.8	120.5	7.2	53.6	13.9	8.8	0	291.8
1982	12	0	0	0	0	0	33.1	24.2	18.2	0	19.4	114.6	221.5
1983	36.2	17.2	27.4	7.9	0	0	148.8	114.2	147.4	25.2	42.4	31.3	598
1984	71.3	0	0	2.9	0	38.5	71.8	170.1	25.5	17.8	8.2	106.7	512.8
1985	27.5	9.3	0.2	1.9	0	0	108.6	80.3	105.7	27.6	18.6	3.2	382.9
1986	2.7	19.1	2.8	2.7	10.8	62.5	103.9	97.3	97.1	11.1	0.5	38.6	449.1
1987	0	34.2	0	3.5	5	10.5	52.2	55.4	12.4	12	0	34.3	219.5
1988	9.7	0.5	6.2	2.7	0	0	159.8	73.3	159.6	4	0	48.3	464.1
1989	28.2	2.5	6	0	0	0	63.8	91.7	92.2	1.5	0.5	10.3	296.7
1990	25.8	0	0	0	1.3	37.6	127.5	220.6	95.2	3.7	19.9	46.8	578.4
1991	12.2	76.7	3.9	0	0	0	62.6	50.6	35.2	0	30.8	61.2	333.2
1992	43.5	58.7	60.4	1.2	0	0	97.4	239.2	22.6	0	0	47.2	570.2
1993	58.8	24.2	0.7	51.7	4.2	22.8	26.8	185.6	81.2	13.4	10	25.7	505.1
1994	0	3.3	1	0	0	5.3	49.8	68.1	49.1	16.9	171.5	132.3	497.3
1995	16.6	75.6	1.5	0	0	0	126.6	69	13.4	2	28.5	0	333.2
1996	0	5	0	0	0	4.2	155.9	108.2	40.9	0.2	0	0	314.4
1997	0.5	3.5	0	15	11.5	0	45.1	210.7	30.7	0	11.6	62.5	391.1
1998	0	41.5	5.2	0	0	2.5	83.5	51.2	91.4	0.9	2.3	0	278.5
1999	0	0	0	0	0	6.2	80	150.2	41.9	40.5	0	3	321.8
2000	0	0	27.6	0	0	3.8	141	50.4	58.4	235	15.5	0	531.7
2001	13.2	3.3	1.8	5.2	0	24.2	101.6	46.2	101	0	0	2	298.5
2002	4.3	15.3	0.8	0	0	0	95.5	132.7	85.5	0	42.5	49.2	425.8
2003	0	19	3.5	1.7	0	4.5	103.8	133.6	111.1	11.7	12	0	400.9
2004	20.7	7	24.5	8.3	0	0	71.5	24.2	71.6	15.3	27	34.7	304.8
2005	44.7	50.7	0	0	30.3	0	100.1	39.3	21.4	0.3	0	0.8	287.6
SUMA	707.3	744.8	273.7	147.8	155.1	289.2	3,672.1	3,774.3	2,286.6	650.1	603.8	1,107.4	
MAX	71.3	89.6	60.4	51.7	37.2	62.5	159.8	239.2	159.6	235	171.5	132.3	
PROM	33.7	35.5	13	7	7.4	13.8	174.9	179.7	108.9	31	28.8	52.7	

2.2.4 Vientos.

En Hermosillo, los principales factores que determinan la presencia de vientos fuertes son las perturbaciones ciclónicas provenientes del sureste, la presencia de frentes fríos provenientes del norte y noreste, a los efectos provocados por el Monzón de Norteamérica, así como también a la manifestación de las Trombas.

En la zona del predio los vientos dominantes son del sureste, con una frecuencia promedio anual del 11%, y una intensidad de 1 a 2 m/s, aunque los vientos más intensos provienen del noreste con una frecuencia menor del 1%, y una intensidad de 3 a 4 m/s. El promedio anual de días en calma es del 78%; sin embargo, para enero el promedio es del 91%, abril 81%, julio 48% y octubre 75% de días. Estos datos fueron tomados de la estación climatológica del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, correspondientes al período 1983-2003.

En los períodos de verano se presentan pequeños remolinos de viento con abundante polvo. No se tienen registros de afectaciones relevantes de las edificaciones debidas a este fenómeno, pero estos si ha llegado afectar anuncios espectaculares y luminosos.

2.3 Geología

2.3.1 Geología Regional

2.3.1.1 Paleozoico

Las rocas paleozoicas se encuentran aflorando en los cerros El Molinito, Santa Gertrudis, La Morena, de la Campana (Foto 1), de La Cementera (foto 2), Tecoripa, Sierra Los Leyva y otros. Estas rocas, en términos generales, corresponden al Carbonífero-Pérmico y a facies de plataforma (Peiffer, 1978).

Las rocas del paleozoico que afloran dentro de la zona urbana se encuentran en los cerros conocidos como de La Campana, Tecoripa y Lomas El Rayo, que petrográficamente corresponden a rocas metamórficas de contacto de alta temperatura. En los altos topográficos, la estratificación es variable de mediana a gruesa y en muchos casos de aspecto masivo, debido al metamorfismo que afecta al área.

En Lomas El Rayo, aproximadamente a 500 m del entronque de la carretera Mazatán-Mesa del Seri, las rocas son de estratificación delgada a media con cavidades que están rellenas de minerales como tremolita-actinolita, que al ser afectadas por el intemperismo dan el aspecto de un panal; aflorando brechas calcáreas con huellas de metamorfismo.



Foto 1. Rocas paleozoicas en el Cerro de La Campana.

Uno de los minerales característicos de todas estas rocas es la wollastonita, la cual es muy abundante y que en superficie de intemperismo se presenta en agregados radial-bacilares, Rodríguez (1981).

El cerro Agualurca se ubica al SW del área de estudio y está compuesto principalmente de caliza color gris oscuro con espesor de 1 metro y una aureola de metamorfismo caracterizado por el alto contenido de epidota y wollastonita; sobreyaciendo al intrusivo granodiorítico.

Al suroeste de Calhida de Sonora y al oriente de Sierra La Flojera, afloran calizas de color gris oscuro de estratificación masiva, con metamorfismo avanzado; en las cuales, más al Sur de Calera Willard, se encontraron fusulínidos de edad pérmico (Wolfcampiano-Leonardiano; Peiffer, 1979) y (Menicucci et al., 1982), por lo que se asigna toda esta secuencia al Pérmico Temprano.



Foto 2 Cerro de La Cementera.

2.3.1.2 Mesozoico

Las rocas en Sierra La Flojera, Cerro Prieto y C. Las Hilachas, a un lado de la carretera que conduce a Mazatán (al SE de Hermosillo) consiste de calizas, limonitas, micro conglomerados, areniscas con diastratificación y una alternancia de calizas y cuarcitas.

En Sierra La Flojera afloran calizas arcillosas de estratificación laminar con horizontes brechoides, ocasionalmente con estratificación graduada e interestratificada con limonitas, donde el rasgo característico de la secuencia son unos lentes y horizontes de microconglomerados. El estudio petrográfico reveló que éstos están constituidos por fragmentos de pedernal y cuarcita contenidos en una matriz micrítica, (Rodríguez, 1981). El tamaño de estos lentes varían de 0.20 m de espesor hasta 4.0 m llegando a alcanzar varias decenas de metros de longitud.

En Cerro Prieto aflora una secuencia de caliza brechoide impura y cuarcitas. Las calizas son laminadas de color rojizo, en estratos delgados y poseen diastratificación; contienen gran cantidad de terrígenos de origen volcánico. Esta secuencia posee fracturas y zonas brechadas por pequeñas fallas. También se observa el microconglomerado que aflora en Sierra La Flojera, siendo aquí más fino el tamaño de sus clastos. Las cuarcitas varían de color gris a café rojizo, café y blanco; son de estratificación media a delgada y están muy fracturadas, lo que les da un aspecto similar al de las calizas. La secuencia que aflora en Esta es una secuencia carbonatada y clástica, donde se encontraron pelecípodos, en la Sierra La Flojera; los cuales fueron identificados como *Halobia* sp., característica del Triásico Medio al Superior, y *Picatula* sp. Triásico medio-Reciente. Con base a lo anterior, se asigna a secuencias de los Cerro Las Hilachas, C. Prieto y a Sierra La Flojera. Se asigna una edad de Triásico medio (ver Rodríguez 1981).

La relación entre el Mesozoico y Paleozoico es difícil de establecer, debido a que el contacto entre estas rocas de diferente facies y edad se encuentra cubierto. Este contacto puede ser transicional, ya que no se observan indicativos que muestren lo contrario.

En la parte NW del área, en los alrededores de la Estación hidrométrica el Orégano, se presentan afloramientos de andesita de color morado y en algunos lugares pardusco que se pierden debajo de los depósitos recientes, en el área

únicamente se observa un pequeño afloramiento, cuyas características de textura porfídica, clasificados como pórfido andesítico (Rodríguez (1981).

En un estudio geológico realizado al sur de Hermosillo (Cocheme, 1981), señala una serie andesítica –Mesozoica cortada por un granodiorita cretácica tardía, cubierta discordantemente por rocas volcánicas terciarias.

Las tobas afloran en el Cerro el Picacho, las cuales la sobreyacen discordantemente unos basaltos y brechas sedimentarias. Estas rocas podrían representar la cima del Cretácico Superior.

2.3.1.3 Terciario

El terciario está representado por brechas sedimentarias de color café, mal consolidadas, que afloran al suroriente del Cerro el Picacho Colorado, cubiertas por conglomerados, los cuales son *correlacionables* con la Formación Báucarit (King, 1939).

El volcanismo terciario (medio-superior), está representado por derrames piroclásticos riolíticas, tobas, brechas volcánicas y dacitas.

Los basaltos constituyen pequeños afloramientos que se encuentran cubriendo discordantemente al Cerro el Picacho. Petrográficamente estos basaltos están constituidos por labradorita, andesina, olivino, augita y hematita, clasificados como basaltos de olivino (Rodríguez, 1981).

Las tobas se encuentran formando cerros aislados, como son las Lomas, Los Aparatos y otros. Estas rocas son de color gris oscuro a café claro, compactas, de grano fino con una textura piroclásticos. Se clasifica como toba andesíticas.

Las dacitas afloran al oriente del poblado de Molinito de Camou, presentando un aspecto de domo, con coloración café oscuro, compactadas y con textura porfídica (Rodríguez, 1981).

2.3.1.4 Cenozoico.

2.3.1.4.1 Cuaternario

El cuaternario del área se ha dividido en 2 unidades litológicas:

- 1) Aluvión (Qal): está constituido esencialmente por arcillas y arenas. Las primeras por lo general corresponden a las llanuras de inundación de los Ríos Sonora y San Miguel, forman las tierras que actualmente se emplean para cultivo. Las arenas están restringidas principalmente a los cauces, siendo su tamaño de fino a grueso y de composición variable. Se originan por el acarreo y relleno de material no consolidados en los cauces de arroyos y abanicos aluviales que rellenan las partes bajas.
- 2) Talud (Qt): están formados de clastos procedentes principalmente de las rocas intrusivas del área, en los flancos de la Sierra Espinazo Prieto ("El Bachoco"). El tamaño de los componentes es variable, desde bloques de varios metros hasta del tamaño de la arcilla.

2.3.1.5 Rocas Intrusivas.

Las rocas graníticas-granodioríticas se encuentran principalmente en Sierra Espinazo Prieto, cerro Bachoco, en la parte Norte de Hermosillo; presenta una orientación NW-SE (Foto 3). Esta unidad también aflora en la zona urbana, principalmente en los Cerros El Mariachi, El Coloso, El Ranchito y hacia el Sur en el de La Cementera (Cerro Tecoripa), C. Piedra Bola; además en el Norte, Este y noroeste de C. Agualurca, constituyendo el basamento del área.

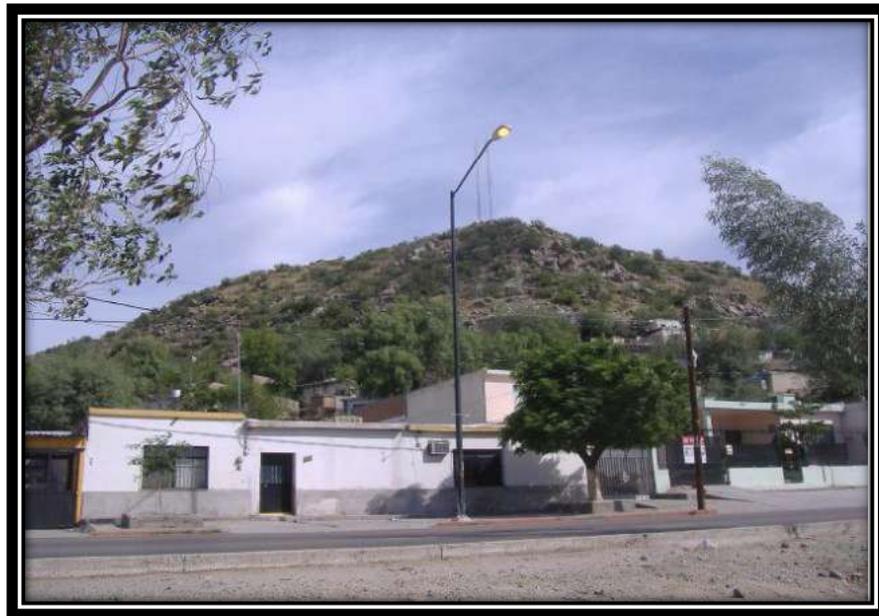


Foto 3. "Intrusivo Bachoco", colonia El Coloso.

En el área de estudio se observa en algunas ocasiones intrusionando a rocas paleozoicas y cubiertos por terciarias (volcánicas y sedimentarias); su coloración es rosa, que varía en algunos lados de amarillo ocre a blanco (Foto 4). Se observan numerosas fracturas, los rumbos predominantes de estas estructuras son de N 5° W a N 55°W, con echados de 37° a 55° NE.



Foto 4. Contacto entre las rocas paleozoicas, “Intrusivo Bachoco” y diques.

El tamaño del grano varía de medio a grueso, en los bordes se presenta más fino, aumentando en tamaño hacia el centro del cuerpo. Su textura varía de equigranular a inequigranular. Al microscopio se observan cuarzo, ortoclasa, horblenda, biotita, plagioclasa sódica y esfena, clasificándose como granodiorita con variaciones a tonalita y diorita (Rodríguez, 1981). Hacia la parte meridional de Sierra Espinazo Prieto, el intrusivo contiene xenolitos de composición tonalítica.

Hacia el lado oriente de Hermosillo, existen diques pegmatíticos que se encuentran emplazados en cerros aislados. Al microscopio se observan cuarzos, feldespatos potásicos (ortoclasas) que forman cristales bien desarrollados hasta de 5 cm de diámetro, microclina, muscovita y minerales oscuros no identificables por estar alterados (Rodríguez, 1981). En los altos topográficos que están al borde de la Carretera Federal No. 15, en la parte meridional de la Ciudad y salida a Guaymas, afloran pórfidos graníticos con cuarzo y ortoclasa en cristales bien desarrollados y abundantes. Este intrusivo está cortado por numerosos diques de composición principalmente básica.

Se determinaron edades de enfriamiento, en una muestra de los Cerros de la colonia El Mariachi; del análisis de K/Ar de horblenda y biotita se obtuvieron,

respectivamente, 64.1 ± 1.4 M.a. a una temperatura de 475° C y 49.5 ± 1.1 M.a. a una temperatura de 275° C (Rodríguez, 1981). Otra edad, fue determinada en el intrusivo que aflora en el Sur de Hermosillo, dando un resultado de 64 m.a. (Dr. T. H. Anderson, comunicación personal a Rodríguez, 1981). Estos estudios isotópicos permiten considerar que la edad mínima del cuerpo es de 64 M.a., que corresponde precisamente al límite entre el Cretácico y el Terciario.

Los diques se encuentran cortando al intrusivo que forma la Sierra Espinazo Prieto, formando un sistema de diques paralelos, cuya orientación preferencial es NW-SE y en menor proporción N-S, con una longitud de aproximadamente 11 km. Los diques se clasifican como lamprófidos, con una mineralogía constituida por plagioclasas intermedias (andesita-oligoclasa), horblenda, biotita y augita; como minerales secundarios calcita, clorita, cuarzo, hematita, magnetita (Rodríguez, 1981).

Se sugiere que el origen de los granitos está ligado al evento denominado Orogenia Laramide y el de los diques a una fase distensiva, que antecedió a la formación de las estructuras de "Basin and Range".

2.4 Suelos

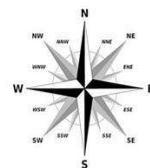
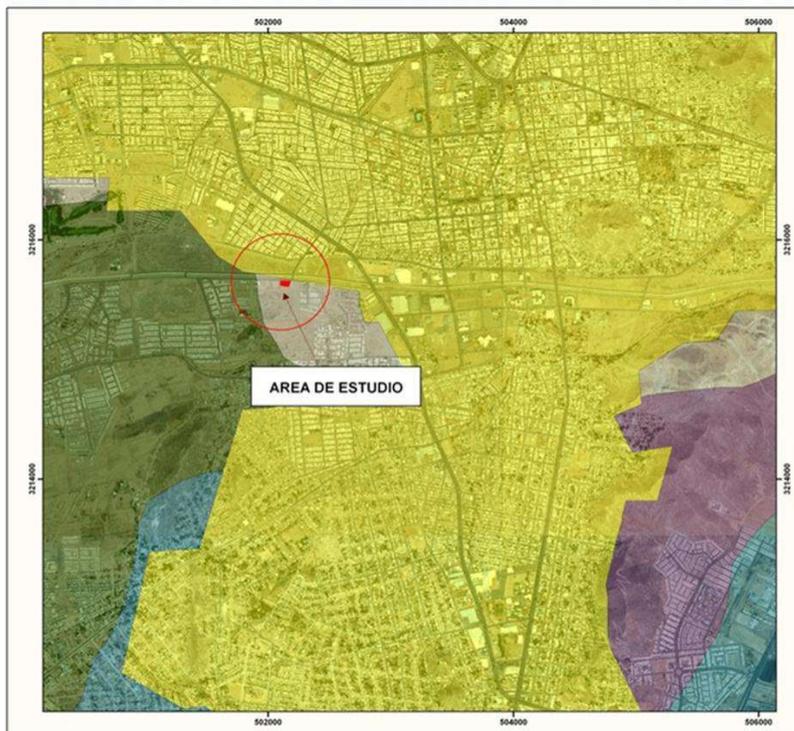
El tipo de suelo en el sitio del proyecto es Yermosol lúvico y Xerosol háplico; éstos son característicos de zonas áridas y ocupan en conjunto 20.10% de la superficie estatal (36 301.0 km²).

Presentan una capa superficial llamada horizonte A Ócrico, de colores claros (pardo, pardo rojizo y pardo claro), cuyo porcentaje de materia orgánica es bajo y muy bajo (1.2 a 1.5% para xerosoles y de 0.1 a 0.5% para yermosoles). Además en ellos se efectúa un proceso de acumulación de arcillas en las capas subsuperficiales, dando origen a un horizonte B, que cuando el contenido de dicho material es mínimo es denominado B Cámbrico, pero al incrementarse ese contenido recibe el nombre de B Argílico. En algunos casos se encuentran acumulaciones de carbonatos de calcio o cristales de yeso. Ver plano Edafológico (fig. 2.8)

En general son moderadamente alcalinos, con pH entre 7.9 y 8.3, pero en los suelos que presentan fase salina, sódica o salina-sódica el pH sube de 8.4 hasta 9.3.

Las texturas de estos suelos son de migajones arenosos en la superficie y de migajones arcillosos o arcillas en los horizontes subsuperficiales, por lo que su potencial para adsorber iones (CICT) va de moderada a alta (de 13.8 a 31.8 meq/100 g), siendo más baja en los yermosoles. La saturación de bases es mayor de 50%, predominando el calcio sobre el potasio. Su fertilidad es alta cuando se dispone de agua para riego. En las zonas que no están dedicadas a esta actividad, la vegetación que se desarrolla es de matorral sarcocaulé y mezquital.

MAPA EDAFOLOGIA



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 2.8. Mapa Edafológico del área de estudio.

2.5 Geología Estructural y Tectónica

El área de estudio constituye una cuenca sedimentaria producto de la generación de bloques caídos producidos por fallas normales orientadas NW-SE y NE-SW, desarrolladas probablemente durante la tectónica de "Basin and Range" y durante la apertura del Golfo de California (Monreal et. al. 2001). Algunas de estas fallas han sido posiblemente reactivadas más recientemente al final del Terciario e inicios del Cuaternario. Esta generación de fallas ha dado como resultado la creación de una cuenca con un basamento que es irregular, lo que trae como consecuencia que el relleno de dicha cuenca sea también muy irregular, ya que existen áreas donde el basamento se encuentra a una profundidad muy somera, de 150 y en otros casos a profundidades de 500 y hasta de 800 metros bajo la superficie.

González en su tesis 2005, menciona que en el área de estudio existe plegamiento intenso con ejes orientados Este-Oeste y dos sistemas regionales de fallamiento normal: 1) orientado al noroeste – sureste que junto con el plegamiento, define la morfología de los cerros de la ciudad, 2) orientado Este- Oeste, que forma un notable valle entre el cerro de la Cementera y el de la Campana dando lugar al cauce del río Sonora. Este último sistema presenta un importante componente de rumbo.

Las fracturas son muy importantes en todas las unidades litológicas, la mayoría de ellas están rellenas por diques andesíticos y constituyen discontinuidades geológicas importantes.

Es de gran importancia mencionar que el fallamiento en planos de estratificación en toda el área de estudio, aunque su desplazamiento es de poca magnitud. Las estructuras geológicas, pueden considerarse discontinuidades geotécnicas que deben ser consideradas ante cualquier plan de urbanización. La acción del agua tanto superficial como subterránea puede acentuar estas discontinuidades y en consecuencia riesgos en las construcciones.

3. Descripción General de la construcción.

3.1 Descripción del inmueble.

El nombre del inmueble es Autoservicio Rosales, S.A. de C.V. El tipo de obra o actividad que se pretende realizar es una Estación de Servicios de Gasolina, con Tienda de servicios y Locales Comerciales.

3.2 Ubicación del inmueble.

Las instalaciones del Autoservicio ROSALES están ubicadas sobre el Blvd. Paseo Río Sonora, colinda al este con el Fraccionamiento Jardines de Mónaco, al norte con el canal del Río Sonora, a 250 m. al noroeste se localiza la escuela primaria pública Netzahualcóyotl, en contra esquina con la Gasolinera 8856, al oeste comparte límites con terrenos baldíos, hacia el suroeste a menos de 400m con los Residenciales Genovas y Marsella; y al sur terrenos baldíos. A continuación se mencionan las características de inmueble:

- **Descripción de accesos.** El acceso principal es de poniente a oriente a por el Boulevard Paseo Río Sonora, de Norte a Sur la calle Dr. Domingo Olivares, Colonia Jardines de Mónaco; Hermosillo, Sonora; C.P. 83288.
- **Coordenadas geográficas y elevación del inmueble.**
Longitud 502,170.6
Latitud 3, 215,442.54
Elevación 190 m.s.n.m.
- **Superficie total del inmueble y superficie requerida para el desarrollo de la actividad.**
Superficie total del inmueble: 2,473 m², ver tabla 3.1 de usos de suelo.

Tabla 3.1. Uso de Suelos

Uso de Suelo	Superficie (m2)	Porcentaje de Terreno (%)
Gasolina y Diesel	173.46	7.01
Área de Tanques	74.48	3.01
Oficinas	78.10	3.16
Tienda	205.10	8.29
Área Verde	179.58	7.26
Banquetas	100.53	4.07
Área General	1,661.75	67.20
Total	2,473.00	100.00

3.3 Urbanización del área.

La zona del Proyecto se encuentra en crecimiento, cuenta con Fraccionamientos Residenciales, locales comerciales y aún se pueden ver muchos terrenos baldíos en los alrededores; cabe mencionar que a menos de un kilómetro hacia el este hay una zona comercial en potencia, donde se pueden encontrar grandes tiendas de Autoservicio como son SORIANA, CITY CLUB, CASA LEY, WALMART y SAM'S CLUB, entre otros.

3.4 Características constructivas del inmueble

3.4.1 Distribución de actividades tienda de Conveniencia.

El Programa de operación de la estación de servicio consistirá en el abastecimiento periódico del combustible y la venta del mismo a los consumidores. El abastecimiento de combustible, considerándose el transporte y el llenado de los tanques de almacenamiento, es responsabilidad de PEMEX. El flujo del combustible en la estación de servicio se puede ver en la figura 3.1.

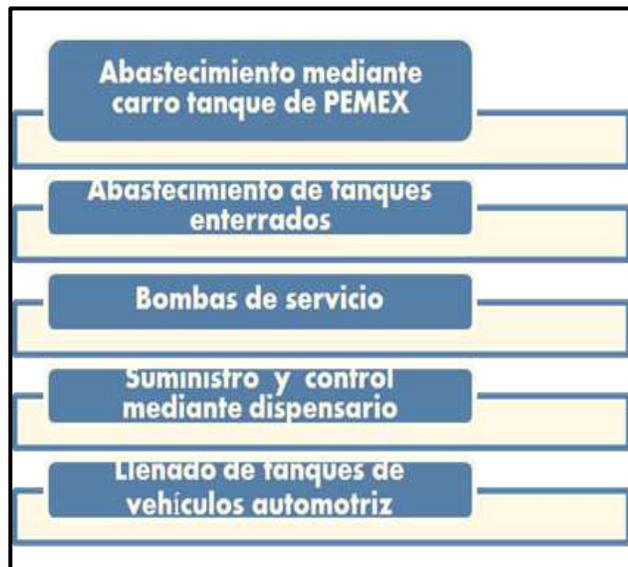


Figura 3.1 Distribución del flujo de combustible en la estación de Servicio.

4. Estudios del sitio.

4.1 Geología local.

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de edad paleozoica y sedimentos cuaternarios, así como rocas intrusivas de composición granítica ver mapa geológico (figura 4.1). A continuación se describe estratigráficamente la litología presente en el predio del Autoservicio.

4.1.1. Paleozoico Pcz.

Las rocas paleozoicas se encuentran aflorando en los cerros de la Campana, Tecoripa y Lomas El Rayo y los alrededores del vado del río. Estas rocas son consideradas de edad Carbonífero – Pérmico, en un ambiente de plataforma somera (Peiffer, 1978).

En los cerros antes mencionados afloran calizas y brechas calcáreas metamorfoseadas, donde la estratificación es de mediana a gruesa y en ocasiones se observa aspecto masivo debido al metamorfismo que los afecta. El color es de blanco a verdoso, con una superficie de intemperismo muy áspera e irregular.

En el cerro de la campana se encontraron fusulínidos que posiblemente sean similares a los reportados por Peiffer (1978) en la Calera Willard.

4.1.2 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios del área de estudio se dividieron en tres unidades litológicas:

- 1) Arenas gravas y limos (**Qgal**). Estos depósitos son producto de la erosión de las sierras que se encuentran a los alrededores y de materiales acarreados por los ríos. La composición de los sedimentos es principalmente de rocas ígneas y sedimentarias.
- 2) Talud **Q(t)**. Están formados por clásticos procedentes de partes más altas del área de estudio. Compuestos por gravas con gran cantidad de cuarzo y feldespato derivados de rocas graníticas.
- 3) Aluviones cuaternarios **Qal**. Está constituido por arcillas y arenas. Las arcillas corresponden a las llanuras de inundación de los ríos Sonora y San Miguel y forman las tierras que actualmente se emplean para cultivo y las arenas son provenientes de los cauces de los ríos. (Rodríguez, 1981).

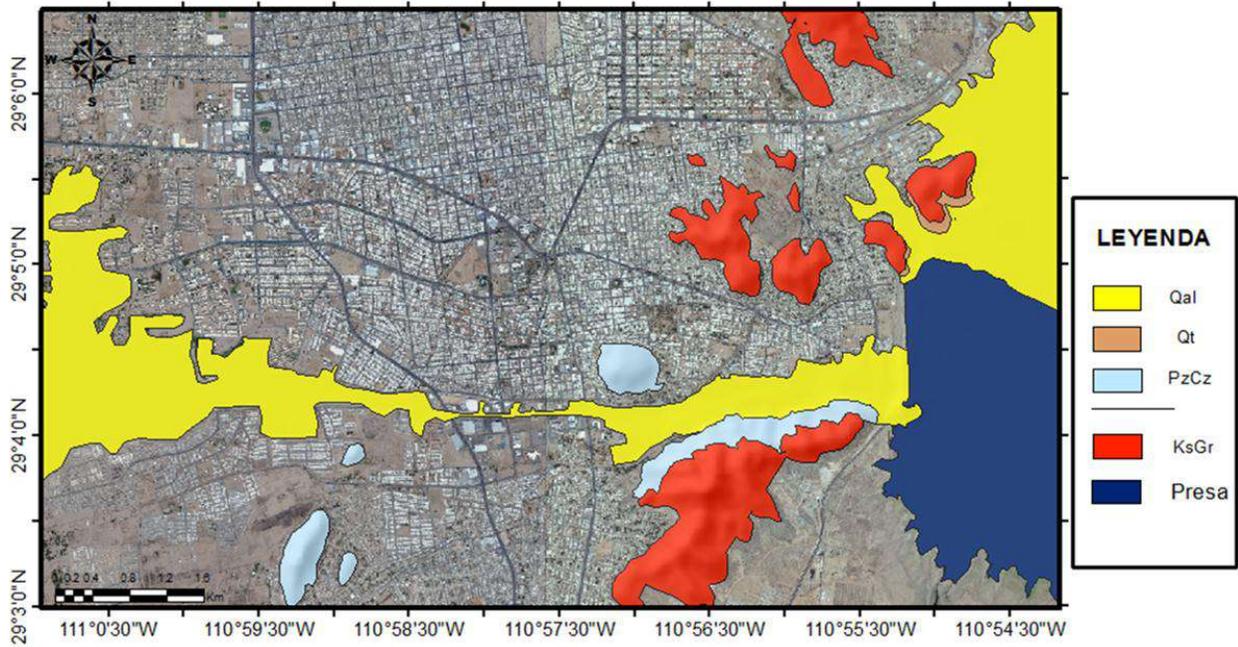
4.1.3 Rocas ígneas. KGr.

Esta unidad Rodríguez, 1981, la define como Granito- Granodiorita y Coronado (2003) la denomina informalmente como Intrusivo Bachoco, formado por Sierras Alargadas con orientación principal de NNW. Su morfología es suave a semiabrupta; comúnmente forma lomeríos suaves a muy planos de suelos arenosos cuarzo feldespáticos y suelos residuales arcillosos.

Aflora en la Sierra el Bachoco, y los cerros El mariachi el Coloso, la Cementera, etc. Esta unidad intrusiva a las unidades del paleozoico y es cubierto por sedimentos cuaternarios.

Rodríguez (1981), determino edades de enfriamiento, en una muestra de los Cerros de la colonia El Mariachi; del análisis de K/Ar de horblenda y biotita se obtuvieron, respectivamente, 64.1 ± 1.4 M.a. a una temperatura de 475° C y 49.5 ± 1.1 M.a. a una temperatura de 275° C (Dr. P. Damon, comunicación personal a Rodríguez, 1981). Otra edad, fue determinada en el intrusivo que aflora en el Sur de Hermosillo, dando un resultado de 64 m.a. (Dr. T. H. Anderson, comunicación personal a Rodríguez, 1981). Estos estudios isotópicos permiten considerar que la edad mínima del cuerpo es de 64 M.a., que corresponde precisamente al límite entre el Cretácico y el Terciario.

MAPA GEOLOGICO



Universidad de Sonora

Tesis Licenciatura en Geología
Obdulia Fernandez Villegas
Agosto del 2011



Departamento de Geología

Figura 4.1 Mapa geológica del área de estudio.

4.2 Mecánica de suelos

Estudio de Mecánica de Suelos del sitio donde se construirá o edificará el proyecto, para la construcción del edificio de Autoservicio Rosales, se tomó del reporte de Geotecnia y Mecánica de Suelos realizado Julio Luna Rodríguez (2008), donde se hicieron tres sondeos a cielo abierto (ver figura 4.2) con barrena helicoidal con barrenos intercambiables y tubos extensibles a profundidad de 2.5m y 1.5m.

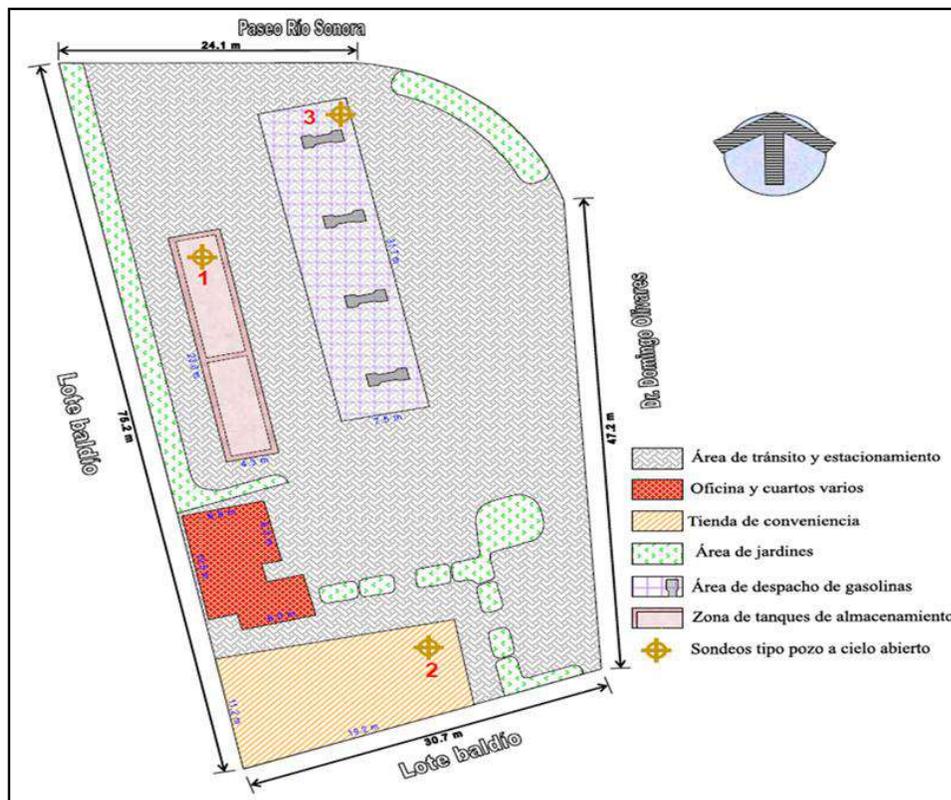


Figura 4.2. Localización de sondeos sobre la delimitación y función del área de estudio

En las Figs. 4.3, 4.4 y 4.5 muestran los perfiles estratigráficos de los tres sondeos, obtenidos a partir de los resultados de identificación de suelos, pruebas índices y pruebas de impacto y penetración efectuadas sobre el terreno.

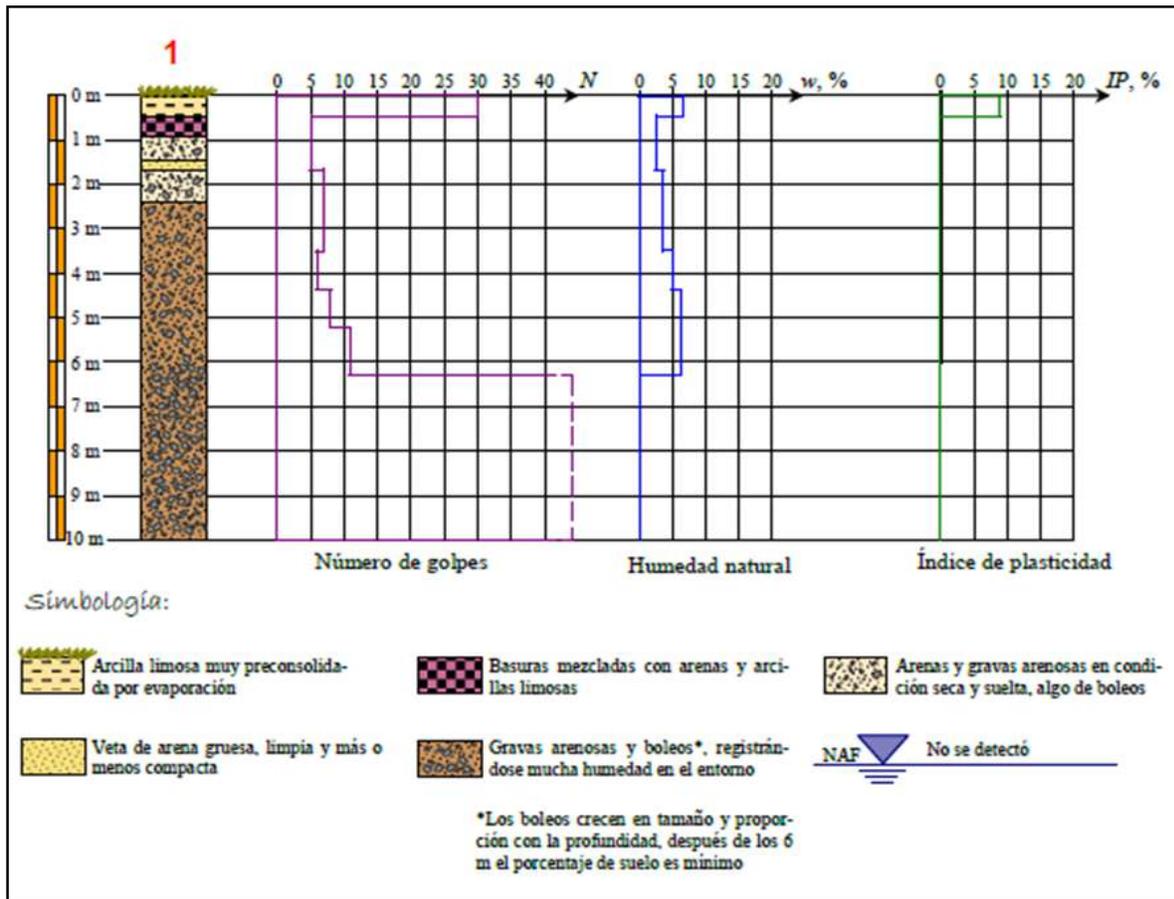


Figura 4.3. Estratigrafía del sondeo 1 (zona de tanques). Se muestra la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad. Aun cuando se midieron grados de saturación cercanos al 100% después de 2.50 m de profundidad, se monitoreó el pozo durante varios días sin que se manifestara el espejo de agua.

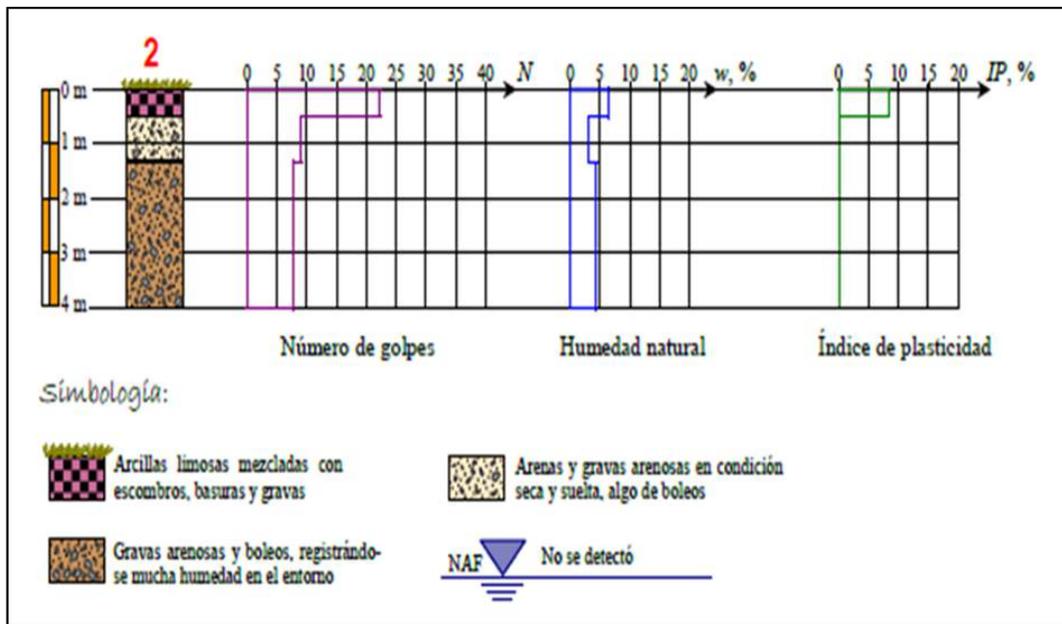


Figura 4.4. Estratigrafía del sondeo 2 (tienda de conveniencia). Se muestra la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad.

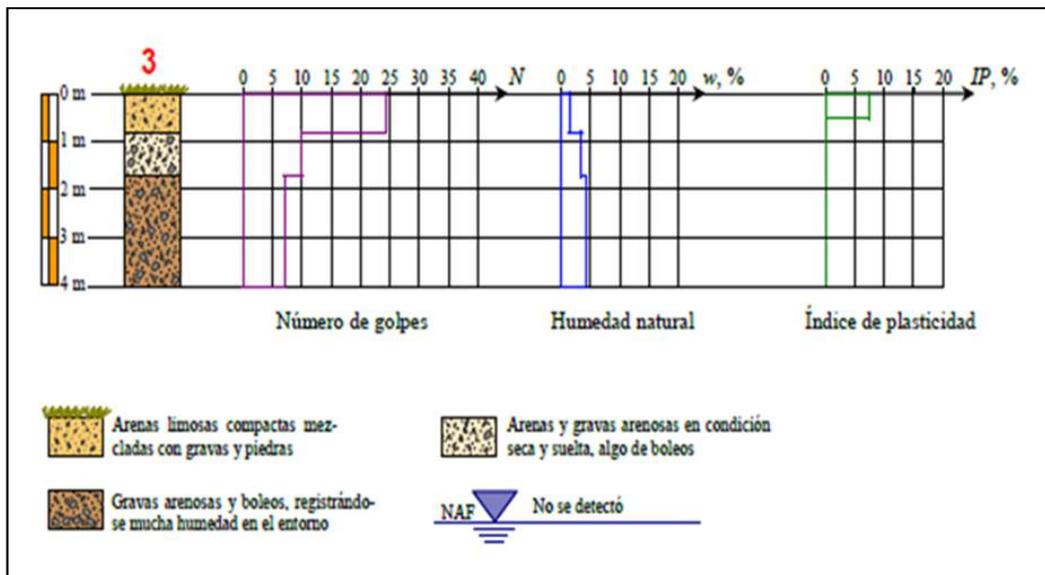


Figura 4.5. Estratigrafía del sondeo 3 (área de despacho de gasolinas), mostrándose la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad.

El área de estudio se ubica sobre sedimentos del Cuaternario, ya que esta zona se aloja en lo que es el cauce del río Sonora, caracterizada por capas superficiales arcillo limosa mezcladas irregularmente con arenas finas en pequeños y a veces inexistentes espesores, después de lo cual se manifiestan estratos gravosos y areno-gravosos con escasa presencia de finos, intercalándose ocasionalmente lentes delgadas de arcilla o de grava; la tercer capa, subyacente a los dos anteriores, es típico encontrarse en los alrededores de la zona del proyecto, está constituida por abundantes gravas e incluso boleas bien redondeados empacados en arenas, de moderado a mal clasificados; dándose intercalaciones de vetas arcillosas y limosas. En estas dos últimas capas es frecuente la presencia de caliche. Posteriormente subyace el manto rocoso compuesto por una caliza arenosa del Paleozoico, estimándose que su profundidad con respecto a la superficie del terreno natural sea del orden de los 120m, deducidos a partir de una sección geofísica que pasa por la zona del proyecto y que localiza al manto rocoso en una de sus estaciones en el sitio del proyecto en ese rango de profundidad.

Debido a que dentro del estudio de mecánica de suelos se mencionan secciones de geofísica referenciada dentro de la carta geológico minera de Hermosillo que ubican un basamento compuesto por una caliza arenosa y al hecho de que los sondeos están retirados de la zona de estudio, se hizo necesario realizar un sondeo más cercano a él Autoservicio Rosales que arrojó como resultado que a una profundidad de 120 m hay manifestación de roca consolidada con posibles fracturas sin especificar tipo de roca, además de que a esas profundidades no hay posibilidad de circulación de agua. (Ver Tabla 4.1).

Las propiedades índices y mecánicas del subsuelo, determinadas a partir de pruebas de campo y de laboratorio, (Luna Rodríguez (2008) se enlistan en la Tabla 1.

Tabla 4.1 Resultado de resistividades en análisis geofísico

Unidad Geo-Eléctrica	Intervalo Resistivo (ohm-m)	Descripción
U3a	20 a 30	Es la Unidad resistiva predominante en los perfiles, se ubica en todo el perfil. Se le puede asociar con materiales granulares medianos a gruesos, con posibilidades de humedad, es la posible zona de infiltración.
U3b	30 a 110	Unidad resistiva de baja presencia en los perfiles, se desde el cadenamiento 50 al 210 metros el perfil. Se le puede asociar con materiales granulares medianos a gruesos, con posibilidades de saturación de agua, puede ser el nivel estático del acuífero.
U3c	110 a 280	Unidad resistiva alta, se localiza desde al cadenamiento 310 al 400. Se le puede asociar con boleos o block de roca fracturada, con posibilidades bajas de agua y con tendencia a la frontera impermeable de la zona de exploración.

Tablas 4.2 Propiedad índice y mecánicas de los suelos analizados

Sondeo	Localización	Prof. (m)	N	w	LL	LP	IP	ϕ'_{ec}	k_s (ton/m ³)	S.U.C.S.
1	Tanques	0.20	30	6.4%	29.1%	20.3%	8.8%	36°	12,000	CL
		1.20	5	2.7%	—	—	—	28°	3,000	SP
		2.10	7	3.5%	—	—	—	30°	4,200	SP
		3.50	6	4.4%	—	—	—	30°	3,600	SW
		4.40	8	5.0%	—	—	—	30°	10,000	GW
		5.20	11	6.2%	—	—	—	30°	10,000	GW
		6.30	>40	—	—	—	—	34°	40,000	BOLEOS
2	Tienda	0.20	22	6.6%	30.6%	22.3%	8.3%	33°	8,800	CL
		1.10	9	3.1%	—	—	—	30°	5,400	SP
		2.60	8	4.1%	—	—	—	30°	4,800	SP-GP
3	Surtidores	0.40	24	1.5%	31.0%	23.9%	7.1%	34°	9,600	SM
		1.60	10	3.2%	—	—	—	30°	6,000	SP
		2.10	7	4.2%	—	—	—	30°	4,200	GP

Golpes de la prueba de penetración estándar; **N**
 La humedad natural del suelo; **W**
 Límite líquido; **LL**
 Límite plástico; **LP**

Índice de plasticidad; el ángulo de fricción correspondiente de estado crítico; **IP**
 Módulo rasante o coeficiente de reacción de la subrasante **KS**

Sistema unificado de clasificación de suelos que se usó para identificar los suelos analizados **S.U.C.S** ver tabla 4.3.

Tabla 4.3 Tipos de suelos analizados

S.U.C.S	Tipo de suelo
CL	Arcillas de baja compresibilidad. Exclusivamente los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
SP	Arenas con porcentajes de finos arcillosos mayores que 12%, se considera que los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
SW	Arenas de tamaño variado con porcentajes de finos menores que 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.
GW	Gravas de tamaño variado con porcentajes de finos menores que 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.
BOLEOS	Fragmentos rocosos redondeados mezclados con arenas gruesas y grava, oscilan entre 4" y 10", aunque los tamaños grandes llegan a medir entre 20" y 25".
SP-GP	Arenas y gravas de tamaño uniforme en porcentajes similares dentro de la masa de suelo, con proporciones de finos menores que el 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
SM	Arenas con porcentajes de finos limosos mayores que 12%, se considera que los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.

En la **carta de plasticidad**, en la que además se ubican las zonas de dominio de los diferentes minerales asociados con el grado de actividad de la matriz fina (Fig. 4.6), **permite deducir que los suelos de la zona de proyecto son inertes ante cambios de humedad, temperatura y presión** sucedidos en su entorno.

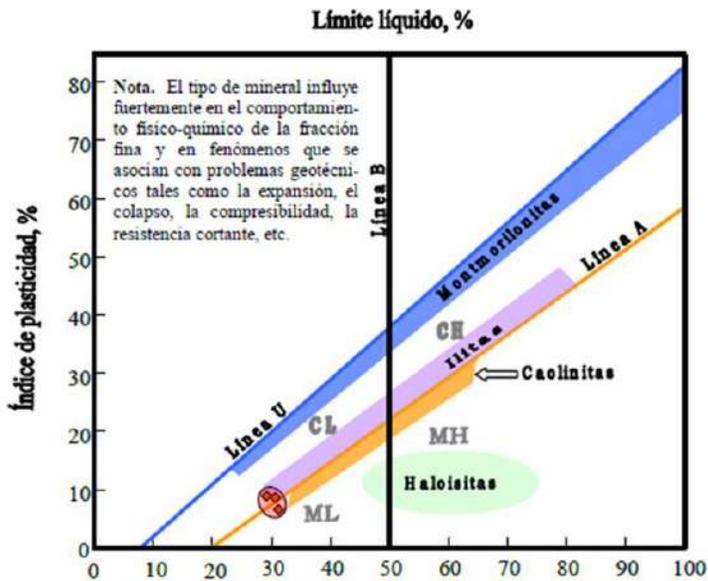


Figura 4.6. La pequeña elipse encierra la fracción fina constituyente de los suelos del área de proyecto, con respecto a la ubicación de los minerales más activos en la carta de plasticidad, deduciéndose escasa o moderada actividad de estos minerales, **considerándose como inertes para fines de este trabajo.**

4.2.1 Recomendaciones para el Área de Tanques.

Del estudio de suelos de Julio Luna Rodríguez (2008) estos autores, hacen las siguientes conclusiones y recomendaciones para el área en la que se introducirán los tanques:

ESTABILIDAD LATERAL. A corto plazo las paredes excavadas hasta 1.5 m de profundidad son adecuadas para auto sostenerse sin necesidad de elementos de soporte (muros de retención o tablaestacas), mas no así el resto gravo-arenoso con boleos que subyace a la capa superficial, proporcionándose en la sección anterior recomendaciones de cómo resolver esta situación mediante un tablestacado de madera.

NIVEL FREÁTICO. No se encontró un nivel establecido de aguas freáticas en toda la profundidad de exploración, volviéndose improbable la generación de subpresiones que pudieran levantar el tanque vacío, aunque sí se determinaron grados de saturación elevados, como consecuencia de la facilidad que presta el entorno permeable a la circulación de agua, por lo que aconsejamos sean colocados muertos de concreto con cinchos de acero que mantengan en su sitio a los tanques ante cualquier eventualidad.

CAPACIDAD DE CARGA. La capacidad de carga en la profundidad de desplante de los tanques, resulta adecuada para resistir una falla cortante o un asentamiento excesivo que pudiera ocasionar la condición de carga máxima, correspondiente a la condición de tanques llenos.

CAMA DE ARENA. Se recomienda la colocación de una cama de arena del al menos 30 cm de espesor para asiento de los tanques, tal como se indica en la Fig.4.7

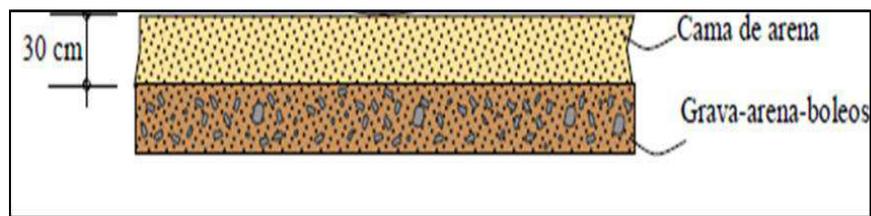


Figura 4.7 Cama de arena.

4.3 Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen geológico.

Este apartado se realizó en base al análisis de la imagen de satélite, visitas al campo y recopilación bibliográfica, enfocándose principalmente en cuatro tipos de peligros a lo que la zona de estudio pudiese ser más susceptible.

4.3.1 Peligro Sísmicos

Sismo. Son las vibraciones de la Tierra ocasionadas por la propagación en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas. Es sinónimo de terremoto o temblor, (CENAPRED, 2011).

En el marco nacional el estado de Sonora es ocupado en gran parte por la zona de actividad sísmica media, de acuerdo al Mapa de Zonas Sísmicas de la República Mexicana Figura 4.8.

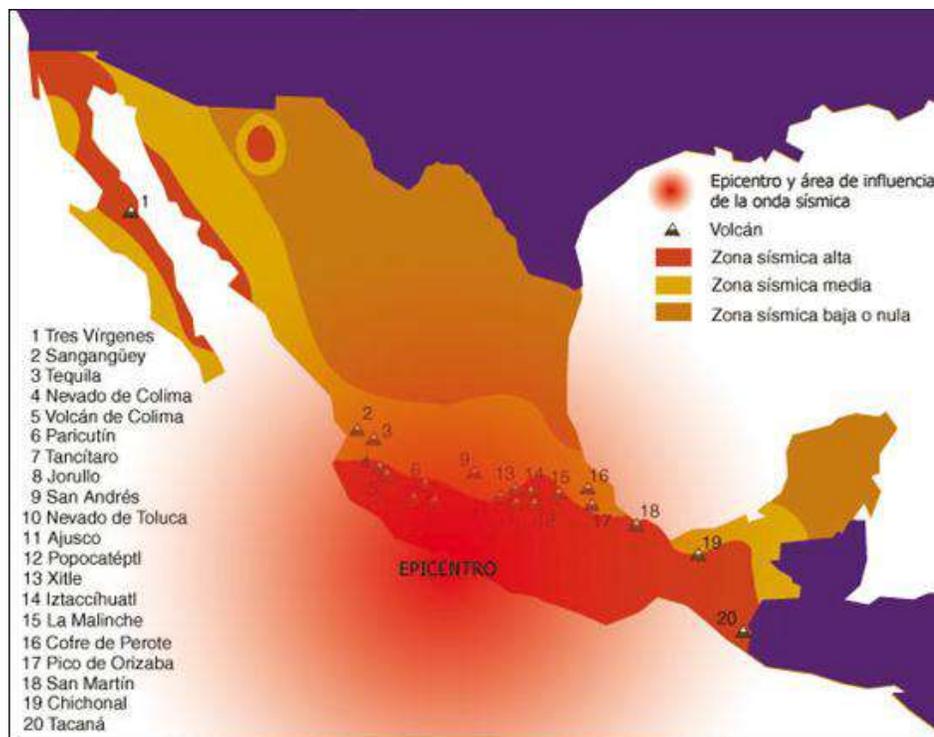


Figura 4.8 Regionalización sísmica y volcanes de México tomado de CENAPRED (2011)

Se realizó el mapeo de los focos sísmicos a partir de las bases de datos del Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica de la UNAM, CENAPRED, CICESE y USGS (U.S. Geological Survey). Se analizó la información de magnitud, intensidad y recurrencia para establecer mapas de peligro sísmico basados en isosismas de intensidad. Esto de acuerdo a la metodología empleada por Westen (2000).

Históricamente el fenómeno de relevancia en el Estado fue el ocurrido el 3 de mayo de 1887, el cual estremeció la parte noreste de la Entidad; se sintió hasta Sinaloa y Chihuahua, incluso en el vecino país. La magnitud de este evento sísmico fue estimada en 7.2^o Richter, ubicándose el epicentro en el límite del Valle San Bernardino, al frente Oeste de la Sierra Madre Occidental, aproximadamente 50 km al noroeste de la población de Bavispe. Las poblaciones más afectadas fueron Bavispe, Bacadéhuachi, Bacerac, Arizpe, Moctezuma, Villa Hidalgo, Huachineras, Fronteras, Cumpas y Tepache.

Recientemente el 4 de abril de 2010 en Mexicali, Baja California de 7.2 grados Richter que afectó a San Luis Rio Colorado y se sintió en Puerto Peñasco, Sonora. Los daños causados por este sismo fueron: suspensión de los servicios de energía eléctrica, agua potable y teléfono, además de daños en estructuras de edificios públicos y particulares.

En los últimos 103 años en el municipio de Hermosillo se tiene un registro de nueve eventos sísmicos distribuidos desde la porción central hacia el suroeste del municipio, los cuales presentaron profundidades de que van desde los 10 Km a 33 Km de profundidad, en la tabla 4.4, se presentan las fechas de ocurrencia, magnitudes y profundidades de los eventos antes mencionados. (Ver plano de sismos, figura 4.9).

En Sonora podemos mencionar dos tipos principales de sismos; cuya zona de influencia es la región noroeste y costera del Estado, además de los ubicados en las fallas activas que la atraviesan, sobre todo la parte noreste del territorio sonorense; tomando en consideración este antecedente y la tabla que presenta

los sismos ocurridos en el Municipio de Hermosillo (tabla 4.4) y analizando la tabla 4.5 de aceleraciones máximas por período de retorno concluimos que el predio tiene un **riesgo bajo** en cuanto a que se registre un sísmico en la zona de estudio.

Tabla 4.4 sismos ocurridos en el Municipio de Hermosillo, Sonora

Fecha	Magnitud	Profundidad
22/03/1964	3.79	33.00
17/09/1964	3.70	33.00
27/01/1965	4.30	33.00
27/02/1965	3.09	33.00
26/11/1965	4.50	33.00
05/12/1965	4.19	33.00
24/12/1980	4.92	15.00
05/09/1986	5.30	10.00
27/03/1986	4.40	10.00

Tabla 4.5 Aceleraciones máximas por período de retorno (TR).

TR (años)	Rango de aceleraciones máximas (Gals)
10	34-11
100	27-81-135
500	45-135-225

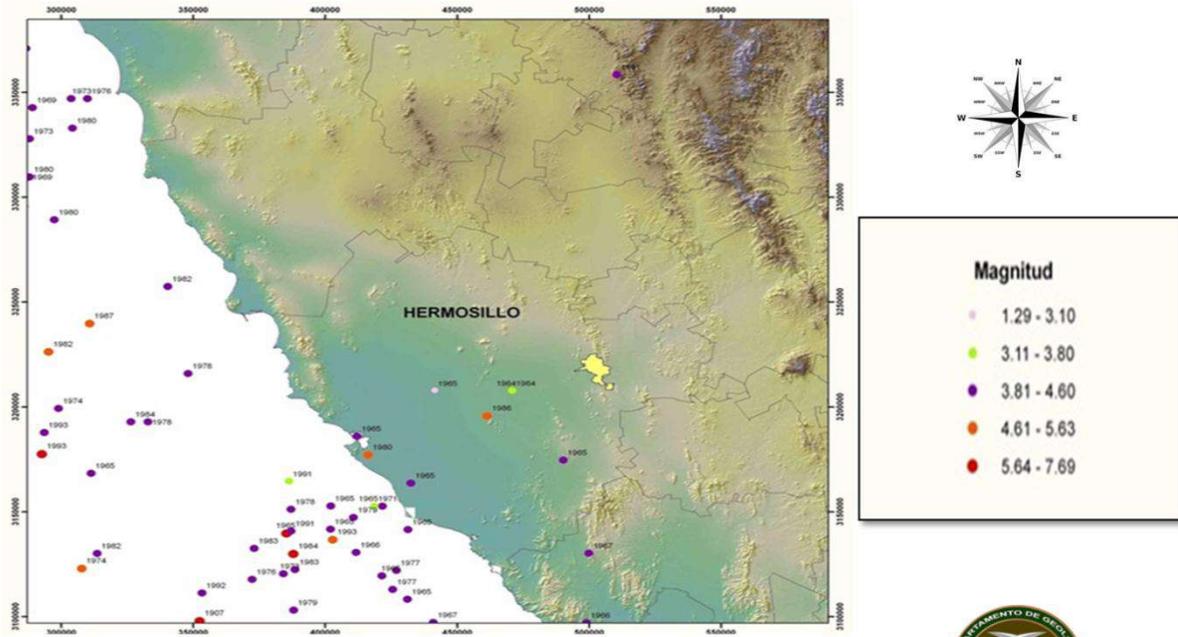
Las aceleraciones máximas del terreno por período de retorno (TR), indican el tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada. La tabla 4.5, mencionada en párrafos anteriores, muestra los rangos para diferentes períodos de retorno en el municipio de Hermosillo.

El período promedio de repetición de una aceleración mínima puede producir daños importantes a las construcciones. Los daños son considerables en los tipos constructivos que predominan en el país a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre); por tal razón, la Comisión Federal de Electricidad generó Períodos de Retorno para Aceleraciones de 0.15 de g o mayores. Es así, que para la localidad de Hermosillo

la probabilidad de ocurrencia de que los sismos generen una aceleración mayor o igual a 0.15 g es de un período de retorno (TR) de 7682 años.

Por ejemplo, para una localidad donde el período de retorno es de 25 años, significa que podrá ser afectada por una aceleración igual o mayor al 15% de g, 4 veces en un siglo u 8 veces en 200 años, a consecuencia de sismos con epicentro en un cierto entorno de dicha localidad.

MAPA DE FOCOS SISMICOS HISTORICOS



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.9 Plano de sismos

4.3.2 Peligro por fallamiento y fracturamiento.

No se tiene conocimiento de estructuras de este tipo en la zona por lo que se hace necesario contar con sondeos de geofísica más cercanos al área de estudio lo que permitirían tener la certeza de si existen fallas y/o fracturas, ya sea dentro del sitio de construcción o los alrededores más cercanos que pudiesen afectar la infraestructura del Autoservicio Rosales.

4.3.3 Susceptibilidad a deslizamientos.

Se realizó un análisis topográfico de la carta Hermosillo, H12D41 a escala 1:50,000; y datos obtenidos en el campo.

El predio se localiza sobre el lecho del Río Sonora, constituido por material aluvial con alto grado de porosidad; por lo que, las partículas buscan una mejor estabilidad mediante el reacomodo de las mismas, disminuyendo los espacios vacíos. Además, la pendiente natural del terreno contribuye a este arreglo. El área de estudio es susceptible a sufrir un evento de este tipo, debido a las condiciones actuales de la zona; sin embargo, con un manejo adecuado de estas características y siguiendo las recomendaciones de la mecánica de suelos es posible disminuir al máximo posible la probabilidad de ocurrencia. Por lo tanto el riesgo es bajo.

Al sur oeste del sitio de estudio y a unos 450m, aflora un cerro con una altura de alrededor de 60m, y como describimos en párrafos anteriores es una roca calcárea y con intenso fracturamiento lo que parece provocar deslizamientos o derrumbes ya sea por intensas lluvias o simplemente por gravedad, pero los factores de pendiente natural hacia el oeste y la distancia entre este cerro y el predio, protegen a las instalaciones del Autoservicio de este tipo de fenómenos; lo que lo coloca en un **riesgo bajo**.

4.3.4 Peligro Volcánico.

Respecto a la actividad volcánica, las instalaciones del Autoservicio, se encuentra ubicado en una zona con riesgo bajo, ya que se encuentra ubicado a más de 200 Km del complejo volcánico más cercano dado que los datos históricos hablan de una actividad volcánica con una antigüedad de entre los 12 millones de años a 250 años, además sin ningún indicio de actividad registrada en los últimos 200 años, aunado que ese vulcanismo ocurrió en zonas considerablemente lejanas como para representar un riesgo a la ciudad de Hermosillo; lo que indica que en el predio, la probabilidad de que sea afectado por un evento catastrófico de este tipo es **muy baja**.

Actividad volcánica

El Complejo Volcánico Tres Vírgenes es un centro volcánico calco-alcalino de edad cuaternaria, situado en la Sierra San Francisco, en el estado de Baja California Sur, México; es uno de los pocos volcanes históricamente activos localizados en el margen del rift del Golfo de California. Se localiza 200 km al Norte de una trincheras oceánica fósil, cuyo proceso de convergencia cesó hace aproximadamente 12.5-11 Ma, (Mammerix and Klitgord, 1982). Su actividad volcánica está probablemente relacionada con el Sistema de Fallas del Cuaternario, predominantemente extensionales; mientras que su naturaleza alcalina se debe a procesos de contaminación por corteza.

Los productos del volcán Tres Vírgenes que pueden ser peligrosos para las poblaciones que se encuentran a en los alrededores del complejo volcánico son: flujos piroclásticos, caída de ceniza, lahares, derrumbes y avalanchas, que afectan las rutas de transporte terrestre y aéreo. **Se considera que el área de estudio se encuentra libre de éstos peligros volcánicos, pues está ubicada a 245 km de la zona de afectación del volcán.** El pasado eruptivo del mismo indica que es probable que los depósitos de ceniza no alcancen distancias mayores a un radio de 25 km.

4.4 Fenómenos derivados de agentes de origen hidrometeorológico.

4.4.1 Tormentas Extremas.

4.4.1.1 Ciclones y tormentas tropicales.

En nuestro país la temporada de ciclones y tormentas tropicales inicia la segunda quincena de mayo y termina la primera quincena de octubre, mientras que el municipio de Hermosillo es afectado por perturbaciones de tipo tormentas tropicales a lo largo del verano.

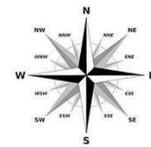
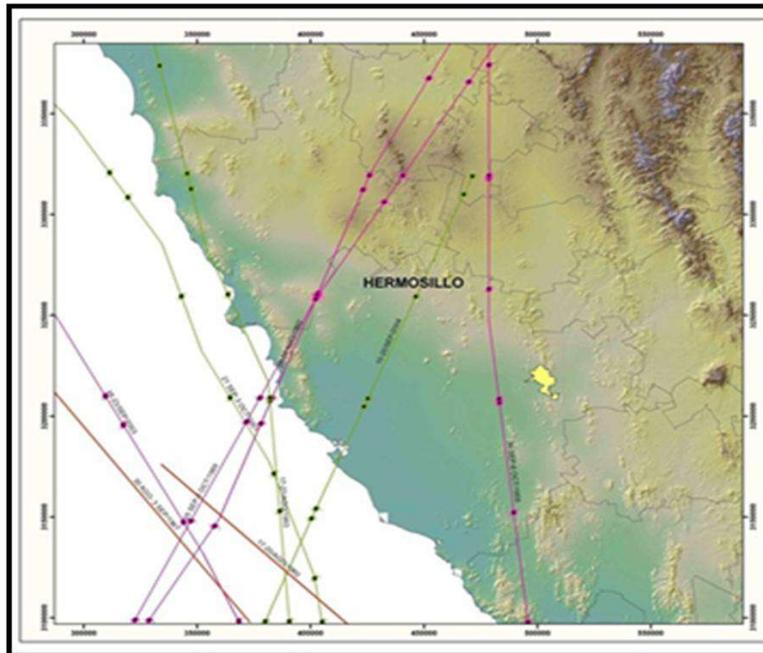
Se tienen registros de aproximadamente 27 tormentas tropicales que han tocado las costas de Sonora en el transcurso de 52 años de observación, las cuales ocurren en su mayoría a partir de la mitad de Septiembre. El plano de trayectorias históricas de tormentas tropicales (figura 4.10) muestra los recorridos de estos eventos en Sonora, mientras que la tabla 4.6 muestra la fecha, nombre y categoría de dichas tormentas.

Tabla 4.6 Tormentas Tropicales en Sonora (Unisys, 2010).

FECHA	TORMENTA TROPICAL	CATEGORÍA	FECHA	TORMENTA TROPICAL	CATEGORÍA
01-06/OCT/195	S/N	H1-DT	20 - 24/AGO/1992	LESTER	TT
30 SEP - 06 OCT/1958	S/N	H1-TT-DT	26 AGO/1993,	HILARY	TT DT
17-20/AGO/1960	DIANA	H1	12-15/SEP/1995	ISMAEL	TT
06-07/JUL/1964	NATALIE	DT	14 SEPT/1996,	FAUSTO	H1-TT
09-17/SEP/1966	HELGA	DT	25 SEPT/1997,	NORA	TT
26-29/SEP/1966	KIRSTEN	TT-DT	03 SEPT/1998,	ISIS	TT
30 AGO-02 SEP/1967	KATRINA	H1-TT	30 SEPT-02 OCT/2001,	JULIETTE	DT
06-14/OCT/1967	OLIVIA	H3-H3-H1	22 SEPT/2003,	MARTY	H1-TT-DT
17-21/AGO/1968	HYANCINTH	TT-DT	19 SEPT/2004,	JAVIER	DT
26 SEP-10 OCT/1968	PAULINE	TT	30 AGO - 6 SEP/2007,	HENRIETTE	H1-TT
30 SEP- 06 OCT/1972	JOANNE	TT	25 AGO/2008,	JULIO	TT-DT
25 SEP- 01 OCT/1976	LIZA	H1-H3	12 OCT/2008	NORBERT	H1
23 SEPT/1986	NEWTON	H1	29 AGO-4 SEPT 2009	JIMENA	H1
25 SEP- 5 OCT/1989	RAYMOND	TT			

No se tienen registros de huracanes que hallan tocado la ciudad de Hermosillo; pero La Secretaría de Gobernación emitió la declaratoria de emergencia por el huracán Norbert en octubre del 2008 en los municipios de Álamos, Municipio de Benito Juárez, Bácum, Cajeme, Empalme, Etchojoa, Guaymas, Huatabampo, Mazatán, La Colorada, Navojoa, Onavas, Quiriego, Rosario, San Ignacio Río Muerto, San Javier, Suaqui Grande y Yécora

TRAYECTORIA HISTORICAS DE TORMENTAS TROPICALES



SIMBOLOGIA

TRAYECTORIA DE TORMENTAS TROPICALES

-  HURACANES
-  DEPRESION TROPICAL
-  TORMENTA TROPICAL



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología

Obdulia Fernández Villegas

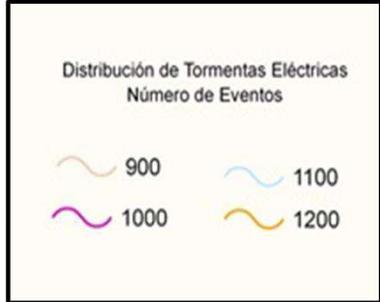
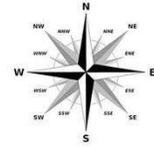
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.10 Plano de Trayectorias de Tormentas Tropicales

MAPA DE TORMENTAS ELECTRICAS



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.11 Plano de tormentas eléctricas

4.4.2 Heladas.

Las heladas se caracterizan por la presencia de masas de aire polar con poco contenido de humedad y ocurren cuando la temperatura mínima en una cuenca hidrológica alcanza temperaturas menores o iguales a los 0 °C. (Tabla 4.8).

La presencia de heladas en el municipio de Hermosillo es escasa, abarcando los meses de diciembre a febrero, con una incidencia de 0 a 20 días por año.

Tabla 4.8 Promedio mensual de heladas en 37 años de observación, fuente CNA

MES	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Heladas	0.86	0.22	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.7	1.9
Años con Datos	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37

4.4.3 Inundaciones Pluviales y Fluviales.

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo y se asocian frecuentemente a las grandes lluvias, pero existen además otras clases de inundaciones generadas por la excesiva precipitación o por fallas mecánicas y/o humanas, así como combinaciones de las anteriores.

Las clases de inundación son:

- Exceso de precipitación
- Fusión de Nieve
- Rotura de Presas
- Actividades humanas

La ciudad presenta inundaciones por lluvias excesivas de tipo ciclónicas, otro riesgo puede presentarse por la ruptura de la cortina de la presa Abelardo L. Rodríguez.

Las lluvias excesivas se presentan durante los meses de julio a septiembre, asociada principalmente a un ciclón o tormenta tropical. Estas precipitaciones provocan algunas inundaciones sobre las calles o canales que transportan los flujos hacia el canal del Río Sonora. La calle o canal Z. Cubillas se ubica paralela al boulevard Serna, sus corrientes tienen un sentido casi Este-Oeste y se une al canal del Río Sonora.

Para que se presente una ruptura de la cortina de la presa se deben de considerar dos factores:

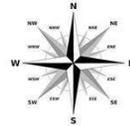
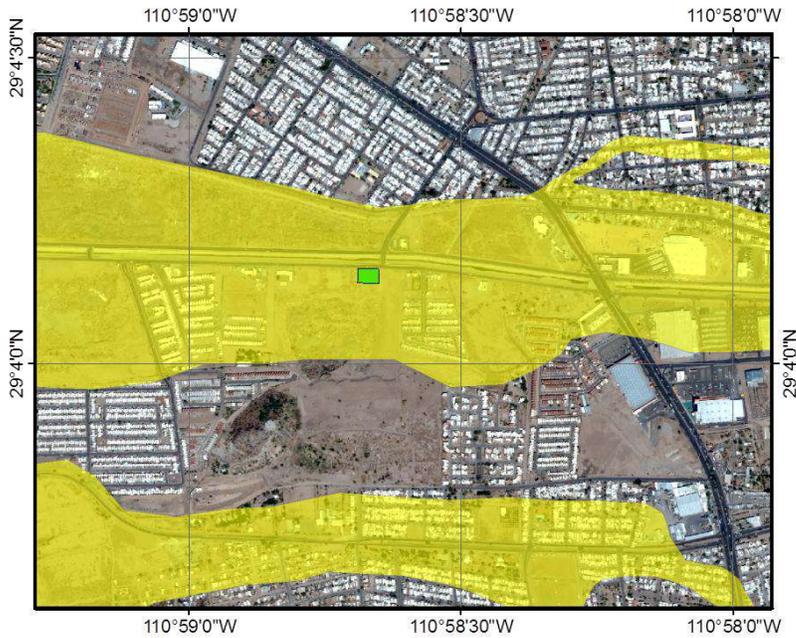
- 1) Capacidad arriba del 50%
- 2) Cortina presente un daño estructural importante.

En cualquiera de los casos anteriores es importante destacar que el daño en la infraestructura sería grave, dado que a lo largo del canal del Río Sonora se encuentran asentadas varias colonias de interés de bajo a medio-alto, además de los edificios públicos y privados de alto interés financiero.

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen a nivel mundial (Fuentes y Franco, 1997).

Las principales causas de las inundaciones son el exceso de precipitación y la falta de absorción del terreno; esto significa que no puede absorber o almacenar tal cantidad de agua, ya que, resbala por la superficie y sube el nivel de los arroyos. El plano de inundación muestra las zonas susceptibles a ser inundadas por los arroyos en el área de estudio.

MAPA DE INUNDACIÓN



LEYENDA

-  Peligro medio
-  Zona de inundación
-  Área de estudio



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.12 Plano de inundación

4.4.4 Hidrología superficial

4.4.4.1 Región hidrológica

La ciudad de Hermosillo pertenece a la Región Hidrológica Sonora Sur RH09, que cuenta con una superficie de 17,472 km², abarca la Cuenca del Río Sonora y la del Río Bacoachi; de acuerdo con INEGI y CONAGUA se encuentra dividida en las diez siguientes subcuencas:

- ✓ Subcuenca Río Sonora-Hermosillo (9Da)
- ✓ Subcuenca Río Sonora-Banámichi (9Db)
- ✓ Subcuenca Río Sonora-Arizpe (9Dc)
- ✓ Subcuenca Río Bacanuchi (9Dd)
- ✓ Subcuenca Río San Miguel (9De)
- ✓ Subcuenca Río Zanjón (9Df)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Bandera (9Dg)
- ✓ Subcuenca Arroyo El Bajío (9Dh)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Poza (9Di)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Junta (9Dj)

Para la ciudad de Hermosillo se delimitaron 19 Microcuencas con base en las corrientes superficiales, localizándose el área de estudio en la Microcuenca Vado del Río. (Ver plano microcuencas 4.13 y tabla 4.9).

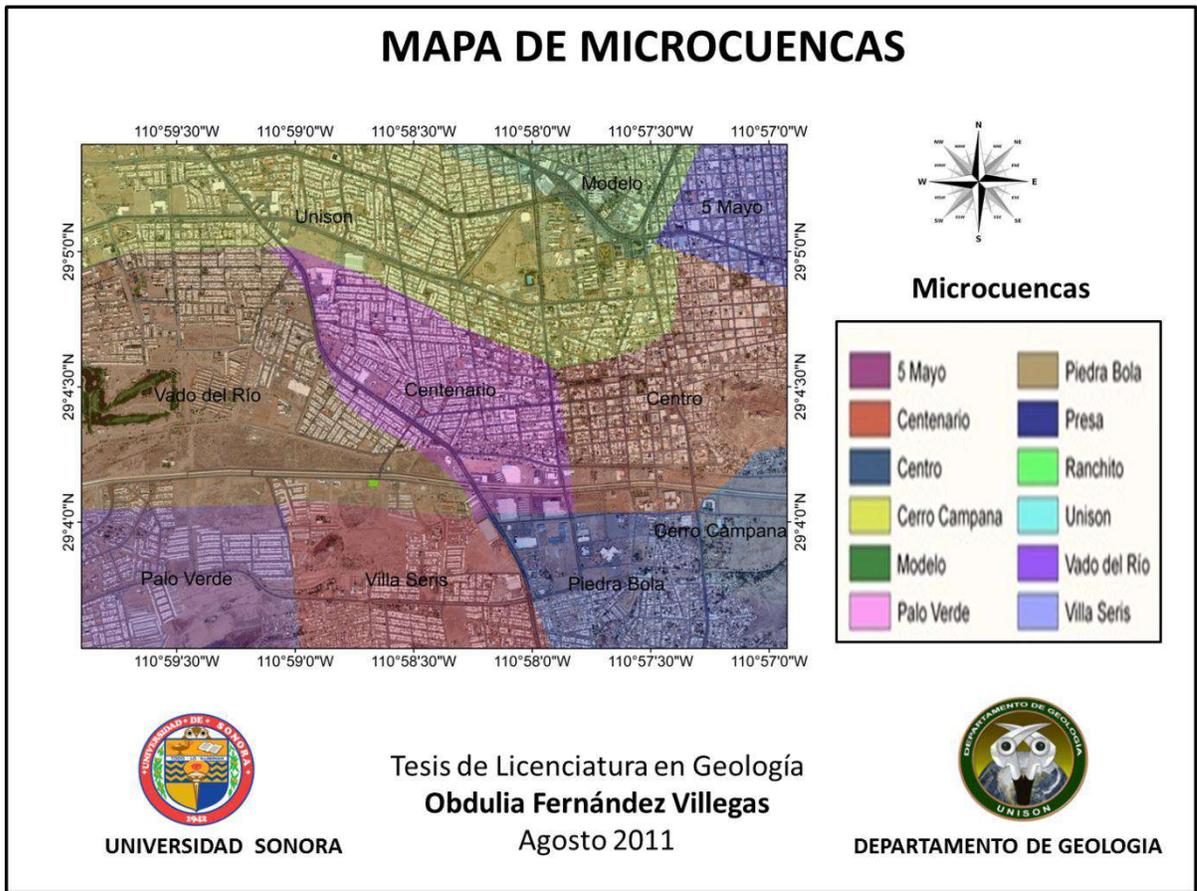


Figura 4.13 Mapa de Microcuencas Urbanas de la Ciudad de Hermosillo

Tabla 4.9 Microcuencas urbanas de la ciudad de Hermosillo

Microcuenca urbana	Superficie (km2)
Bachoco progreso	82.89
Aeropuerto	63.00
Bachoco	8.643
UNISON	8.92
Quiroga	2.748
La manga	2.782
Modelo	5.137
Gómez Farías	1.658
El ranchito	3.776
Cerro de la campana-san juan	7.266
5 de mayo	2.627
Centro	2.183
Centenario	1.815
Vado del río	12.928
Palo verde	72.123
Villa de Seris	28.665
Piedra bola	11.386
Presa Abelardo I. Rodríguez	50.096
Parque industrial	52.514

4.4.4.2 Corrientes urbanas

La Ciudad de Hermosillo cuenta con una serie de canales conductores de aguas pluviales y por su cercanía con Autoservicio se prestará especial atención al canal del Río Sonora. El Río Sonora se encuentra como la corriente principal de la ciudad, atraviesa la misma en dirección Este-Oeste y en ésta convergen algunos tributarios, con sentido de Norte a Sur y viceversa, además del canal del Río Sonora, se muestran en el plano (2.4), las principales corrientes urbanas, entre las que destacan el canal principal, San Benito y Yucatán.

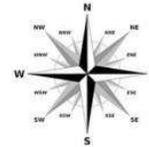
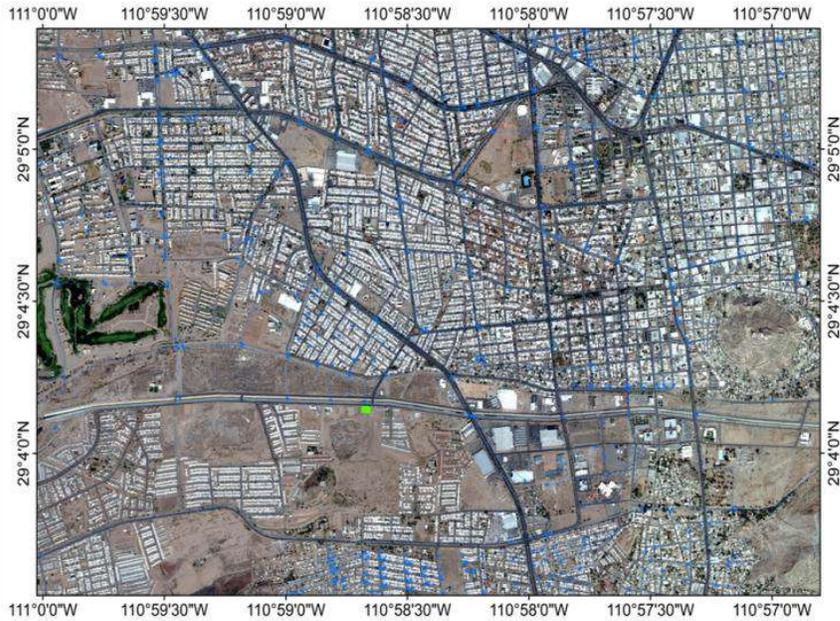
El canal Yucatán, cruza a cielo abierto en la parte posterior de los campos deportivos de la Universidad de Sonora y se encuentra embovedado en el tramo de la calle Sahuaripa hasta la calle Carlos Quintero Arce, bordea la prolongación

de esta calle en cauce natural sin revestir, y termina su recorrido en el vado del Río Sonora, al poniente de la Ciudad.

Otros canales son el San Antonio y el principal de Villa de Seris; este último funcionó para riego, cruza la Ciudad al sur del Río Sonora, se prolonga hacia el poniente sobre el Boulevard Paseo del Seri y posteriormente se dirige hacia los campos agrícolas al poniente, tramo donde actualmente se utiliza para riego con aguas residuales de la localidad.

Se ubican zonas de inundación hacia el Norte y noreste de la Presa Abelardo L. Rodríguez y en los márgenes del Río Sonora al Poniente de la localidad, que se presentarían en caso de avenidas extraordinarias, ver (figura 4.14).

MAPA DE HIDROGRAFIA



Dirección de corrientes

→ Corrientes urbanas



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología
Obdulia Fernández Villegas
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.14 Plano de corrientes urbanas

4.4.4.3 Tránsito de Avenidas Máximas

Una vez establecidos los caudales máximos, se comparan con la capacidad máxima del canal del Río Sonora.

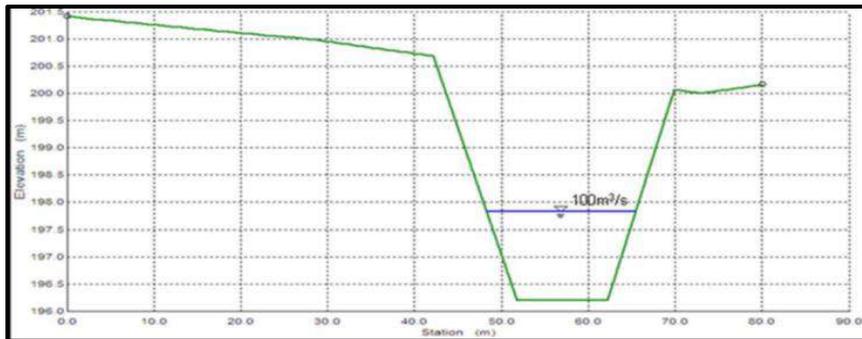
El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004 realizó un estudio llamado “Estudio del análisis del escurrimiento en la parte baja del Río Sonora”. Realizaron 20 secciones transversales en puntos significativos del canal del Río Sonora, con el objetivo de interpretar la geometría real del canal. La sección en el punto más bajo se nombró estación 50, misma que tiene 50 m hacia aguas abajo y la sección en el punto más elevado es la 7950.75. A continuación se muestran las secciones consideradas en el canal, (Tabla 4.10).

Tabla 4.10 Secciones geométricas del canal de conducción

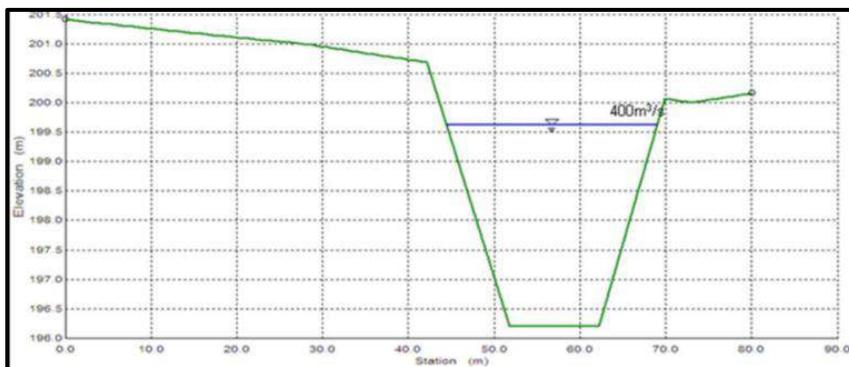
GEOMETRÍA DE PROYECTO DE LAS SECCIONES CANAL RÍO SONORA						
ID	Cadenamiento	Estación	Base	Prof.	Talud	Pendiente
1	8+025.75	50	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
2	7+975.75	100	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
3	7+925.75	150	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
4	7+875.75	200	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
5	7+673.73	402.02	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
6	7+638.34	437.41	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
7	6+646.61	1423.76	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
8	6+591.99	1429.14	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
9	5+512.75	2562.99	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
10	5+449.39	2626.35	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
11	4+948.10	3127.65	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
12	4+895.04	3180.71	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
13	4+438.57	3637.18	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
14	4+366.83	3708.92	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
15	3+000.00	5075.75	10.5	4.5	1.75:1	0.002873
16	0+918.10	7157.65	10.5	4.5	1.75:1	0.002873
17	0+700.00	7375.75	10.5	6	1.75:1	0.002873
18	0+696.77	7378.98	10.5	6.32	1.75:1	0.002873
19	0+676.77	7398.98	15	6.36	1.25:1	0.00032
20	0+125.00	7950.75	15	7.51	1.25:1	0.00032

La ubicación de las secciones geométricas del canal de conducción del Río Sonora, realizadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, se exhibe en la figura 4.14

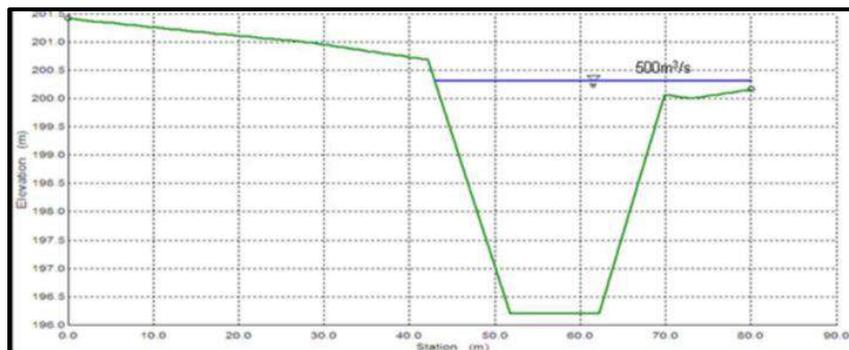
A continuación se presentan las gráficas (4.1, 4.2 y 4.3) de la sección transversal correspondiente al área de estudio, así como sus características hidráulicas indicando el nivel máximo de agua para diferentes gastos.



Gráfica 4.1 Sección Transversal del Canal del Vado del Río para un Gasto de 100m³/s.



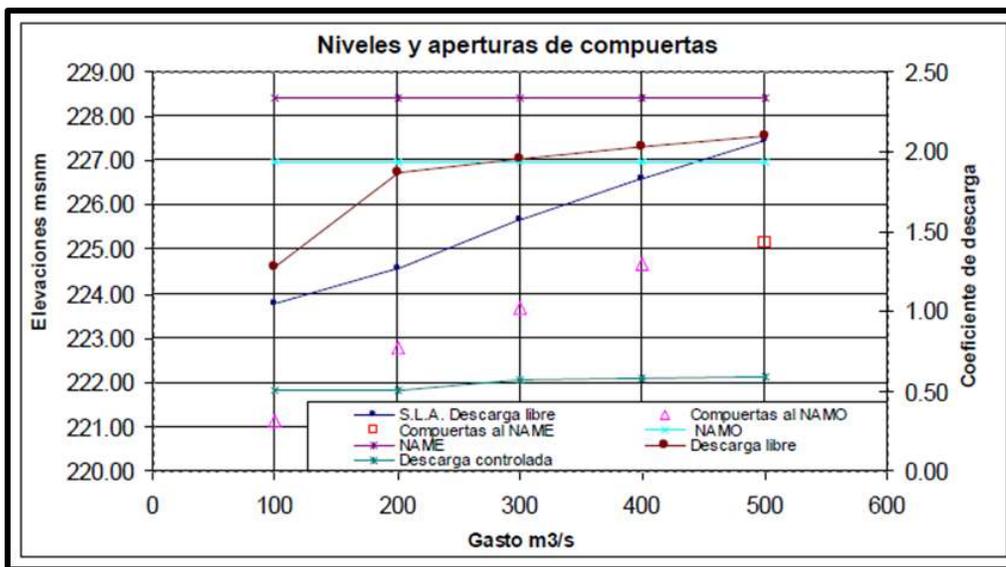
Gráfica 4.2 Sección Transversal del Canal del Vado del Río con un Gasto de 400m³/s



Gráfica 4.3 Sección Transversal del Canal del Vado del Río con un Gasto de 500m³/s

Como se observa en las secciones anteriores, el canal del Río Sonora está diseñado para soportar un flujo aproximado de 450 m³/s, cifra que no es superada por los caudales máximos de una tormenta con período de retorno de 100 años (225.1 m³/s).

Además del cálculo de avenidas máximas en la cuenca, se debe tomar en cuenta los efectos por desfogue de la presa Abelardo L. Rodríguez, mostrándose a continuación la gráfica 4.4 con los niveles y aperturas de la misma. La gráfica fue elaborada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004 y muestra que las compuertas se abrirán si se reciben 500m³/s, cauce que supera los 100 años de período de retorno.

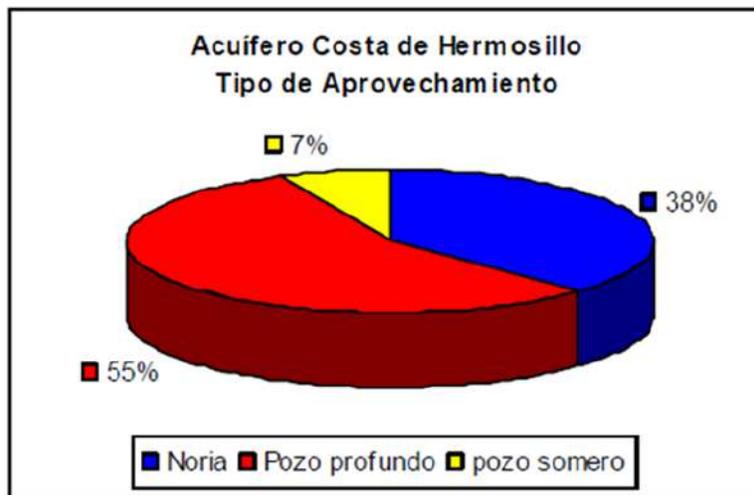


Gráfica 4.4 Niveles y Apertura de Compuertas, elaborada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004.

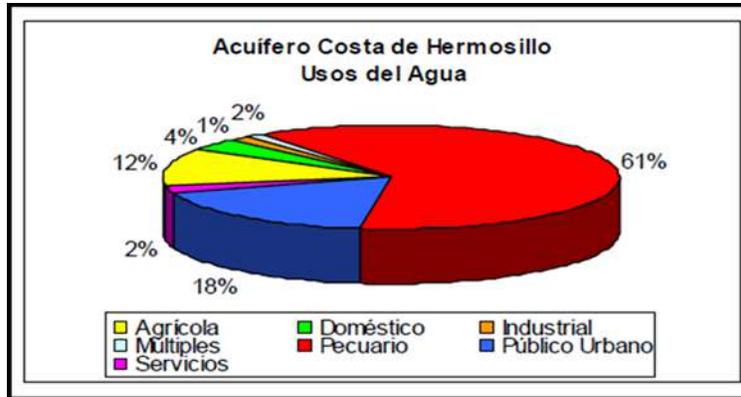
4.4.5 Hidrología subterránea

Hidrología subterránea. Localización del recurso, profundidad y dirección; usos principales y calidad de agua.

El área de estudio se localiza sobre el acuífero de La Costa de Hermosillo, en el cual, según el REPDA, se encuentran registrados 455 aprovechamientos, de los cuales 171 corresponden a norias y 252 a pozos profundos; ver Gráfica 4.5. El agua se destina principalmente al uso pecuario con el 61%, seguido por el uso público-urbano con el 18%, el uso agrícola representa el 12%, para fines domésticos el 4% y el 5% es destinado para uso industrial, servicios y uso múltiple; ver Gráfica 4.6. Respecto a la calidad de agua reportada en la cartografía de SPP-INEGI (1981), su rango varía de dulce a tolerable.



Grafica 4.5 tipo de Aprovechamientos del Acuífero Costa de Hermosillo según REPDA



Grafica 4.6 Uso de aprovechamiento de la costa de Hermosillo según REPDA

Como se observa en la figura 4.15, el flujo subterráneo del acuífero Costa de Hermosillo tiene una dirección noreste-suroeste, no existen pozos cercanos al área de estudio (radio de 500 metros), y se cuenta con un nivel estático aproximado de 100-140 metros. Además, la tabla 4.11 muestra el comportamiento del nivel estático en el acuífero, a lo largo de 53 años de estudio, exhibiendo un descenso de 46.32 metros en el nivel estático medio

Figura 4.15 Elevación del Nivel Estático, Pozos y Dirección de Flujo para el Acuífero de la Costa de Hermosillo.

(Tomado de "Diseño de Red de Monitoreo Piezométrico y Atlas de Agua Subterránea en el Estado de Sonora", Universidad de Sonora CONAGUA, 2006).

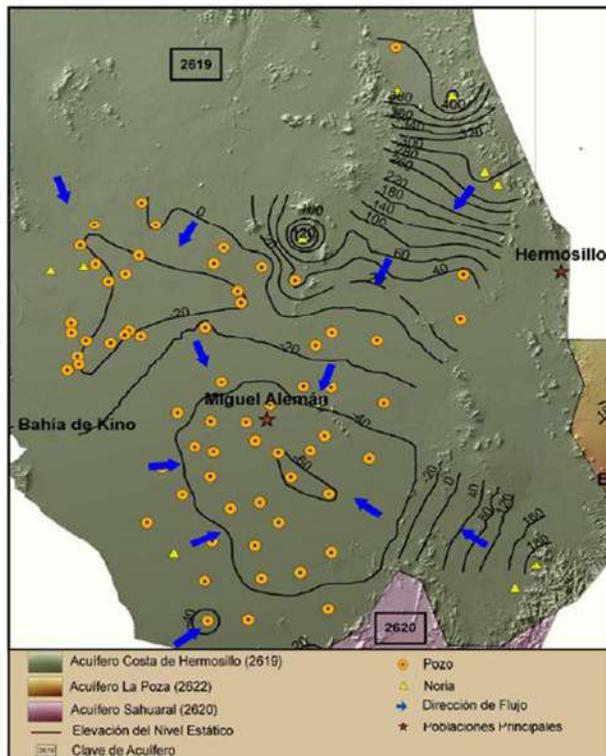


Tabla 4.11 Elevación Media del Nivel Estático para la Costa de Hermosillo (CNA, 2002).

Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)
1945	17.50	10.91	1959	804.60	-1.64	1973	861.00	-16.79	1987	610.40	-29.28
1946	41.00		1960	988.60	-1.30	1974	845.50	-18.22	1988	552.30	-30.09
1947	87.80		1961	969.90	-3.48	1975	774.30	-18.96	1989	473.10	-30.78
1948	152.10		1962	882.10	-3.88	1976	810.00	-20.06	1990	448.70	-31.14
1949	227.00		1963	915.80	-5.53	1977	825.70	-21.39	1991	422.30	-31.64
1950	301.90	8.05	1964	1136.8	-7.48	1978	783.60	-22.51	1992	346.70	-32.08
1951	386.90		1965	1015.0	-8.68	1979	758.50	-23.28	1993	388.50	-31.49
1952	463.90		1966	910.00	-9.38	1980	784.90	-24.20	1994	431.20	-32.34
1953	531.80		1967	902.80	-10.27	1981	785.50	-25.20	1995	395.30	-32.50
1954		5.83	1968	771.00	-11.01	1982	760.00	-25.96	1996	471.20	-34.80
1955	757.70	3.80	1969	876.50	-12.01	1983	638.70	-26.49	1997	459.80	-34.87
1956	759.00	1.95	1970	939.70	-13.35	1984	588.30	-27.15	1998	393.70	-35.41
1957	801.00	0.54	1971	955.90	-14.62	1985	594.10	-27.82			
1958	807.00	-0.25	1972	855.70	-15.73	1986	616.00	-28.50			

4.5. Fenómenos derivados de agentes destructivos químico-tecnológicos

4.5.1 Localización de los materiales y residuos peligrosos.

Durante la etapa de construcción de las instalaciones para el Autoservicio ROSALES y Tienda de Conveniencia se utilizarán combustibles (gasolina y diesel) para los vehículos de trabajo. Los combustibles que se utilizarán durante esta etapa se surtirán en estaciones de servicio de la ciudad, mismos que se cargaran cada vez que sea necesario. En esta etapa las medidas de seguridad serán los requeridos en este tipo de procesos, tales como; casco, lentes, mascarillas contra polvo, entre otros.

En la etapa de operación los materiales y residuos peligrosos se localizarán en el área de tanques, en la que se muestran tanto los cuartos de sucios donde serán depositados los residuos del Autoservicio Rosales y la Tienda de Conveniencia, así como los dos tanques subterráneos, uno de 80,000 litros, el cual será de gasolina magna y 50,000 para gasolina premium. Los tanques tendrán una profundidad de 1.25 m desde la parte superior del tanque al nivel del piso terminado. Los tanques serán de doble pared y cumplirán con las especificaciones técnicas de Pemex.

En base a la normatividad **Manual de operación de la Franquicia PEMEX Capítulo 7**, los residuos generados en el Autoservicio ROSALES se clasificaran como residuos peligrosos y no peligrosos, por la naturaleza de los mismos se dispondrá de zonas de almacenamiento perfectamente identificadas.

Residuos peligrosos. Son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o biológicas infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. En la Estación de Servicio se pueden producir los residuos peligrosos que se indican a continuación: Estopas, papeles y telas impregnadas de aceite o combustible, envases de lubricantes, aditivos o líquidos para frenos, arena o aserrín utilizado para contener o limpiar derrames de combustibles, residuos de

las áreas de lavado y trampas de grasa y combustibles, lodos extraídos de los tanques de almacenamiento.

Residuos no peligrosos. Son todos aquellos no incluidos en la definición anterior y pueden ser retirados por el servicio de limpieza.

Durante la operación del Autoservicio se considera que aproximadamente se generaran los residuos descritos en la tabla 4.12.

Tabla 4.12 Residuos de la etapa de operación

Residuo	Cantidad generada	Tipo de almacenamiento	Clasificación de residuo	Disposición final
Orgánicos	40 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Plásticos	20 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Otros	20 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal

Los residuos serán recolectados temporalmente en contenedores de 2,000lt (aprox. de 204x95x142cm), los cuales se cerrarán herméticamente e identificarán con un letrero que alerte y señale su contenido. La recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final serán realizados por Urbaser, que es una empresa especializada en la recolección de desechos en la ciudad de Hermosillo. Los contenedores serán transportados al relleno sanitario ubicado en la carretera camino a la Mina NYCO, claro con la previa autorización del Municipio.

4.5.2. Descripción de la maquinaria y equipo

4.5.2.1 Descripción de la maquinaria y equipo

En general la ubicación de las zonas, mismas que se han dividido, en: área de servicio (donde llegarán los automóviles a llenar la gasolina), oficinas, tienda de conveniencia y área de tanques (almacenamiento de la gasolina); en las Tablas 4.13 se describirá el equipo a utilizar en la tienda y en el área de la estación de servicio.

Tabla 4.13 Descripción de maquinaria y equipo Autoservicio Rosales.

Concepto	Cantidad	Capacidad	Tiempo Estimado de Uso	Vida Útil
Dispensarios	3		24hrs/día	15 años
Compresor de Aire Hidroneumático	1	20 Gals	24hrs/día	10 años
Cisterna	1	10,000 lt	24hrs/día	15 años
Computadora	3		16hrs/día	5 años
Equipo de Aire Acondicionado	2		16hrs/día	5 años
Equipo de control volumétrico	1	1 ton	24hrs/día	
Extintor Tipo ABC, sin gabinete	7		24hrs/día	4 años
Alarma MASTER GUARD	1	9Kg	24hrs/día	
Cámara de Seguridad	6		24hrs/día	
Tanque de Almacenamiento	1	80000 lt	24hrs/día	20 años
Tanque de Almacenamiento	1	50000 lt	24hrs/día	20 años

4.5.3 Identificación de los riesgos con base en los DTI's

DTI's.- es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías y accesorios que conforman una sección de una planta (batería de separación, de compresión, rebombeo, centro operativo, centro de proceso, etc.

Con base en los DTI's (diagrama de tubería e instrumentación) de la ingeniería de detalle, se identificaron los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.

En base a las actividades que se realizarán en las distintas áreas del proyecto se obtuvo la siguiente tabla (4.14)

Tabla 4.14 Riesgos en las distintas zonas de Autoservicio Rosales.

Áreas	Riesgo identificado
Oficinas	Incendio Exposición-Intoxicación Accidentes vehiculares Corto Circuito
Tienda de Conveniencia	Incendio Accidentes vehiculares Corto Circuito
Tanques	Corto Circuito Tanques Incendio Explosión Fugas Derrames Ruptura de válvulas
Área de Servicio	Incendio Explosión Fugas Derrames Ruptura de válvulas Exposición-Intoxicación Accidentes vehiculares Corto Circuito

4.5.4 Delimitación de zona de influencia de posibles eventos Químico Tecnológico.

4.5.4.1 Origen de los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes:

Incendios-Explosiones

Incendio. Un incendio es fuego no controlado que se presenta súbita, gradual o instantáneamente, seguido de daños materiales que pueden interrumpir procesos, ocasionar lesiones o pérdida de vidas, así como deterioro ambiental. Las causas más frecuentes de los incendios industriales son generalmente sobrecargas, falta de mantenimiento en circuitos eléctricos, cortos en instalaciones defectuosas, uso inadecuado de equipo, negligencia o desconocimiento en el

manejo de sustancias peligrosas o inflamables, falta de uso de equipo de seguridad, además de falta de aplicación de normas de seguridad.

Las instalaciones eléctricas de tanto de las oficinas como as áreas de servicio y de tanques del Autoservicio Rosales deberán estar debidamente supervisadas durante su construcción, así mismo se debieron haber utilizado materiales de buena calidad, donde solo personal capacitado tenga acceso al uso y mantenimiento de dichas instalaciones. Aunado a esto deberán ser a prueba de explosión, con el objetivo de disminuir la probabilidad de ocurrencia de una catástrofe. De igual manera los extintores deberán estar ubicados estratégicamente y el personal deberá contar con los conocimientos básicos para saber utilizarlos.

Fugas o derrames. Las fugas de sustancias tóxicas, desde contenedores o tuberías, así como los derrames ocurridos durante la manipulación de productos, pueden ocasionar contaminantes importantes del suelo, aguas superficiales y subterráneas. Aunque las fugas o derrames sean pequeños, tienen el mismo efecto nocivo. En caso de que ocurra un derrame, se deben de contar con elementos básicos para evitar la propagación de un derrame, así como su infiltración al subsuelo.

El escurrimiento se puede detener con canaletas o barreras de contención alrededor, para luego recogerlo con algún material absorbente.

Autoservicio Rosales cuenta con sistema de detección de fugas con el propósito de mitigar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.

Intoxicaciones y envenenamientos. El estado de intoxicación se define como el conjunto de manifestaciones patológicas creadas por la penetración en el organismo de una sustancia extraña no viva, cualquiera que sea su origen.

Los agentes tóxicos en términos generales provienen de los medicamentos, de las sustancias de uso doméstico, industrial y de los alimentos, además se encuentran tóxicos en la tierra, agua y aire, aumentando día a día el número de dichas sustancias tóxicas de uso doméstico e industrial en los hogares. Para prevenir las intoxicaciones y envenenamientos se contará con equipo de primeros auxilios, así como capacitación para empleados.

Ruptura de válvulas. La ruptura de válvulas se puede producir por fallas técnicas e imprudencias de personal, podrían ocurrir en áreas de almacenamiento y de servicio (dispensadores), por lo que todas las actividades de mantenimiento se realizarán con base en los manuales de mantenimiento recomendados por PEMEX.

Accidentes terrestres. Los accidentes terrestres que podrían ocurrir en las instalaciones de Autoservicio Rosales, se deben principalmente a fallas mecánicas, fallas humanas, imprudencia de trabajadores y público en general, falta de señalización adecuada. Las áreas expuestas abarcan islas dispensadoras, tanques de almacenamiento y estacionamiento; por lo que será necesario capacitar al personal, contar con señalización adecuada, iluminación suficiente y protección en extremos de islas.

4.5.4.2 Jerarquizar los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes.

Para la identificación y jerarquización de riesgos se utilizó la siguiente metodología:

1. Identificación de riesgos:

La identificación de riesgos químico tecnológicos se estableció con base en la clasificación designada por el Sistema Nacional de Protección Civil, que integra a las calamidades generadas por la acción violenta de diferentes sustancias

producto de su interacción molecular o nuclear. Además se tomarán en cuenta los accidentes vehiculares, pues podrían desencadenar eventos químicos.

2. Determinación de receptor:

Tabla 4.15 Receptores de Riesgo.

Tipo de Riesgo	Receptor
Explosión o incendio	Estación de servicio y alrededores; clientes y personal
Fugas	Estación de servicio y alrededores
Derrames	Estación de servicio y alrededores
Ruptura de válvulas	Estación de servicio
Intoxicaciones o envenenamientos	Personal en general y pobladores
Contactos Eléctricos	Personal en general
Accidentes Terrestres	Vehículos del contratista y particulares

3. Estimación de dimensión de riesgos

El cálculo de la dimensión del riesgo se deriva del producto de la probabilidad (P) por la exposición (E) por la consecuencia (C); de cada uno de los riesgos identificados, la misma que se expresa en la siguiente ecuación que corresponde al modelo de Kaplan-Garrik, modificado por PEMEX:

$$DR = P \times E \times C$$

DR= Dimensión de Riesgo

P=Probabilidad

C=Consecuencia

La probabilidad describe la posibilidad de que un evento no deseado se presente durante un período de tiempo, no posee unidades y sus valores se muestran a continuación:

Tabla 4.16 Probabilidad de Riesgo.

Probabilidad	Características	Valor cuantitativo
Prácticamente no ocurre	El riesgo es mínimo, las condiciones de trabajo impiden que el riesgo se manifieste.	0,1
Puede ocurrir	El riesgo es poco probable pero puede manifestarse.	3,0
Ocurre frecuentemente	El riesgo se manifiesta con frecuencia.	6,0
Inminente	El riesgo se manifiesta a pesar de las medidas preventivas que se toman.	10,0

La exposición (E) es el proceso mediante el cual un organismo entra en contacto con un peligro; la exposición o acceso es lo que cubre la brecha entre el peligro y el riesgo, y sus valores se muestran a continuación:

Tabla 4.17 Exposición de Riesgo.

Tipo de Exposición	Características de la exposición	Valor cuantitativo
Mínima	La exposición al riesgo es mínima, el riesgo no se manifiesta fácilmente.	0,1
Rara	La exposición es rara, el riesgo se manifiesta con dificultad.	1,0
Ocasional	La exposición es ocasional de acuerdo a las características de la actividad desarrollada.	3,0
Continua	La exposición al riesgo es continua, y se manifiesta fácilmente.	10,0

Las consecuencias (C), representan otro factor importante para evaluar la dimensión del riesgo, se refiere al grado de efecto sobre el receptor al manifestarse el riesgo. En la tabla III.3.14 se presentan valores cuantitativos de consecuencias:

Tabla 4.18 Consecuencias de Riesgo.

Tipo de consecuencias	Características de consecuencias	Valor cuantitativo
Leve	La consecuencia es baja, daños personales y materiales leves.	1,0
Grave	La consecuencia es moderada, daños personales y materiales altos, pérdidas económicas moderadas.	7,0
Desastrosa	La consecuencia es alta, daños personales y materiales severos.	40
Trágica	La consecuencia es muy alta, pérdida de vidas humanas y daños materiales irreversibles	100

Una vez determinados los valores cuantitativos de cada factor se procede a estimar la dimensión del riesgo en base a los valores establecidos para cada tipo de riesgo identificado.

El valor cuantitativo que se obtuvo del cálculo de la dimensión del riesgo en base a los valores asignados para la probabilidad, exposición y consecuencia de cada riesgo identificado determinan las prioridades de atención para evitar que dichos riesgos se manifiesten durante la fase de ejecución y operación del proyecto. La tabla III.3.15 presenta valores de dimensión de riesgo y su interpretación que permita establecer prioridades de acción.

Tabla 4.19 Dimensión de Riesgo.

Dimensión del Riesgo	Características de consecuencias
Mayor de 400	El riesgo es muy alto, medidas de seguridad estrictas.
200 a 400	El riesgo es alto. Se debe aplicar medidas de seguridad adecuadas
70 a 199	El riesgo es moderado. Se deben aplicar medidas de seguridad
20 a 69	El riesgo es posible y reclama atención
Menor de 20	El riesgo es aceptable en el estado actual

En la tabla 4.20 se muestra la jerarquización de riesgos derivados de agentes químicos, que se obtuvo como resultado del paso de la metodología antes mencionada.

Tabla 4.20 Jerarquización de Riesgos

Tipo de Riesgo	Probabilidad	Exposición	Consecuencias	Dimensión de Riesgo	Categoría
Incendios	3	1	40	120	Moderado
Explosión	3	1	100	300	Alto
Fugas	3	1	7	21	Bajo
Derrames	6	3	7	126	Moderado
Intoxicaciones o envenenamientos	3	1	1	3	Muy Bajo
Ruptura de válvulas	3	3	7	63	Bajo

4.6 Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen sanitario-ecológico

4.6.1 Identificación cualitativa y cuantitativa de las descargas de contaminantes a los diferentes elementos naturales de la zona de influencia del área de estudio

En el predio se descargarán residuos sólidos y aguas residuales, siendo basura de oficina y doméstica generada por el personal de trabajo y clientes; estas aguas residuales se descargarán al sistema de drenaje municipal.

La basura generada por el suministro de gasolina, tal es el caso de estopas, envases de lubricantes y equipo de limpieza será depositada en contenedores cerrados y resguardados en el área de sucios hasta el momento de su disposición final. La recolección, transporte, almacenamiento temporal y depositación final en el relleno sanitario ubicado en la carretera a la Mina NYCO, está a cargo de la empresa especializada Urbaser.

Se debe tomar en cuenta que otro punto importante son las emisiones de los hidrocarburos por los escapes de los automóviles que llegan al sitio al recibir el servicio. Por otro lado, cuando existan residuos generados por el derrame de combustible al momento de llenado de tanques o automóviles en los dispensarios, los pisos serán lavados con agua y las sustancias serán recolectadas en el interior del drenaje de la Estación mediante filtros especiales; dispuestos por PEMEX para evitar que se descarguen al drenaje hermosillense.

La operación de llevar un residuo del punto de generación hasta su destino final, involucra generalmente colecta, transporte y almacenamiento dentro de la propia industria, así como colecta y transporte hasta el local de tratamiento o disposición ver tabla 4.21.

Tabla 4.21 Residuos de la etapa de operación

Residuo	Cantidad generada	Punto de generación	Tipo de almacenamiento	Clasificación de residuo	Disposición final
Orgánicos	40 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Plásticos	20 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Otros	20 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal

4.6.2 Niveles de concentración basales

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, en el predio se pretende dar atención al público en general. Consistirá en una estación de servicio de gasolina, con tienda de conveniencia y locales comerciales; por lo tanto, la basura que se generará es de tipo doméstica y de oficina.

La distribución de metales pesados en el aire para Hermosillo depende del área en que nos encontremos, de la topografía y la localización de las fuentes de emisión. De acuerdo con estudios realizados en diferentes muestras de polvo distribuidas en la Ciudad, se ha determinado que el sur contiene mayores concentraciones de metales pesados que la porción centro-norte (Meza et al. 2006).

Se han encontrado concentraciones elevadas de Zn (2012 mg/kg), Pb (101.88 mg/kg), Cr (38.13 mg/kg) y Cd (28.38 mg/kg) cerca de las áreas industriales y se encuentran relacionadas con fuentes de tráfico. También tenemos concentraciones de Fe, Co, y Ba proveniente de recursos minerales en su mayoría. El V y Ni se encuentran altamente correlacionados y posiblemente relacionados con procesos de combustión de gasolina, mientras que el Ba y Co provienen principalmente de la corteza.

5. Vulnerabilidad de la edificación y el área a los Peligros Naturales y Antropogénicos.

5.1 Evaluación de la vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen geológico.

Las especificaciones de la construcción, tanto en cimientos como en la obra, están diseñadas para soportar los eventos de origen geológico que se presenten en los períodos de retorno razonables. Además se evalúa la vulnerabilidad del edificio en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Evaluación de Vulnerabilidad

Fenómeno	Frecuencia (peligro)	Vulnerabilidad	Riesgo
Sismos	Muy bajo	Media	Bajo
Deslizamientos	Bajo	Baja	Bajo
Inundación	Medio	Media	Media
Colapso	Medio	Media	Media
Vulcanismo	Muy Bajo	Muy Baja	Muy Bajo

5.2 Vulnerabilidad de la edificación o inmueble a la presencia de agentes destructivos de origen hidrometeorológico con la metodología del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

La edificación cuenta con una vulnerabilidad baja a fenómenos hidrometeorológico como la inundación; debido fundamentalmente a la existencia de una adecuada canalización de aguas pluviales. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que un tipo de riesgo sería la ruptura de la cortina de la presa Abelardo L. Rodríguez, para lo que sería necesario que ésta tenga una capacidad arriba del 50% o que la cortina presente un daño estructural importante. En el plano inundación

(Figura 4.12) se señalan las zonas que son más susceptibles, quedando el área de estudio, enmarcada en la zona de peligro de inundación medio.

Respecto a fenómenos como las tormentas severas, el diseño de las instalaciones es adecuado para mitigar los posibles riesgos de vientos fuertes, lluvias extraordinarias y tormentas eléctricas (Ver tabla 5.2).

Tabla 5.2 Vulnerabilidad de los posibles riesgos

Fenómeno	Frecuencia (peligro)	Vulnerabilidad
Inundaciones	Medio	Media
Ciclones y tormentas tropicales	Medio	Media
Vientos	Bajo	Baja
Nevadas	Nulo	Nula
Heladas	Bajo	Baja
Granizada	Bajo	Baja
Tormentas eléctricas	Medio	Baja
Islas de calor	Bajo	Baja

5.3 Vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen químico-tecnológico.

La vulnerabilidad representa la interacción de un peligro físico y una respuesta social o resiliencia, en un dominio geográfico específico. En la tabla 5.3 indica la vulnerabilidad del inmueble ante los riesgos químico-tecnológicos.

Tabla 5.3 Grado de vulnerabilidad del Autoservicio rosales

Tipo de riesgos	Vulnerabilidad
Explosión	Alta
Incendio	Moderada
Fuga	Baja
Derrame	Moderada
Ruptura de válvulas	Baja
Intoxicaciones o envenenamientos	Muy Baja
Corto Circuito	Muy Baja
Accidentes Terrestres	Baja

5.4 Evaluación vulnerabilidad de la edificación a la presencia de agentes destructivos de origen socio-organizativos.

Los agentes destructivos de origen socio-organizativo representan perturbaciones producidas por errores humanos o por acciones premeditadas que traen como resultado grandes concentraciones o movimientos masivos de población, y que provocan descontrol en las instalaciones donde ocurren, como la suspensión de los servicios básicos.

El complejo edificado para Autoservicio Rosales, posee una vulnerabilidad baja ante la presencia de agentes destructivos de origen socio-organizativo, como se muestra en la tabla 5.4. A su vez, las fallas técnicas o accidentes humanos que causen deterioro de los servicios públicos no deben dejarse de lado por lo que la vigilancia dentro y fuera del edificio es primordial, así como la implementación de medidas de seguridad adecuadas para prevenir estas situaciones.

Debido a la situación que vive nuestra ciudad en la actualidad se tiene que tener en cuenta, que cualquier edificio es vulnerable en cuestiones de atentados, aunque estos no sean dirigidos directamente al personal de la empresa o del inmueble se pueden ver afectados. Lo cual implica una vulnerabilidad de grado moderado.

Tabla 5.4 Vulnerabilidad

Fenómeno	Vulnerabilidad	Origen
Accidentes terrestres	Baja	Fallas humanas, mecánicas, en las vías de comunicación o debido a fenómenos naturales
Accidentes aéreos	Baja	Fallas humanas, mecánicas, o debido a fenómenos naturales
Accidentes marítimos	Nula	
Concentraciones masivas de la población	Baja	Personal de la empresa, o bien personas ajenas a ella
Interrupción o desperfecto en las operaciones de los servicios o sistemas vitales	Baja	Personal de la empresa, o bien personas ajenas a ella
Atentados, Robos, Asaltos, etc.	Moderada	Personas ajenas a la empresa

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Jerarquización de Peligros y Riesgo

Se presenta la jerarquización de los diferentes fenómenos se realizó en base a las evaluaciones cualitativas de peligro, vulnerabilidad y riesgo

Tabla 6.1 Jerarquización de los posibles Riesgos geológicos

Fenómeno	Frecuencia (peligro)	Vulnerabilidad	Riesgo
Sismo	Muy bajo	Baja	Bajo
Deslizamiento	Bajo	Baja	Bajo
Inundación	Medio	Baja	Bajo
Colapso	Medio	Baja	Bajo
Vulcanismo	Muy Bajo	Baja	Bajo

Tabla 6.2 Jerarquización de los posibles riesgos hidrometeorológico

Fenómeno	Frecuencia (peligro)	Vulnerabilidad	Riesgo
Inundaciones	Media	Media	Medio
Ciclones y tormentas tropicales	Media	Media	Medio
Vientos	Bajo	Baja	Bajo
Heladas	Bajo	Baja	Bajo
Granizada	Bajo	Baja	Bajo
Tormentas eléctricas	Medio	Baja	Bajo

Tabla 6.3 Jerarquización de Riesgos químicos

Tipo de Riesgo	Probabilidad	Exposición	Consecuencias	Dimensión de Riesgo	Categoría
Incendios	3	1	40	120	Moderado
Explosión	3	1	100	300	Alto
Fugas	3	1	7	21	Bajo
Derrames	6	3	7	126	Moderado
Intoxicaciones o envenenamientos	3	1	1	3	Muy Bajo
Ruptura de válvulas	3	3	7	63	Bajo

Tabla 6.4 Jerarquización y Valor de Medida de Riesgo

Riesgo	Valor Final
1. Accidentes Terrestres	Bajo
2. Accidentes Aéreos	Bajo
3. Accidentes Marítimos	Nulo
4. Concentraciones Masivas de Población	Bajo
5. Plantones y mítines	Bajo
6. Interrupción o desperfecto en las operaciones de los servicios o sistemas vitales	Bajo
7. Atentados, Robos, Asaltos, etc.	Moderado

6.2 Recomendaciones

Se elaboró una tabla de resumen de riesgos, señalando el tipo de riesgo, su origen, zona afectada y medida de mitigación o prevención propuestas.

Tabla 6.5 Riesgos geológicos presentes en el área de estudio

Tipo de Riesgo	Origen	Zona Afectada	Medida de mitigación o prevención propuesta
Sismicidad	Geológico	Zona centro-Sur de la ciudad incluyendo el área de estudio	Infraestructura de las instalaciones del Autoservicio Rosales, deberá ser construida con las recomendaciones hechas por la mecánica de suelos.
Inundaciones	Hidrometeorológico	Área donde está contenido el predio y sus alrededores	Construyendo la edificación con la preparación del terreno recomendada por la mecánica de suelos y manteniendo una pendiente de 2% además de la limpieza de canales, vialidades, y arroyos cercanos, monitoreo continuo. Próximos al predio.
Colapsos	Geológico	Zonas predio y zonas aledañas	Supervisar continuamente las instalaciones de Autoservicio rosales por probables daños al pavimento y/o construcción.
Actividad volcánica	Geológico	Toda la ciudad	Continuo monitoreo del Complejo Volcánico Tres Vírgenes con la finalidad de proveer actividad que pudiera afectar el área de estudio.

Tabla 6.6 Riesgos hidrometeorológico

Tipo de Riesgo	Origen	Zona Afectada	Medida de Mitigación o Prevención Propuesta
Inundaciones	Ciclones y tormentas tropicales	Edificación de Autoservicio Rosales	Infraestructura construida con las medidas necesarias para soportar las temporadas de ciclones y tormentas tropicales (junio-agosto). Limpieza de canales, vialidades y arroyos cercanos, monitoreo continuo.
Inundaciones	Desbordamiento de presa	Edificación de Autoservicio Rosales	Infraestructura construida con las medidas necesarias para soportar inundaciones. Limpieza de canales, vialidades y arroyos cercanos, monitoreo continuo.
Inundaciones	Bloqueo del canal del río Sonora	Edificación de Autoservicio Rosales	Limpieza de canales, vialidades y arroyos cercanos, monitoreo continuo.
Vientos	Trombas y monzón de Norteamérica	Edificación de Autoservicio Rosales	Edificación diseñada para resistir la intensidad de los vientos del área. Monitoreo de las velocidades y direcciones de vientos; así como elaborar un registro de los mismos.
Heladas	Descenso de temperatura en meses invernales	Edificación de Autoservicio Rosales	Edificación diseñada para presenciar posibles heladas de la zona; monitoreo de épocas frías y registro de las mismas.
Granizadas	Asociadas a tormentas eléctricas, tienen su origen en frentes fríos, calientes u ocluidos	Edificación de Autoservicio Rosales	La construcción está diseñada para trabajar con condiciones interiores controladas. Monitoreo de épocas frías y registro de las mismas.
Tormentas eléctricas	Tormentas con sistemas de nubes convectivas	Edificación de Autoservicio Rosales	El inmueble contará con muros que servirán de aislante en caso de presentarse el evento. Monitoreo de temporadas de precipitaciones. Se recomienda la instalación de un para rayos.

Tabla 6.7 Riesgos químico-tecnológicos.

Tipo de Riesgo	Origen	Zona Afectada	Medida de Mitigación
Explosión o incendio	Fallas eléctricas, negligencia, uso inadecuado del equipo, no aplicación de normas de seguridad	Inmueble y zonas aledañas	Equipo e instalaciones a prueba de explosión. Mantenimiento periódico de tuberías, de instalaciones eléctricas e implementación de medidas de seguridad. Capacitación de los empleados
Fugas	Fallas en tuberías de transporte de gasolina y diesel, negligencia, uso inadecuado de equipo, no aplicar las normas de seguridad	Inmueble y zonas aledañas	Sistema de detección de fugas y medición. Mantenimiento periódico de tuberías. Capacitación de los empleados.
Derrames	Imprudencia en carga/descarga a tanques de almacenamiento Imprudencia de personal en carga de combustible a auto tanques	Área de almacenamiento y servicio	Capacitación de personal. Mantenimiento periódico de tuberías en áreas de almacenamiento y servicio.
Ruptura de Válvulas	Fallas técnicas, imprudencias del personal	Área de almacenamiento y servicio	Mantenimiento periódico y capacitación de personal
Intoxicaciones o envenenamientos	Exposición a concentraciones elevadas de vapores, ingestión, inhalación	Personal del inmueble	Capacitación de los empleados. Implementación de medidas de seguridad
Contactos Eléctricos	Imprudencia con el manejo de motores de autos	Área de dispensadores Área de carga/descarga de combustible	Capacitación de personal

Tabla 6.8 Resumen de Riesgos

Tipo de Riesgo	Origen	Zona Afectada	Medida de Mitigación
Accidentes Terrestres	Fallas humanas, mecánicas, en las vías de comunicación o debido a fenómenos naturales	Vías de comunicación de la zona	Vigilancia en el área del inmueble Capacitación del personal
Accidentes Aéreos	Fallas humanas, mecánicas, o debido a fenómenos naturales	Alrededores de la zona	Capacitación del personal en caso de contingencia
Concentraciones Masivas de Población	Personal de la empresa, o bien personas ajenas a ella	Inmueble y zona aledaña	Vigilancia en el área del inmueble Capacitación del personal
Interrupción o desperfecto en las operaciones de los servicios o sistemas vitales	Personal de la empresa, o bien personas ajenas a ella	Inmueble y zona aledaña	Vigilancia en el área del inmueble Capacitación del personal
Atentados, Robos, Asaltos, etc.	Personas ajenas a la empresa	Inmueble y zona aledaña	Vigilancia en el área del inmueble Capacitación del personal

7 Referencias bibliográficas

Comisión Nacional del Agua, 2006; Diseño de Red de Monitoreo Piezométrico y Atlas de Agua Subterránea en el Estado de Sonora.

Carmichael, Ian et al. 1974, Igneous petrology: New York, McGraw-Hill, 739 p.

Cochemé, J.J., 1981, Mise en évidence d'un granite subvolcanique associé aux laves tertiaires du Sonora, Mexico ; Comptes Rendus. Acad. Sci. Paris, t. 293. ser. II, p. 989-992.

Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, (2002); Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Costa de Hermosillo, Estado de Sonora.

Comisión Nacional del Agua, 2006; Diseño de Red de Monitoreo Piezométrico y Atlas de Agua Subterránea en el Estado de Sonora.

Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, (2002); Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Costa de Hermosillo, Estado de Sonora.

Dirección Estatal de Protección Civil, (2001); Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Sonora.

ERAH (2010); Diagnostico de riesgo para las instalaciones de la Gasolinera Autoservicio Rosales

González, S. J. R., 2005, Carta geohidrológica de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, Maestría en Ciencias Geología, Universidad de Sonora

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA (2004); Estudio del análisis del escurrimiento en la parte baja del Río Sonora.

INEGI (2000); Carta vectorial H12 d41, escala 1:50,000.

INEGI (2000); Carta vectorial H12 d42, escala 1:50,000.

INEGI (2000); Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora.

King, R.E., 1939, Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of México: Geol. Soc. América Bull., v. 50, p.1625-17722.

Menicucci, S., Mesnir, H.Ph., Radelli, L., 1982, Permian, Triassic and Liassic sedimentation (Barranca Formation) of central Sonora, Mexico; AEGUS y Soc. Geol. Mediana, Delegación Noroeste, Hermosillo, Notas Geológicas, v. 1, p. 2-8.

Peiffer, R. F., 1978, Consideraciones sobre el Paleozoico sonorense; in Roldán-Quintana, Jaime, y Salas, G.A., eds., Libroto-guía. Primer simposio sobre la geología y potencial minero en el Estado de Sonora, Hermosillo. Univ. Nal. Autón México, Inst. Geología, p. 5-34.

Peiffer, R. F., 1979, Les zones isotopiques du Palezoique inferieur du nordouest mexicain temoins du relais entre les Appalachs et la Cordillera ouest-américanie : Comptes Rends. Acad.Sci. Parist. 288, ser. D, p. 1517-1519.

PEMEX, 2008-1; Manual de operación de la Franquicia PEMEX, Capítulo 3, 7.

Rodríguez C., J.L., 1981, Notas sobre la geología del área de Hermosillo, Sonora., Univ. Nal. Autón México, Inst. Geología, vol. 5, no. 1, p. 30-36.

Paginas consultadas

http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_2619.pdf

<http://www.proteccioncivil.sonora.gob.mx/tmp/LEY161DEPROTECCIONCIVIL23032010.pdf>

<http://www.geologia.uson.mx/academicos/monreal/IntrusionSalinaCostaHillo.pdf><http://www.cenapred.gob.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo2.html>

<http://aplicaciones.sefiplan.gob.mx/gobiernogestion/Edicion2006/POLITICA%20SOCIAL/Red%20de%20Centros%20H%C3%A1bitat%20en%20Hermosillo.htm>

<http://eduportal.com.mx/>

<http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>

http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_2619.pdf

<http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/inicio/Sonora/>

<http://www.economiahermosillo.gob.mx>

<http://obson.files.wordpress.com/2009/02/copresonhermosillo.pdf>

<http://www.ine.gob.mx/>