

PROYECTO PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL RELLENO SANITARIO METROPOLITANO PONIENTE “PICACHOS”.

INFORMACION REQUERIDA PARA EMITIR DICTAMEN DE TRAZO, USOS Y DESTINOS ESPECIFICOS DEL SUELO.

INDICE

- 1.- ANALISIS DE APTITUD TERRITORIAL.
- 2.- ESTUDIO DE INCIDENCIA EN EL PAISAJE Y EN EL MEDIO NATURAL.
- 3.- ESTUDIO Y PREVISIONES DE SOLUCION PARA LAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS.
 - a) Accesos.
 - b) Estacionamiento.
 - c) Abastecimiento de agua.
 - d) Eliminación de residuos.
 - e) Suministro de energía eléctrica
 - f) Estudio de impacto vial.
- 4.- ESTUDIO HIDROLOGICO DE LAS AREAS TRIBUTARIAS.
- 5.- ANEXOS

1.- ANALISIS DE APTITUD TERRITORIAL.

La selección del sitio denominado Picachos o Puerta de Milpillas, se obtuvo en base a los estudios de localización, por el método de eliminación de predios propuestos en los municipios de Tónala, Zapopan y Zapotlanejo, de acuerdo a sus características físicas, ambientales y socioeconómicas, estas acciones fueron realizadas por las instituciones que conforman la comisión ambiental del Consejo Metropolitano de Guadalajara. De tales trabajos se concluyo que el predio que contaba con mayor factibilidad, tomado en cuenta las características, arriba citadas, fue el denominado "Picachos" en la localidad de Milpillas, Municipio de Zapopan, Jalisco.

Una de las ventajas de la factibilidad de este sitio, es el que, se integraba a los planes municipales, Regionales, Metropolitanos y Estatales para el establecimiento de la infraestructura adecuada en el manejo y la disposición final de los Residuos Sólidos Municipales, y que reunía características para el desarrollo del proyecto del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente. Posteriormente se realizó el análisis respectivo, Para conocer la viabilidad de su desarrollo de acuerdo a las restricciones que marca la norma NOM-083-Ecol-1996. Para la localización de sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos Municipales. siendo los de mayor relevancia, los aspectos generales, hidrológicos, geológicos, hidrogeologicos y algunas consideraciones de selección; estos aspectos se describen a continuación y se indica en cuales se cumple y en caso contrario se indica la solución mediante obras de ingeniería.

PREDIO "LOS PICACHOS"			
Aspectos Generales			
Restricción por afectación a obras civiles o áreas naturales protegidas.			
Especificaciones	Cumple		Dictamen Comentarios
	Si	No	
Las distancias mínimas a aeropuertos son:			
a) De 3,000 m (tres mil metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina.	✓		No existen aeropuertos dentro o en los alrededores de (radio = 3.0 km.), del sitio en estudio.
b) De 1,500 m (mil quinientos metros) cuando maniobren aviones de motor a pistón.	✓		No existen aeropuertos dentro o en los alrededores de (radio = 1.5 km.), del sitio en estudio.
Respetar el derecho de vía de autopistas, ferrocarriles, caminos principales y caminos secundarios.	✓		No existen autopistas o vías férreas dentro de la zona, además se respetan los derechos de vía de los caminos secundarios.
No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas.	✓		El sitio de estudio no se ubica dentro de un área natural protegida.
Se deben respetar los derechos de vía de obras públicas federales, tales como oleoductos, gasoductos, poliductos, torres de energía eléctrica, acueductos, etc.	✓		No existen obras públicas federales en el sitio.
Debe estar alejado a una distancia mínima de 1,500 m. (mil quinientos	✓		El poblado más cercano (Milpillas) cuenta con una población de 37

metros) a partir del límite de la traza urbana de la población por servir, así como de poblaciones rurales de hasta 2,500 habitantes. En caso de no cumplir con ésta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.			habitantes. Y se encuentra a una distancia aproximada de 2.5 kilómetros.
La localización de los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, para aquellas localidades con una población de hasta 50,000 habitantes o cuya recepción sea de 30 toneladas por día de éstos residuos, se debe hacer considerando exclusivamente las especificaciones establecidas en los puntos de esta Norma Oficial Mexicana.	✓		La recepción de basura es superior a las 30 toneladas por día, por lo que se observarán todas las especificaciones.
Aspectos Hidrológicos			
Se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodo de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no exista la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos.	✓		No se encuentra en zonas de inundación.
El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no se debe ubicar en zonas de pantanos, marismas y similares.	✓		El sitio indicado no se encuentra dentro de zonas pantanosas o similares.
la distancia de ubicación del sitio con respecto a cuerpos de agua con caudal continuo debe ser de 1,000 m (mil metros) como mínimo y contar con una zona de amortiguamiento tal que pueda retener el caudal de la precipitación pluvial máxima presentada durante los últimos 10 años en la cuenca, definida por los canales perimetrales de la zona.	✓		Los cuerpos de agua más cercanos con caudal continuo es el río Santiago que se ubica 8 km. aproximadamente abajo del sitio del proyecto, el arroyo el Pedregal, que se incluye en el sitio del proyecto, con un régimen de caudal temporal, y para el cual se realizan obras de ingeniería hidráulica que eviten el riesgo de contaminación o afectación por el desarrollo del proyecto.
Aspectos Geológicos			
Debe estar a una distancia mínima de 60 m (sesenta metros) de una falla activa que incluya desplazamientos en un periodo de tiempo de un millón de años.	✓		No existen fallas geológicas activas, dentro del sitio o en un radio de 60 metros.

Se debe localizar fuera de la zona donde los taludes sean inestables, es decir, que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos.	✓		En el sitio indicado no se localizan taludes inestables. La naturaleza de los materiales que componen la estructura geológica no representan riesgo de inestabilidad.
Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a fallas o fracturas del terreno, que incrementan el riesgo de contaminación al acuífero.	✓		El terreno es estable en el sitio del proyecto.
Aspectos Hidrogeológicos			
En caso de que el sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales esté sobre materiales fracturados, se debe garantizar que no exista conexión con los acuíferos de forma natural y que el factor de tránsito de la infiltración (f), sea $< \text{ó} = a \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$	✓		De acuerdo a los estudios geofísicos no existe fracturamiento de materiales geológicos.
En caso de que el sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales esté sobre materiales granulares, se debe garantizar que el factor de tránsito de infiltración (f), sea $< \text{ó} = a \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$	✓		El sitio no se encuentra sobre materiales granulares. Sin embargo cumple con esta restricción de forma natural y adicionalmente con la colocación de la geomembrana.
La distancia mínima del sitio a pozos para la extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganado; tanto en operación como abandonados, debe de estar a una distancia de la proyección horizontal por lo menos 100 m. (cien metros), de la mayor circunferencia del cono de abatimiento, siempre que la distancia resultante sea menor a 500 m (quinientos metros), esta última será la distancia a respetar.	✓		El pozo más cercano de extracción de agua se localiza a una distancia de 1,200 m del sitio indicado en este estudio.
Consideraciones de Selección			
En caso de que exista una probable contaminación a cuerpos de agua superficial y subterránea, se debe recurrir a soluciones mediante obras de ingeniería.	✓		Además de cumplir con todas y cada una de las restricciones, se realizarán obras de ingeniería ambiental para asegurar la no contaminación.

Identificación del tipo del acuífero

Esta zona se identifica como una unidad geohidrológica que se consideran como material consolidado con posibilidades bajas y se ubica en el acuífero El Arenal, de la zona Geohidrológica 18, determinada por la CNA, mismo que se establece como una barrera impermeable compuesta por rocas volcánicas de composición ácida y básica de Terciario Reciente y se considera que sus condiciones subterráneas no son propicias para almacenar agua o constituir acuíferos, sino que actúa generalmente como zona de recarga, los pozos que producen agua en esta unidad se tiene un espesor superior a los 400 m. Existiendo evidencias de pozos que hasta esa profundidad no la atraviesan, a este tipo de acuífero. Se conoce como acuitardo o acuícluso, el pozo mas cercano al proyecto es el denominado ARROW aproximadamente a 1.2 Km hacia el Este, y Su nivel estático es mayor a 200 m.

HIDROLOGÍA (RANGO DE 10 A 15 KM.)

La zona donde se localiza el predio pertenece a la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago No.12, considerada la más importante del Estado.

La principal corriente dentro de esta región es conocida como Rio Grande de Santiago, y se origina en el Lago de Chapala con una dirección NW entrando al estado de Nayarit donde finalmente desemboca en el Océano Pacífico.

La zona de estudio pertenece a la cuenca Río Santiago Guadalajara 12E, la cual drena una superficie de 9,641 km². La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del Rio Grande de Santiago, además ocupa toda la parte central del Estado. Esta cuenca recibe las corrientes de varias subcuencas intermedias, el terreno donde se localiza el sitio en estudio forma parte de la subcuenca Rio-Verde-Presa Santa Rosa 12 EC, localizada al NW de Guadalajara.

El predio a su vez forma parte de una microcuenca, la cual se determinó delimitando su parteaguas empleando para ello la carta topográfica San Francisco Tesistán F-13-D-55 a escala 1:50,000 editada por el I.N.E.G.I., donde la superficie aproximada es de 575 –00-00 Has.

PRINCIPALES RÍOS O ARROYOS CERCANOS:

El principal escurrimiento superficial es el río Grande de Santiago localizado en su parte más próxima a 8 km. al NE del sitio en estudio. Todos los escurrimientos de la sierra de San Esteban y el lado este de la sierra de Tesistán desembocan en este sector del río Santiago.

El total del predio donde se pretende emplazar el relleno sanitario se encuentra dentro de las microcuencas del arroyo El Potrero de la Casa y el arroyo el Pedregal, este último que se intercepta con el arroyo Milpillan en la margen Este de la propiedad; siendo todos de carácter temporal.

Cada arroyo mencionado es independiente, es decir que tiene bien establecida su microcuenca hasta llegar al denominado arroyo Grande, que funge como colector principal de éstos, desembocando finalmente en el río Santiago. Y puesto que el proyecto se realizará únicamente en lo que viene a ser la microcuenca del arroyo El Pedregal sin afectar o alterar en modo alguno las microcuencas y escurrimientos aledaños, ya que las características propias del relieve así lo determinan, el análisis detallado se realizó únicamente para la cuenca del arroyo El Pedregal.

Actividad para lo que son Aprovechados.

Actualmente el agua del arroyo el Pedregal no tiene uso alguno, escurre libremente por sus causas naturales, siendo determinado su volumen por las precipitaciones pluviales.

Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.)

Localización y distancia al predio.

El cuerpo de agua más cercano que existe en el lugar es una represa intermitente alimentada por el arroyo el Potrero de la Casa y el Potrero de los Amoles, afluente del anterior, ubicándose al norte de la zona en estudio a un kilómetro de distancia aproximadamente y es utilizado para fines agropecuarios por la localidad de Milpillas, localizada a dos kilómetros aguas abajo del mismo. No existe conexión alguna entre este bordo y el arroyo El Pedregal, principal escurrimiento de la microcuenca del sitio en estudio. Debido al desnivel de más de 60 mts. que existe, el embalse no corre ningún riesgo de ser afectado.

Drenaje subterráneo.

Debido a la creciente demanda para satisfacer las múltiples necesidades de agua de la población, siendo el agua subterránea una de las principales fuentes de abastecimiento, y la que en esta ocasión nos ocupa para el presente estudio, tomando en cuenta los pozos y manantiales existentes en la zona, así como los usos y formas de aprovechamiento de los mismos.

Las zonas planas limitadas a planicies costeras, mesetas y valles intermontanos del relieve accidentado de Jalisco, constituyen las áreas donde se pueden explotar económicamente las aguas subterráneas; prueba de ello es el incremento en el uso de este recurso para el desarrollo industrial y agrícola en el rico valle de Tesistán.

El sitio en estudio se encuentra ubicado en la Región Hidrológica denominada RH-12 Lerma-Santiago.

La hidrología subterránea en la zona del proyecto de acuerdo a las unidades geohidrológicas es muy pobre ya que corresponde a un material consolidado con bajas posibilidades de contener agua.

Esta unidad está ampliamente distribuida en el área de estudio y está conformada por rocas volcánicas de composición ácida y básica del Terciario Superior Reciente; presentan un fracturamiento variable, de moderado a alto con un intemperismo somero, por lo que la humedad secundaria aumenta de media a alta. Se le ha ubicado en esta unidad, ya que las condiciones subterráneas no son propicias para almacenar el agua y constituir acuíferos, sino que actúa generalmente como zona de recarga. Los pozos que producen agua en esta unidad son generalmente de bajo caudal. Esta unidad tiene un espesor superior a los 400 mts. ya que algunos pozos localizados en la parte Nororiental del Estado con esta profundidad no la atraviesan.

Profundidad y Dirección.

La profundidad de los mantos acuíferos en esta parte de la zona en estudio es de alrededor de los 200 metros, de acuerdo a la información proporcionada por la CNA. Del pozo ubicado en el vertedero municipal el taray.

Con respecto a la dirección del flujo tenemos que está regida por la morfología del terreno, tanto local como regional, la cual es perpendicular al río Santiago.

Usos principales (agua, riego, etc.)

Los usos que la población le da a los aprovechamientos acuíferos son como agua potable y para el ganado principalmente.

De los pozos mencionados anteriormente el pozo de Arrow en el vertedero el Taray tiene tiene poco más de un año sin operar.

Cercanía del Proyecto a Pozos.

El proyecto en estudio se encuentra en la Zona Geohidrológica No. 18, conocida como el Arenal, y de acuerdo a sus características se ubica en una zona de recarga, como se mencionó anteriormente. Los pozos que se localizan en esta zona geohidrológica cercanos al proyecto en estudio son los que se enumeran a continuación de acuerdo a su cercanía:

- 1)- Pozo Arrow, se localiza a 1.25 km al este del proyecto.
- 2)- Pozo Milpillas, a 2 km. Al NE.
- 3)- Pozo Monticello y Robledales, se ubican a 2.5 km. al SE y NE respectivamente.
- 4)- Pozo Rancho Viejo, a 8.75 km. al NE y
- 5)- Pozo Escalón, a 9.1 km. al NE.

PERFORACION DE INVESTIGACION

Esta información fue tomada de los resultados obtenidos de la perforación de investigación dentro de un área correspondiente al proyecto de Relleno Metropolitano Poniente en el año de 1996.

Además que los resultados coinciden con muestras de roca tomadas en diferentes puntos del predio y a diferentes profundidades.

Intervalo (m)	Material litogico.
0.00-0.15	Suelo residual.
0.15-12.80	Toba riolítica ácida.

EVALUACION DEL POTENCIAL DE CONTAMINACION

Se elaboro la gráfica para la determinación del potencial de contaminación del sitio se determino su aptitud con relación al proyecto. Se aplico la fórmula para el valor de la condición de tránsito.

$$F = (k \times i) / (\Phi \times d)$$

Donde:

k = Conductividad hidráulica.

l = Gradiente hidráulico.

Φ = Porosidad efectiva.

d = 200 profundidad.

Para la riolita volcánica

$$K = 5.2 \times 10^{-5} \text{ m/día.}$$

$$l = 1.$$

$$\Phi = 32.35$$

$$d = 200$$

$$f = 8 \times 10^{-9} \text{ m/seg}$$

Para la toba Riolítica

$$K = 1.2 \times 10^{-6} \text{ m/día.}$$

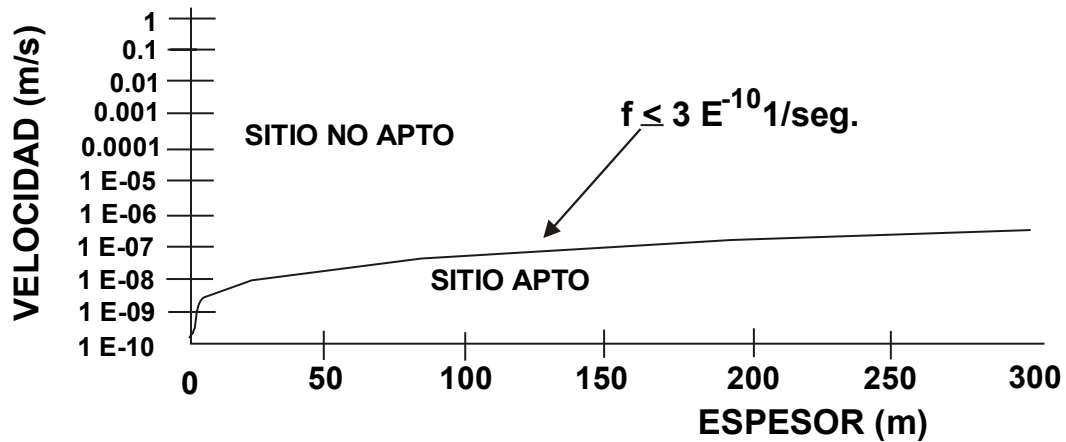
$$l = 1$$

$$\Phi = 14.88$$

$$\zeta = 200$$

$$f = 4.0 \times 10^{-10} \text{ m/seg}$$

Los resultados comprobados con la gráfica de aptitud de sitios, muestre que el predio "picachos" tiene una aptitud para desarrollar el proyecto del relleno sanitario Metropolitano Poniente.



$$F = (k \times i) / (u \times d)$$

Donde:

F = Factor de tránsito de la infiltración.

d = Espesor de la Zona no saturada.

u = Porosidad promedio efectiva (adimensional).

i = Gradiente hidráulico (adimensional).

k = Conductividad hidráulica. (m/s).

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

Evidencias y uso de agua subterránea, se investigo las evidencias de agua subterránea y los aprovechamientos de esta, en un tramo de 10 km. con relación al predio "picachos"; a continuación se presentan los siguientes resultados:

Cercanía del Proyecto a Pozos.

El proyecto en estudio se encuentra en la Zona Geohidrológica No. 18, conocida como el Arenal, y de acuerdo a sus características se ubica en una zona de recarga, como se mencionó anteriormente. Los pozos que se localizan en esta zona geohidrológica cercanos al proyecto en estudio son los que se enumeran a continuación de acuerdo a su cercanía:

- 1)- Pozo Arrow, se localiza a 1.2 km al este del proyecto.
- 2)- Pozo Milpilllas, a 2 km. Al NE.
- 3)- Pozo Monticello y Robledales, se ubican a 2.5 km. al SE y NE respectivamente.
- 4)- Pozo Rancho Viejo, a 8.75 km. al NE y
- 5)- Pozo Escalón, a 9.1 km. al NE. A continuación se presenta un corte litológico del pozo No 3.

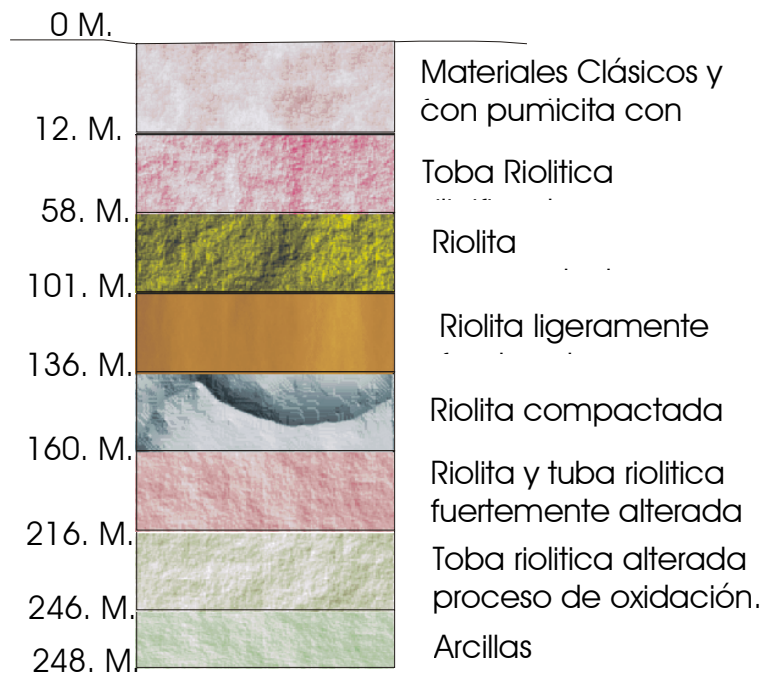
PERFIL LITOLOGICO DE UN POZO CERCANO AL PROYECTO PICACHOS

IDENTIFICACION DEL POZO:
MONTICELLO

UBICACION:
Kilometro 14 carretera a Sn. Cristobal de la Barranca

USO: Potable, consumo Humano y riego.

ZONA HIDROLOGICA: No 18 el arenal. CNA



CRITERIOS DE LA SELECCIÓN DEL SITIO. MENCIONAR LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA SELECCIÓN.

Los criterios de selección del sitio se justifican con el cumplimiento de su localización de acuerdo a esta norma ambiental y la zona en que se ubica el sitio, alberga los rellenos sanitarios Hasar's - predio con el que colinda y con el vertedero municipal El Taray. El primero es de carácter privado y el segundo propiedad del municipio de Zapopan, por lo que la zona tiene ya vocacionamiento de facto para operar sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.

Actualmente el predio presenta deterioro de la cubierta vegetal y del suelo y es muy evidente, pues la cubierta vegetal que se desarrolla es en su mayoría pastizal; el bosque de pino y roble ha sido prácticamente eliminado. La fertilidad del suelo es baja y sus características físicas limitan cualquier uso, incluso el de agostadero, pues los pastizales no se desarrollan convenientemente para este fin.

Además de realizar un análisis ambiental, se hicieron estudios topográficos, hidrológicos, geohidrológicos, geológicos, geofísicos, de ingeniería y de mecánica de suelos para seleccionar las áreas más propicias que sirvan para el fin perseguido de confinar los residuos sólidos municipales con las mayores ventajas técnicas, económicas, ambientales, operativas y de accesibilidad. Se muestra la siguiente tabla con los parámetros de selección:

CENCEPTOS QUE INFLUYEN EN SELECCIÓN DEL SITIO	OPCIONES			
	Excelente	Buena	Regular	Malo
Vida Útil	3	2	1	0.5
Tierra para cobertura	3	2	1	0.5
Topografía	3	2	1	0.5
Vías de acceso	3	2	1	0.5
Vientos dominantes	3	2	1	0.5
Ubicación del sitio	3	2	1	0.5
Geología	3	2	1	0.5
Geohidrologia	3	2	1	0.5
Hidrología superficial	3	2	1	0.5
Situación del predio	3	2	1	0.5
TOTAL	30	20	10	5

Con los valores presentados en la tabla anterior se construyo la matriz de evaluación en la que se muestra el puntaje total obtenido en el sitio, de acuerdo con los puntos obtenidos por cada uno de los parámetros evaluados, se indica a continuación los resultados.

PARAMETROS DE CALIFICACION DEL SITIO PARA EMPLAZAR EL RELLENO SANITARIO METROPOLITANO PONIENTE "PICACHOS"

PARAMETROS CONSIDERADOS	CLASIFICACION DEL SITIO
Vida útil	2
Materiales de cobertura	1
Topografía	1
Vías de acceso	3
Vientos dominantes	2
Ubicación del sitio	3
Geología	3
Geohidrologia	3
Hidrología superficial	0.5
Situación legal del predio	3
Total	21.5

Como se puede observar, en los resultados obtenidos del sitio tiene una calificación de bueno al situarse entre 20 y 30 puntos.

2.- ESTUDIO DE INCIDENCIA EN EL PAISAJE Y EN EL MEDIO NATURAL.

Con la construcción, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente "Picachos", en sus actividades correspondientes a cada etapa serán generadoras de impactos positivos y/o negativos de la calidad del sitio y su entorno, y estos serán determinados en función a la estructura de los elementos naturales que integran el ecosistema de la zona.

La metodología para identificar las relaciones causa-efecto entre las actividades necesarias para construir y operar el relleno sanitario en el predio Picachos, en el Municipio de Zapopan, Jalisco y los impactos en el ambiente se determino a través de las tablas de identificación y descripción de impactos ambientales con las medidas de mitigación para cada acción o impacto. En estas tablas los impactos son descritos en términos de su magnitud e importancia, entendiendo la magnitud como una medida de su extensión, grado de intensidad o escala de impacto y como importancia se pondera al efecto de acuerdo a lo significativo que es con respecto a determinado factor ambiental en las condiciones específicas del proyecto.

A continuación se presentan las siguiente tablas de identificación y descripción de impactos ambientales con su correspondientes medidas de mitigación para el proyecto del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente "Picachos":

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA	ACTIVIDAD	ELEMENTO SUSCEPTIBLE DE SER IMPACTADO	IMPACTO IDENTIFICADO	CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACION
ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO	Retiro de la cubierta Vegetal	Flora	- Afectación directa a la flora por el retiro permanente de la cubierta vegetal.	- Impacto adverso mayor severo de forma directa, permanente y localizado, contando con medidas de mitigación, con alta probabilidad de ocurrencia.	<p>En la etapa de preparación del sitio se retiraran un total de 617 árboles de las siguientes especies:</p> <ul style="list-style-type: none"> 380 Roble 35 Pinos 10 Malvastes 180 Huizache 10 Nopales <p>Como medidas de mitigación se propone la reforestación en las siguientes áreas:</p> <p>Camino de acceso: se propone la plantación de 1,333 árboles de las siguientes especies (roble-Pino) mediante el método de plantación tres-bojillos con una distancia de 6 m. Sobre el área de servidumbre del camino desde el entronque de la carretera San Cristobal de la Barranca hasta la entrada del predio.</p> <p>Area de reserva: la superficie total del predio son 70-03-80 has. De las cuales 32-00-00 has se destinaran como área de reserva para la reforestación, en la cual se plantaran 8,000 árboles (roble-encino)</p>

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO					
	Fauna	- Pérdida permanente del hábitat de la fauna, así como sitios de anidación.	Impacto adverso mayor severo de forma directa permanente y local.	En esta etapa la fauna será impactada de forma negativa, ya que por las obras de preparación del sitio la fauna será ahuyentada a zonas aledañas, una vez concluida su vida útil y reforestada la zona de reserva podrán volver a incorporarse haciendo sus sitios de anidación.	
Retiro de la cubierta vegetal	Estética	- Afectación directa al paisaje natural del terreno debido al retiro de la cubierta vegetal.	Impacto adverso mayor severo de forma directa, siendo permanente y localizado, alta probabilidad de ocurrencia, no contando con medidas de mitigación.	No existe medida de mitigación, ya que se impermeabilizarán la totalidad de la superficie de 38 ha. Para confinar los residuos sólidos municipales de la zona metropolitana.	
Despalme	Suelo orgánico	- disminución de la calidad del suelo por retiro del suelo orgánico.	Impacto adverso mayor severo de forma directa, siendo este permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia contando con medida de mitigación.	Para evitar las pérdidas, se almacenara en la margen del camino principal al noroeste del predio para después usarse como arroyo en los taludes y en las plataformas finales.	
	Micro-Flora y fauna	- Afectación directa a la microflora y fauna debido a la alteración de su hábitat natural por efecto del retiro del suelo orgánico.	Impacto adverso mayor severo de forma directa, permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	No existe medida de mitigación, ya que se impermeabilizarán la totalidad de la superficie de 38 ha. Para confinar los residuos sólidos municipales de la zona metropolitana.	
	Estética	- Afectación directa al paisaje natural del terreno debido al retiro del suelo orgánico.	Impacto adverso mayor severo de forma directa permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	En esta etapa no cuenta con medidas de mitigación, pero una vez terminada su vida útil del relleno sanitario, se reincorporará a la estética del paisaje natural aminorando el impacto visual.	

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO					
Cortes	Suelo	Afectación directa a la geomorfología natural del terreno.	Impacto adverso mayor directo y permanente, contando con medidas de mitigación y alta probabilidad de ocurrencia.	En esta etapa las medidas de mitigación, no son significativas debido a que las obras están encaminadas únicamente a la preparación del sitio, a través de cortes y nivelaciones.	
		Agua	- Afectación directa al patrón del drenaje natural del escurrimiento debido a los cortes.	Impacto adverso mayor severo de forma directa permanente y con alta probabilidad de ocurrencia.	Se realizarán desviaciones perimetrales de los escurrimientos encausados al arroyo el pedregal a través de cunetas, además se establecieron bermas internas de control de escurrimientos.
		Aire	- Afectación directa a la calidad del aire debido a las partículas suspendidas generadas por las actividades ocasionadas por el movimiento de material. Así como por la generación de gases y ruido, provocados por el movimiento de maquinaria.	Impacto adverso menor de forma directa, temporal, localizado presentando alta probabilidad de ocurrencia contando con medidas de mitigación.	En esta etapa una de las medidas de mitigación que se contempla será por medio del riego para mitigar los efectos de los polvos generados por las actividades propias de la maquinaria utilizada. Los gases, humos, partículas y ruido generadas por la operación de maquinaria pesada y equipo serán mínimos.
Excavaciones	Suelo	Estética	- Afectación directa al paisaje natural del terreno debido a modificación del relieve	Impacto adverso mayor severo de forma directa permanente y localizado	En esta etapa las medidas de mitigación no son significativas ni relevantes debido a que las obras están encaminadas únicamente a la preparación del sitio. Para su impermeabilización posterior.
		- Afectación al suelo, ya que la geomorfología natural del terreno cambiaría, producto de las excavaciones.	Impacto adverso mayor severo de forma directa siendo este permanente y localizado presentando alta probabilidad de ocurrencia.	Esta actividad no cuenta con medidas de mitigación, en cuanto a la afectación de este elemento debido a la pérdida total del suelo por excavaciones.	

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO					
Excavaciones	Agua		- Afectación directa al flujo natural de los escurrimientos superficiales debido a las obras de preparación del sitio.	Impacto adverso moderado de forma directa siendo este permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia y con medidas de mitigación.	Como medidas de mitigación en esta etapa se contempla controlar los escurrimientos mediante el método a base de gravedad desviándolos por medio de cunetas, para posteriormente volverlos a encausar a su curso natural del Arroyo el pedregal.
		Aire	- Afectación directa a la calidad del aire debido a las partículas suspendidas, gases y ruido, ocasionadas por la operación de la maquinaria.	Impacto adverso menor de forma directa siendo este temporal y localizado presentando alta probabilidad de ocurrencia contando con medidas de mitigación.	El impacto en esta etapa es menor de cualquier forma se contemplan medidas de mitigación como por ejemplo: el riego por medio de un camión pipa para anular o mitigar las partículas suspendidas por efecto de la excavación. Y mantenimiento de maquinaria.
		Paisaje	- Afectación directa al paisaje natural del terreno debido a las modificaciones de las topofornes	Impacto adverso mayor severo de forma directa permanente y localizado contando con alta probabilidad de ocurrencia.	Medida de mitigación secundaria se contempla una vez concluidas las obras y la nivelación de taludes una reforestación como medida para aminorar los efectos ocasionados por las excavaciones y al mismo tiempo el impacto visual.
Prestamos	Aire	- Afectación directa a la calidad del aire debido a las partículas suspendidas, ruido y gases generados por la operación de la maquinaria.	Impacto adverso menor de forma directa temporal y localizado contando con alta probabilidad de ocurrencia y contando con medidas de mitigación.	Las emisiones generadas de polvo y ruido durante las actividades de carga y traslado no representan factores en los que deba hacer mucho énfasis debido a que el grado de afectación es mínimo. los vehículos contarán con lonas.	

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO					
Plataformas	Suelo	- Afectación directa a la geomorfología del terreno	Impacto adverso mayor severo de forma directa, permanente y localizado presentando alta probabilidad de ocurrencia contando con medidas mitigación.	En esta etapa las medidas de mitigación no son significativas debido a que las obras están encaminadas únicamente a la preparación del sitio.	
		Agua	- Afectación directa al flujo natural de los escurrimientos superficiales debido a las obras de preparación del sitio.	Impacto adverso menor de forma directa permanente, localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia, contando con medidas de mitigación.	En esta etapa de preparación de la plataforma, los escurrimientos de las aguas pluviales serán controlados por un sistema de drenaje, el cual consiste en la construcción de cunetas perimetrales para encausar su escurrimiento aguas abajo. Para posteriormente encausarlo al arroyo el pedregal.
	Aire	- Afectación directa a la calidad del aire debido a las partículas suspendidas, ruidos y gases ocasionados por la operación de la maquinaria.	Impacto adverso menor de forma directa siendo este temporal y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia, contando con medidas de mitigación.	Las medidas de mitigación que se realizarán en esta etapa serán riegos continuos a través de pipas de agua con el fin de reducir los polvos generados por las actividades propias de la maquinaria utilizada.	
	Paisaje	- Afectación directa al paisaje natural del terreno debido a las modificaciones de las topografías.	Impacto adverso mayor severo de forma directa siendo esta permanente y localizado, contando con medidas de mitigación.	Las medidas de mitigación no son significativas, ni relevantes debido a que las obras están encaminadas únicamente a la preparación del sitio.	
Conformación y compactación	Aire	- Afectación directa a la calidad del debido a las partículas suspendidas ocasionadas por las obras de preparación del sitio.	Impacto adverso menor de forma directa siendo este temporal y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia, contando con medidas de mitigación.	Las medidas de mitigación que se realizarán en esta etapa serán riegos continuos a través de pipas de agua con el fin de reducir los polvos generados por las actividades propias de la maquinaria utilizada.	

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

ETAPA DE CONSTRUCCION						
Construcción de cunetas perimetrales para aguas pluviales	Agua	Impacto compatible debido a que controlan los escurrimientos superficiales, así como la prevención de su contaminación.	Impacto compatible de forma directa siendo este permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	Las medidas de mitigación son la de construcción e instalación de cunetas que servirán para controlar los escurrimientos de las aguas pluviales para evitar su contaminación con los lixiviados generados por los residuos sólidos.		
Construcción de sistema de drenaje interno de lixiviados y fosas de almacenamiento	Agua	- Impacto benéfico compatible debido a que controlan los lixiviados y los conduce a las fosas de almacenamiento. Para posterior recirculado.	Impacto benéfico mayor compatible de forma directa siendo este permanente y localizado, presentando alta probabilidad contando con medidas de mitigación.	El sistema de drenaje interno de lixiviados es con la finalidad de conducir todos los lixiviados generados a través del relleno hacia una fosa de almacenamiento donde serán captados y a su vez podrán ser neutralizados y/o recirculados, evitando de este modo la posible contaminación de las aguas.		
Pozos del biogas	Aire	Es un impacto benéfico compatible, ya que minimizan los efectos del biogas, eliminando riesgos en el relleno.	Impacto benéfico mayor compatible de forma directa, siendo este permanente y localizado, contando con medidas de mitigación y alta probabilidad de ocurrencia.	La colocación estratégica de ductos de biogas es con la finalidad de poder captar los gases generados por la descomposición natural de los residuos sólidos es para poder conducirlos hacia el exterior evitando con esto explosiones o incendios dentro del relleno sanitario debido a la acumulación de gases.		
Construcción de pozos de monitoreo de biogas.	Aire	Es un impacto benéfico compatible directo, ya que ayuda a cuantificar el volumen, presión, flujo y temperatura del biogas y tomar las medidas adecuadas para reducir riesgos.	Impacto benéfico mayor de forma directa, siendo este permanente y localizado, contando con medidas de mitigación y alto grado de ocurrencia.	La instalación de dispositivos en los pozos de extracción de biogas es con la finalidad de monitorear el flujo, temperatura, composición y volumen del biogas, para determinar de inmediato cualquier posible contaminación o riesgo.		

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES		Construcción de instalaciones u obras auxiliares	
Suelo	- Afectación directa al suelo debido a la modificación que tendrá el relieve natural del terreno ocasionado por las obras de excavación, extracción, construcción y compactación, afectando la geomorfología del terreno.	Impacto adverso mayor severo de forma directa, permanente y localizado presentando alta probabilidad de ocurrencia.	No cuenta con medidas de mitigación dada la naturaleza de la actividad que lo genera. Como una medida de mitigación secundaria se contempla la reforestación y plantación de vegetación característica de la zona en el perímetro y área de protección y la destinada a conservación natural.
Agua	- Afectación directa al agua ya que modificara el patrón de drenaje y los escurrimientos superficiales.	Impacto adverso menor de forma directa permanente y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	Aunque el impacto es menor se contempla la instalación de cunetas para desviar y encausar de nuevo los escurrimientos naturales.
Aire	- Afectación directa a la calidad del aire por las partículas suspendidas, gases, ruido y vibraciones ocasionadas por la maquinaria utilizada.	Impacto adverso menor de forma directa temporal y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia, contando con medidas de mitigación.	Los polvos generados durante esta etapa se mitigaran por medio de riegos periódicos mediante un camión pipa minimizando con esto los polvos. Se darán mantenimiento a la maquinaria utilizada.
Flora	- Pérdida permanente de la cubierta vegetal ocasionando la destrucción de la microflora, generando una barrera física.	Impacto adverso mayor severo de forma directa siendo este permanente y localizado, contando con medidas de mitigación.	La mitigación en esta etapa es en cuanto a los arreglos de jardinería proyectados acorde al diseño y barrera de protección y área de conservación natural.
Fauna	- Pérdida permanente del hábitat de la fauna, así como sitios de anidación. Generando una barrera física.	Impacto adverso menor de forma directa, siendo este permanente y localizado, contando con medidas de mitigación.	Cuenta con medidas de mitigación secundaria introduciendo mayor masa forestal en la zona para restaurar el hábitat natural.

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

CONSTRUCCION					
Construcción de instalaciones u obras auxiliares	Paisaje		- Afectación directa al paisaje, modificando el relieve natural del terreno debido a las obras de construcción.	Impacto adverso mayor severo de forma directa, siendo este permanente y localizado, no contando con medidas de mitigación.	No cuenta con medidas de mitigación en esta etapa, pero el paisaje se mitigará con las obras de restauración que serán ejecutadas en su conjunto durante y al finalizar la vida útil del proyecto reintegrándolo al paisaje natural.
		Económico	Se contempla la generación de empleos considerándose este como un impacto benéfico.	Impacto benéfico mayor de forma directa, temporal y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	Se generan empleos directos e indirectos.
	Impermeabilización	Suelo	- Afectación directa al drenaje subterráneo del subsuelo debido a la pérdida de capacidad de infiltración por la instalación de la geomembrana.	Impacto adverso mayor de forma directa y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia.	No cuenta con medidas de mitigación ya que es una actividad, compatible y benéfica ya que previene la contaminación del suelo y aguas subterráneas, mediante la impermeabilización con geomembrana.
	Agua	- Impacto benéfico compatible ya que impide la infiltración de lixiviados evitando la contaminación de los mantos freáticos y acuíferos.	Impacto benéfico mayor de forma directa siendo permanente y localizado.	La medida de mitigación es la impermeabilización, ya que evita la contaminación de los mantos freáticos y acuíferos por los lixiviados.	
	Paisaje	- Afectación directa al paisaje natural del terreno por la instalación de la geomembrana.	Impacto adverso moderado de forma directa, siendo este permanente y localizado, contando con medidas de mitigación.	Las medidas de mitigación en esta etapa son la reforestación para aminorar el impacto visual del paisaje natural, en el perímetro y en el entorno del relleno.	

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

OPERACIÓN		Disposición final y construcción de celdas.
Agua		- Afectación directa a la calidad del aire debido a las partículas suspendidas, generadas por los residuos sólidos.
		Impacto adverso mayor severo de forma directa. Siendo este temporal y localizado, presentando alta probabilidad de ocurrencia, contando con medida de mitigación.
Paisaje		- Afectación directa a la calidad del agua fluvial debido al contacto con los residuos sólidos.
		Impacto adverso mayor severo, de forma directa, siendo este permanente y localizado, con medidas de mitigación y presenta alta probabilidad de ocurrencia.
		Como medidas de mitigación se ejecutarán la compactación de los residuos sólidos, así como su cobertura con material geológico de la zona, mitigando con estos olores, gases y dispersión de residuos y partículas.
		Como medidas de mitigación se prevé la instalación de un dren perimetral con el objeto de canalizar los escurrimientos aguas abajo, siguiendo su cauce natural. En cuanto a los escurrimientos superficiales en el interior del predio se controlaran los escurrimientos por el método de gravedad, conduciéndolos a estos a una pendiente dominante, la cual esta conectada hacia fuera del predio para luego seguir su cauce natural. En cuanto al agua infiltrada estas serán captadas por los drenes de colección de lixiviados instalados para luego conducirlos hacia unas fosas de almacenamiento.
		Las medidas de mitigación en esta etapa son la reforestación para aminorar el impacto visual del paisaje natural.

Tablas de identificación y descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación correspondientes.

OPERACIÓN		CONTROL AMBIENTAL Y ETAPA DE ABANDONO	
Empuje, compactación y cobertura de residuos.	Aire	- Impacto benéfico compatible debido a la compactación y cobertura de los residuos sólidos que evita la propagación de las partículas suspendidas y fauna nociva debido a la colocación del material de cobertura diariamente.	Impacto benéfico mayor directo, permanente contando con medidas de mitigación y presentando alta probabilidad de ocurrencia.
Conformación y estabilización de taludes	Paisaje	Impacto benéfico compatible debido a la conformación de taludes.	Impacto benéfico mayor directo permanente y presenta alta probabilidad de ocurrencia.
Mantenimiento, monitoreo y control de contaminantes	Aire	Es un impacto benéfico y compatible; debido a las obras de mantenimiento y control de contaminantes que se ejecutarán.	Impacto benéfico mayor compatible, directo permanente, contando con medidas de mitigación y una alta probabilidad de ocurrencia.
			En esta etapa las medidas de mitigación son compatibles de fauna nociva, la disminución de los olores de los gases generados por la biodegradación de los residuos. Por otro lado se evita el desgajamiento del material confinado debido a la compactación de las celdas diarias reforzado por el material de cobertura.
			En esta etapa las medidas de mitigación son compatibles debido a que estas acciones ayudan a minimizar el contraste violento con su entorno, integrándolo al paisaje natural, mejorando su impacto visual.
			En esta etapa el mantenimiento, se considera como una medida de mitigación permanente dada la naturaleza de los contaminantes. Para tal efecto se dispone de toda infraestructura diseñada para la supervisión y control de estos. Se dispondrá de una cuadrilla de vigilancia permanente durante las 24 hrs. Con el objeto de monitorear y mantener un buen estado y funcionamiento de los equipos y obras, usados para el control de los contaminantes. Por lo que se verán disminuidos notablemente olores, gases, lixiviados, partículas suspendidas, fauna nociva del área impactada.

3.- ESTUDIO Y PREVISIONES DE SOLUCION PARA LAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS.

a) ACCESOS.

Acceso carretera: Tesistan a San Cristobal de La Barranca Km. 15.8. el acceso principal de los vehículos recolectores de residuos sólidos domiciliarios y/o góndolas de transferencia se realizara en el sentido Sur-Norte. Por lo cual se desarrollo un proyecto ejecutivo para el entronque y carriles de desaceleramiento con su respectivo estudio de impacto vial, en los cuales se establecen las condiciones de operación con sus correspondientes medidas de seguridad (se anexan proyecto y estudio).

Acceso principal al relleno sanitario: El camino de acceso al relleno, a partir del entronque con la carretera a San Cristobal de la barranca, consiste en un camino pavimentado con roca basáltica y cuenta con una longitud del cadenamiento 0+000 a 2.+340 m. con una superficie de 18,720 m². Careciendo de cunetas para el desvío de aguas pluviales, encontrándose en condiciones deficientes de vialidad, por lo cual requerirá de un acondicionamiento de base compactada y una carpeta asfáltica, para lo anterior se desarrollan las siguientes acciones:

- Ancho del camino: 8.0 m
- Superficie de rodamiento: revestida con 20 cm de material friccionante.
- Asfalto con mezcla de 8 cm de espesor.
- Cunetas de concreto, en ambos costados con un espesor de 8 cm. F'c= 150 kg/cm².

Sobre este camino se tiene contemplado ubicar lavaderos para el desagüe en los puntos donde se requieran.

Además resulta indispensable la construcción de un puente sobre el arroyo Milpillas ubicado a 240 m. Del entronque con la carretera a San Cristobal de la Barranca donde actualmente existen 2, los cuales no reúnen las especificaciones técnicas de construcción, lo que los hace vulnerables a siniestros (ver detalles del puente).

El puente propuesto se ubicará en el cadenamiento 0+240, ver los detalles constructivos de estas obras.

Caminos principales del relleno

Para cumplir con las condiciones de operación que requiere un relleno sanitario en cuanto a vialidades, a continuación se describirán los caminos internos de operación, los cuales cumplirán la función de permitir una transitabilidad en cualquier época del año.

Diseño de caminos internos

Los caminos dentro de un relleno sanitario se definen como principal e internos, el principal aquel que permanece durante toda la vida útil del relleno sanitario, se conforma habitualmente de forma, perimetral por su parte los internos son de forma temporal y se van conformando según avanza la operación del relleno Sanitario.

El camino principal permitirá el ingreso de vehículos de manera permanente tanto a las áreas de disposición final, como para dar mantenimiento al relleno, los caminos internos son los que dan acceso al frente de trabajo conforme avanza la operación.

El camino principal será construido con base en una mezcla de material arenoso arcilloso con un ancho que variara de 9.0 m. A 8.0 m. Con una longitud de 5,020 Ml. esto es en algunos tramos del camino principal serán sobre las bermas de un nivel del relleno debido a la topografía del sitio, ver plano.

Pero el acceso del camino principal a los niveles superiores del relleno, se establecerán rampas permanentes de acceso con los materiales antes mencionados.

Caminos internos de operación

Los caminos internos para operación, han sido programados a construirse por fases, de acuerdo con los avances programados para la construcción del relleno sanitario. Estas vialidades, aunque su utilidad es temporal, debe tomarse en cuenta que al construirse garanticen la transitabilidad de los vehículos recolectores en el relleno sanitario en cualquier época del año; esto es; tanto en época seca como en temporada lluviosa.

b) ESTACIONAMIENTO.

El estacionamiento vehicular para el Relleno Sanitario Metropolitano Poniente se ubicará dentro de las instalaciones de cobertizo y taller, con una superficie de 160 m². Que dará servicio a 10 cajones para automóviles y el resto de área verde, dará servicio a los vehículos que emplean los funcionarios y el personal técnico y operativo, así como de proveedores y particulares ver detalles en plano.

c) ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Ya que la zona no cuenta con el servicio de agua potable, esta será abastecida a través de camiones pipa de 15,000 lts. Almacenándola en una cisterna con capacidad de 100,000 lts. La cual abastecerá los servicios de oficinas, sanitarios, talleres, jardinería, y para algún eventual incendio. (ver detalles en plano). Para el agua de consumo humano, esta será abastecida a través de garrafones de 19 lts. De marca comercial.

d) ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

El procedimiento para el confinamiento de los residuos sólidos municipales provenientes de los municipios de Guadalajara y Zapopan será el que se describe a continuación:

1. Al llegar un vehículo recolector del municipio o particular al relleno sanitario, se detendrá frente a la caseta de control y vigilancia para que la persona destinada a la tarea de inspeccionar vehículos, personas y residuos que entran al confinamiento realice sus funciones. Posteriormente, el vehículo pasará a la báscula en donde el pesador tomará el registro del peso del camión con residuos.

Enseguida el vehículo pasará al frente de trabajo, en donde, el controlador del frente de trabajo le indicará el lugar donde deban descargarse los residuos. Después de la descarga de los residuos el vehículo se retirará del frente de trabajo para dar oportunidad a que la maquinaria empleada realice las funciones de bandeo y compactación. La compactación de los residuos para lograr el peso volumétrico pretendido se alcanzará dando de tres a cinco pasadas de la maquinaria, sobre los residuos.

Se considera de suma importancia en la conformación de la celda diaria respetar las siguientes recomendaciones:

- El número máximo de vehículos que podrán descargar sus residuos a la vez en el frente de trabajo, será igual a 17.
- Para el bandeo de los residuos, la maquinaria empleada los extenderá formando una capa de un espesor máximo aproximado de 0.60 m. Posteriormente, los compactará realizando cuatro pasadas como mínimo por cada bandeo, las cuales, puede ser; dos en un sentido y las otras dos en un sentido transversal.

Los vehículos recolectores jamás deberán permanecer en el frente de trabajo más tiempo el que requieran para realizar las labores relacionadas con la descarga de residuos. La maquinaria por su parte, realizará la conformación de la celda diaria por etapas, es decir, permitirá la descarga de residuos por parte de un determinado número de unidades recolectoras, considerando que el volumen de residuos sea el suficiente para realizar el bandeo y compactación de cuando menos dos capas de 0.60 m cada una, para un área igual a la considerada en el diseño de celdas para ese entonces.

Los residuos sólidos generados por el personal operativo y administrativo del relleno sanitario serán depositados temporalmente en tambos de 200 lts. Debidamente rotulados para su identificación, los cuales posteriormente serán trasladados y confinados en las celdas del relleno sanitario.

Los residuos peligrosos generados en el mantenimiento de la maquinaria pesada y vehículos utilizados en la operación del relleno Sanitario serán almacenados temporalmente en tambores especiales para tal fin de acuerdo a las normas ambientales aplicables, mismos que serán retirados del sitio por una empresa autorizada para el manejo de este tipo de residuos.

e) SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Dentro de la planeación operativa del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente en su primer etapa se tiene contemplada la instalación de ciertos elementos electromecánicos; como son: un compresor, equipo de bombeo, básculas electrónicas, eliminadora, instalaciones eléctricas, etc.

Por lo anterior, se considera necesario dotar al relleno sanitario de energía eléctrica. Dicho suministro considera la introducción de corriente trifásica en alta (220 V) en una longitud de la instalación de la red de 2 km. aproximadamente, a partir del entronque con la carretera a San Cristóbal y el camino de acceso, la instalación de energía comprende la colocación de 4 transformadores de 15 Kva., misma que alimentará a la acometida ubicada dentro de las instalaciones de lo que será el cobertizo, donde posteriormente será distribuidas a las zonas administrativas, así como continuar para el alumbrado instalado a lo largo del camino principal del relleno, este se establecerá a través de poste de concreto con especificaciones JG-200-03 C.F.E. que se colocaran a cada 50 m. con lámparas de vapor de sodio VEC-OV-15-sodio 250 watts.

f) ESTUDIO DE IMPACTO VIAL.

INTRODUCCION

La Ingeniería de Transito ha sido definida como "La rama de la ingeniería relacionada con la planeación, proyecto geométrico y la operación vehicular por calles y carreteras, terminales, colindancias y correspondencias mediante transporte, con el fin de lograr la seguridad, eficiencia y movimiento adecuado de peatones y vehículos.

MARCO TEORICO

FASES DE LA INGENIERIA DE TRANSITO Y DE TRANSPORTE

Estudios de las características del tránsito

Dentro de éstos se encuentran todos los métodos existentes que tienden a la determinación de las características del flujo vehicular, de los conductores, de los peatones y del vehículo.

Se incluyen como los más comunes:

1. El conductor.
2. El vehículo.
3. Velocidad, tiempos de recorrido y demoras.
4. Volúmenes de tránsito.
5. Origen y destino.
6. Capacidad.
7. Estacionamiento.
8. Accidentes.
9. Transporte público.

Operación del tránsito

En este renglón se incluyen todas las medidas de regulación. Las leyes y ordenanzas para el conductor, el vehículo, el peatón y la operación del tránsito. abarcan, entre los aspectos más importantes, el control de intersecciones zonificación de velocidades, sentido de circulación y control de estacionamiento.

Los dispositivos de control contienen: el proyecto, instalación, operación y mantenimiento de semáforos; señales, marcas sobre el pavimento y todo tipo de mecanismos para encauzar debidamente el flujo vehicular en situaciones especiales. Antes de cualquier medida regulatoria, será necesario realizar las investigaciones y análisis pertinentes de las características imperantes, las ventajas y desventajas que reportará la implementación de una medida determinada.

Planeación

Esta fase comprende: la planeación de nuevas construcciones y el mejoramiento de las existentes, con el fin de satisfacer una necesidad producida por la falta de seguridad y eficiencia. Para esto será necesario el análisis de las características de los tiempos de recorrido tanto del vehículo privado como del transporte público; estudios de transporte, las técnicas básicas para investigación y evoluciones en la planeación de transporte.

Proyecto geométrico

Se incluyen entre los más importantes aspectos: el diseño de arteria urbanas, carreteras, proyecto de intersecciones, estacionamiento y ampliación o mejoramiento de facilidades existentes.

FISONOMIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

Administración

El ingeniero de Transportes debe tener conocimientos generales de Administración y Derecho, con el fin de interpretar y hacer cumplir los reglamentos de tránsito.

Pasos a seguir en todo proyecto de transportes

Dado un problema de Ingeniería de Tránsito y Transportes que requiera la atención de los responsables de la seguridad, confort y comodidad de los usuarios de las calles y carreteras, se deberán seguir los siguientes pasos, a fin de solucionar dicho problema:

1. Identificación del problema (antecedentes).
2. Recopilación de la información necesaria de acuerdo al tipo de problema.
3. Análisis de la información.
4. Proposición de alternativas de solución.

5. Selección de alternativas de acuerdo a las ventajas o desventajas técnicas, de operación y económicas que presenten cada una de ellas.

6. Conclusiones y recomendaciones.

Este es un formato que permite una secuencia ordenada de actividades, para la solución de cualquier problema que se presente.

EL USUARIO

Todos aquellos que hacen uso de las facilidades proporcionadas por la Ingeniería de Tránsito y de Transportes, ellos son el conductor y el peatón. Estos, constituyen uno de los tres elementos en Ingeniería de Tránsito y de Transportes. Los otros son el vehículo y el camino.

EL CONDUCTOR

Características fundamentales

Los accidentes de tránsito son provocados en su generalidad, por deficiencias del elemento humano. Las deficiencias físicas sin embargo, sólo influyen en un pequeño porcentaje, ya que éstas pueden ser superadas si el individuo guarda una mayor precaución.

Reacción a estímulos externos.

percepción - identificación - juicio - reacción

La percepción se refiere a la observación del estímulo en conjunto con los otros objetos visualizados.

La identificación es el acto de unificar o entender el estímulo.

El juicio o emoción, es el acto de analizar el objeto identificado y emitir una decisión, la cual debe ser ejecutada (detenerse, tocar el claxon, incorporarse a una corriente de tránsito, etcétera).

La reacción comprende la ejecución de la determinación tomada, mediante movimientos coordinados.

Factores visuales que influyen en la percepción e identificación

Agudeza visual

Se refiere a la mayor o menor claridad de visibilidad. Su importancia radica en la disponibilidad de dar al conductor información más rápida acerca de los objetos percibidos y de los mensajes de los dispositivos para el control del tránsito. La agudeza visual tiene un campo dentro del cual varía su intensidad.

FISIONOMIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

También se debe incluir en todo proyecto la agudeza visual dinámica, que es la habilidad para ver y percibir estímulos dentro de un campo en movimiento; la percepción profunda, la visión nocturna y la recuperación al deslumbramiento.

Visión periferal

Concepto que se refiere al campo de visión del individuo, dentro del cual puede percibir objetos, sin precisión de detalles o color.

Profundidad de la percepción

Factor de la visión que está relacionado con la habilidad para estimar distancias y velocidades. Este factor permite establecer las distancias de visibilidad de rebase y de frenado y la falta de habilidad en esta característica está reflejada por la frecuencia de colisiones traseras en caminos de alta velocidad.

Deslumbramiento y recuperación

La edad del individuo es un factor que afecta grandemente estas características. Se ha determinado que existe un cambio marcado de sensibilidad al deslumbramiento a la edad de 40 años. En términos generales, la gente de mayor edad presenta más pobre visión nocturna.

Propósito y tipo

Los vehículos tienen una amplia variación tanto en forma como en características y propósitos para lo que fueron diseñados. Sin embargo, es necesario estandarizar los vehículos en tipos para considerarlos como vehículos de proyecto. Un vehículo de proyecto es un vehículo de motor seleccionado de un determinado tipo, cuyo peso, dimensiones y características de operación son usados para establecer los controles de diseño de las calles y carreteras para dar acomodo a éstos.

Las dimensiones y radios de giro de un vehículo de proyecto determinado, son los controles que establecen los radios y anchura en las intersecciones. En las arterias urbanas, existen todo tipo de vehículos y es necesario fijar la frecuencia de ellos en las diferentes arterias, para que las diversas intersecciones que son usadas para vuelta, tengan las características geométricas adecuadas para los vehículos que las circulan.

Radios de giro

Estos variarán de acuerdo a la velocidad de proyecto considerada y principalmente se presentan dos casos. Uno es cuando la velocidad en la intersección es menor a 15 kilómetros por hora y otro, para velocidades altas (mayores a 0.7 de la velocidad de proyecto).

En el primer caso, el radio de la vuelta está controlado por el radio de giro mínimo del vehículo de proyecto. En la siguiente tabla se presentan los valores mínimos adoptados para vueltas a 90 grados.

Vehículo de proyecto	De-355	De-610	De-1220	De-1525
Radio de giro mínimo	7.31	12.8	12.19	13.71
Radio mínimo del borde	9.14	15.24	*	*
Desplazamiento de la huella	0.82	1.55		

Los vehículos al dar vuelta, tienden a derrapar hacia la parte externa de la curva, acentuándose esto a velocidades altas. Para efectos de proyecto, se ha tomado como ángulo de deslizamiento un valor igual a tres grados. A dicho deslizamiento se debe el que la anchura del pavimento en curvas sea mayor.

El valor μ , coeficiente de fricción total lateral varía según la curva corresponda a una intersección o a un camino abierto. El usuario acepta valores de coeficientes de fricción lateral mayores en intersecciones, que en caminos abiertos.

Aceleración

Esta característica de operación es usada para la determinación de:

1. El tiempo necesario para cruzar una intersección partiendo de la posición de alto.
2. La distancia requerida para rebasar a un vehículo.
3. La separación entre vehículos.

Los automóviles tienen una razón de aceleración comprendida entre 6.4 y 9.6 kilómetros por hora por segundo, es decir, 1.8 a 2.7 metros por segundo, cada segundo.

La razón de la aceleración es mayor a bajas velocidades siendo mínima a altas velocidades (mayores a 30 kilómetros por hora). Los valores asentados con anterioridad, corresponden a automóviles circulando a bajas velocidades.

A determinar la razón de variación de la aceleración de Estudios realizados para ser arrojado un valor de 4.0 kilómetros ración en automóviles normales, han comprendidas entre 30 y 55 kilómetros por hora, decreciendo dicho valor a 3.2 kilómetros por hora por hora por segundo, para velocidad por segundo, para una velocidad de 105 kilómetros por hora de acuerdo a la fricción longitudinal que exista.

Frenado

Esta operación varia de entre las llantas y el pavimento y de la habilidad que se tenga para frenar el vehículo. Como características principales del frenado pueden ser enunciadas las siguientes:

1. La aceleración o frenado no puede exceder los valores que el pavimento permite, pues más allá de éstos, sobrevendrá el derrapamiento de las llantas, al sobrepasar la resistencia a la fricción.

2. Un vehículo que se desliza sin aplicar los frenos ni el acelerador, ir reduciendo su velocidad exclusivamente por la fuerza tractiva, la cual está compuesta por tres tipos de resistencia:

La resistencia a la rodadura, la resistencia al avance (la fricción entre las llantas, el pavimento, la inherente fricción del vehículo), y la resistencia del aire.

3. La resistencia de la m quina (cuando el motor está engranado a una velocidad), es otra resistencia que hace que un vehículo tienda a desacelerar. Investigaciones hechas para determinar el efecto de las resistencias tractivas y del motor, sin aplicar frenos, han arrojado valores de 0.98 a 0.40 metros por segundo, para velocidades comprendidas entre 110 y 30 kilómetros Por hora.

4. Si los frenos son aplicados súbitamente, las llantas quedarán inmovilizadas y el derrape. Las marcas dejadas sobre el pavimento permitirán conocer la velocidad con que circulaba el vehículo al comenzar el derrapamiento. La distancia de frenado a distancia de derrapamiento puede ser calculada, despreciando las resistencias tractivas y del motor, por medio de las siguientes fórmulas.

Carreteras en pendiente

Si el derrapamiento ocurre en carreteras que se encuentran construidas sobre terrenos en pendiente, la distancia variar de acuerdo a la pendiente. Es decir, en caminos descendentes la distancia de derrapamiento será mayor que la normal y en cambio en caminos ascendentes la distancia será menor.

EL CAMINO: SU PROYECTO GEOMETRICO

Forman parte del proyecto geométrico de los carriles de aceleración y desaceleración, todos los recursos visibles de ellas, influyendo en su diseño: el alineamiento vertical, el alineamiento horizontal, diferentes elementos de la sección transversal, la distancia de visibilidad de rebase y las intersecciones.

Tres factores principales son los que nos dar n las características geométricas del enfoque y carriles en ambos márgenes a fin de que brinde seguridad, eficiencia y economía, siendo éstos: volúmenes de tránsito, composición vehicular y la velocidad.

Consideraciones para el proyecto

1. Todo proyecto debe estar de acuerdo con los volúmenes de tránsito que se esperan al final de la vida útil del entronque, y con las características de los vehículos que usarán la vía en proyecto.

2. Los diferentes elementos que formarán parte del proyecto deberán ser de tal manera que inspiren confianza para su uso.

3. Proyectarse en forma tal que no presenten cambios bruscos en su alineamiento tanto horizontal como vertical.

4. Debe incluir dentro de los elementos visibles del camino, los dispositivos de control necesarios para regular el tránsito, señalamiento, marcas sobre el pavimento, e iluminación adecuada.

5. Deberá realizarse un estudio económico que haga ver las ventajas sobre otras alternativas, tanto en su costo inicial, como en su mantenimiento.

Clasificación de vialidades urbanas

Elementos básicos de proyecto

Se refieren principalmente a los elementos que determinan la magnitud del entronque los volúmenes de tránsito, la composición vehicular (tractocamiones, compactadores), la velocidad de proyecto, y si se requiere o no control de accesos.

Estos datos permiten decidir cuando los carriles deben ser con características geométricas muy rígidas, por los fuertes volúmenes vehiculares que se esperan, o velocidades de operación,

Existen otros elementos que influyen en el proyecto, tales como la topografía, características físicas y económicas, etcétera, éstos se reflejan en lo mencionado anteriormente.

Volúmenes de tránsito

Es el elemento principal para la elaboración de un proyecto adecuado y requiere de información presente, tendencias de expansión vehicular y de volúmenes futuros.

Los volúmenes generalmente empleados son el Volumen Diario Promedio Anual (VDPA), tanto presentes como futuros y para efectos de diseño, el Volumen Horario de Proyecto; este reviste la particularidad de que es el volumen que servirá para determinar las características geométricas que deberá tener el proyecto en cuestión.

Lo anterior, implica, que obtenido el Volumen Diario Promedio Anual (en ambos sentidos del tránsito) futuro para el año en que se proyecta la obra y convertido a volumen horario, se afecte este valor por un factor llamado factor de distribución direccional, el cual estará expresado como el porcentaje mayor de ambos sentidos del tránsito, con relación al volumen total por hora, durante las 24 horas del día.

Los volúmenes se expresan generalmente como tránsito mixto, es decir incluyendo tanto los automóviles, como los autobuses y los camiones.

Este tránsito será diferente al real debido a que los vehículos pesados tendrán una equivalencia en automóviles de acuerdo a sus características de operación y a las características topográficas del camino.

Composición vehicular

Describe la proporción de los diferentes tipos de vehículos que integran el volumen total mixto (automóviles, tractocamiones, etc.).

Velocidad de proyecto

Es un elemento primario en la elaboración de un proyecto, en el que conjuntamente con el volumen horario de proyecto y el porcentaje de camiones servirán para determinar el tipo de operación y las velocidades que serán esperadas en los carriles del proyecto.

Control de accesos

Describe el grado de interferencias del camino en proyecto, o la restricción a la libertad de movimientos.

Vehículo de proyecto

El vehículo de proyecto es el que servir para determinar las características geométricas de un elemento vial. Por tal motivo, se presentan los datos más importantes de los vehículos más comunes.

Elementos de la sección transversal del camino

El proyecto de los diferentes elementos que componen la sección transversal de los carriles estarán determinados por el uso a que serán destinados. que soportan grandes flujos de tránsito necesariamente deber n tener características tales como: mayor número de carriles, pendientes y curvas más suaves, etcétera, que aquéllos en los que el flujo vehicular es menor y las velocidades de proyecto más bajas.

La sección transversal del camino está compuesta por diferentes elementos que conjuntamente forman el Derecho de Vía. Estos elementos son entre otros: el camino propiamente dicho con su superficie de rodamiento, anchura y número de carriles por sentido del tránsito; elementos adyacentes como son los acotamientos, banquetas, guarniciones, cunetas centrales o laterales y otros.

Superficie de rodamiento

Obvio resulta, el mencionar que en carriles con altos volúmenes de tránsito necesitan superficies de rodamiento uniformes y con mejores materiales y acabados. Esto es debido fundamentalmente a que pavimentos más rugosos tienden a disminuir la velocidad de operación de los vehículos. Una superficie uniforme permite que exista poca resistencia de fricción al agua superficial y que por lo tanto sea eliminada fácilmente aún con pendientes transversales mínimas. En cambio, superficies rugosas necesitan una mayor pendiente transversal con el fin de que dicha agua sea drenada.

Los pavimentos claros, ofrecen mayor visibilidad durante la noche, por poseer mejores características reflejantes y proporcionan un mayor contraste con obstáculos u objetos sobre el camino.

Para una circulación segura los acotamientos serán de un color contrastante con la superficie de rodamiento. Igual procedimiento podría aplicarse en ramales de entrada o salida en una intersección.

Anchura de carriles

Estos deben ser de dimensiones tales que no afecten la capacidad de los carriles, la cual ser definida posteriormente. La anchura generalmente reconocida como ideal es la de 3.65 metros, existen carriles con dimensiones menores o mayores a 3.65 metros, pero tienden a causar inconveniencias en la operación vehicular.

Cuando los carriles de circulación son menores al ideal establecido, existe un decremento de la capacidad de la vía. Esto naturalmente es debido a que al sentirse el conductor con restricciones por estrechez del camino, tiende a disminuir su velocidad.

Por otro lado, cuando los carriles de circulación son mayores, existe la tendencia a tomar el camino como si fuera de carriles múltiples, haciendo la operación más forzada y con peligros a colisiones.

Las anchuras de carril generalmente empleadas son: 3.05, 3.20, 3.35, 3.50, y la ideal de 3.65 metros.

Pendiente transversal (bombeo)

Se caracteriza por tener un punto de altura máximo que corresponde al centro del camino (de dos carriles o de carriles múltiples, con circulación en ambos sentidos), a partir del cual corren pendientes descendentes hacia las orillas del camino, con el objeto de facilitar el drenaje del agua superficial. La pendiente transversal puede ser una sección plana o curva, o una combinación de ambas. Cuando la pendiente transversal es curva, generalmente es de forma parabólica.

Cuando se trata de caminos divididos, cada uno de ellos puede ser tratado como si fuera un camino con doble sentido de tránsito

La pendiente transversal del camino reviste suma importancia sobre todo cuando el alineamiento horizontal del camino está formado por tal manera que permita la circulación de los vehículos a una velocidad determinada. Por lo tanto, la pendiente transversal del camino variar desde un mínimo que permita escurrir el agua superficial hacia las orillas y que corresponder a alineamientos rectos, hasta un valor determinado que corresponda a una velocidad de proyecto, de acuerdo con las características geométricas de la curva.

En este último caso, la pendiente transversal del camino, tendrá una sola inclinación. Para estas últimas condiciones, el bombeo cambiar de nombre para ser llamado sobreelevación y permitir contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de los vehículos.

Hablando del bombeo natural de un camino de carriles, múltiples deberá tenerse la precaución de que cada carril sucesivo que se aleja del parteaguas o eje del camino tenga una pendiente incrementada con respecto al carril anterior. Así, el carril adyacente al eje del camino debe contar con el bombeo mínimo aceptable, y las que siguen hacia la orilla deben de tener un valor incrementado en 0.5% con respecto al anterior.

La pendiente transversal normal varía desde un mínimo de 1.0% para pavimentos de excelente calidad, a un 2.0%.

Acotamientos

Los acotamientos son elementos de la sección transversal que indirectamente hacen que se eleve la capacidad del camino. Son auxiliares valiosos para el caso de paradas de emergencia, y como soporte del cuerpo de la superficie de rodamiento.

Varían de un mínimo de 1.20 metros, a un valor deseable de 3.65 metros cuando el camino soporta grandes volúmenes de tránsito y altas velocidades de operación. Su inclusión dentro de la sección transversal del camino queda determinada por los dos elementos anteriores y además por la composición vehicular y tipo de terreno en que se aloja el camino.

Guarniciones

Son elementos importantes en el proyecto de un camino, pero requieren sean construidas donde realmente se necesitan, ya que pueden afectar la seguridad que proporciona el mismo.

Su uso más generalizado es para controlar las salidas del agua superficial, delinear los bordes del camino dándole una buena presentación y para hacer que la operación sobre el camino sea más ordenada.

Existen dos tipos de guarniciones: las verticales y las montables. Las primeras son aquéllas en las que las paredes laterales son verticales y relativamente altas para impedir que los vehículos se salgan de su trayectoria normal. Son usados generalmente en lugares donde circulan peatones, como puentes, banquetas y estribos.

La altura máxima de las guarniciones, cuando forman parte de las banquetas debe ser de 0.20 metros para impedir raspaduras de los automóviles. El rango de variaciones de este primer tipo de guarniciones es de 0.15 a 0.50 metros de altura.

Defensas y fantasmas (postes gula)

Las primeras son usadas en puntos donde la salida de un vehículo podría acarrear funestas consecuencias. Su posición y diseño permiten a los vehículos impactos atenuados que hacen que éstos tiendan a recuperar su trayectoria original. Su presencia es imprescindible en altos terraplenes, curvas pronunciadas, o en una combinación de ambos.

Si los terraplenes son tendidos, es decir, si la razón de la pendiente es de 4:1 (horizontal-vertical) o más, entonces pueden no ser colocadas las defensas, puesto que

en estas condiciones el conductor que se salga del camino puede maniobrar sin peligros y controlar su vehículo.

Los fantasmas, por otro lado, sirven para auxiliar al conductor durante la noche o bien bajo condiciones climatológicas desfavorables (niebla, lluvia), ya que permiten delinear la trayectoria del camino.

Pendientes de los taludes

Las pendientes de los taludes en cortes y terraplenes deben ser tendidos en su intersección con el terreno.

El buen estado de los taludes permite un buen control de la erosión, mantenimiento a bajo costo, estabilización del suelo y un drenaje adecuado.

Fajas separadoras

Son usadas para separar flujos vehiculares contrarios o carriles de alta y baja velocidad. Son esenciales en caminos de carriles múltiples y deben ser tan anchos como el derecho de vía lo permita. El rango de variación de estas anchuras es de 1.20 metros como mínimo, a 18.0 metros o más.

Su inclusión dentro del proyecto de un camino permite mayor libertad de movimiento, evita el deslumbramiento proporciona áreas adecuadas para vueltas izquierdas, refugios de emergencia, etcétera.

Estas fajas separadoras son muy útiles para los casos antes mencionados y además permiten reservar áreas para nuevas perspectivas en la anchura de la superficie de rodamiento. Asimismo, en un futuro, se podrá realizar sobre dichas fajas, carriles exclusivos para vueltas izquierdas, cuando los flujos vehiculares lo requieran.

Anchura del derecho de vía

Las dimensiones del derecho de vía, son variables de acuerdo al número de carriles de que constará un camino al año proyectado. Este derecho de vía, deberá contener tanto la superficie o superficies de rodamiento, en el caso de cuerpos separados, como todos los elementos adyacentes al camino; áreas verdes, etcétera. El derecho de vía mínimo considerado está de acuerdo con los valores tomados por la SCT.

ALINEAMIENTO DEL CAMINO

Este está compuesto por tramos rectos (en tangente), conectados por curvas que generalmente son circulares. Esto es lo que forma el alineamiento horizontal del camino y su representación gráfica (en planta) es una sucesión continua de líneas rectas y curvas.

El alineamiento vertical en cambio, representa el perfil del camino y está compuesto por líneas rectas con pendiente positiva (ascendente), o a nivel y conectados entre sí mediante curvas verticales parabólicas.

La consideración de pendiente positiva (ascendente) o negativa (descendente), es siempre siguiendo el cadenamiento del camino.

Alineamiento horizontal

Para efectos de un buen proyecto, es conveniente que entre los tramos en tangente y en curva, sean colocados transiciones o espirales de tránsito

Curvatura y pendientes combinadas

Esta compensación deber ser aplicada cuando las curvas tienen un grado de curvatura mayor a seis grados y con pendientes de 5% o mayores. Asimismo, deberá aplicarse a curvas con radio menor a 300 metros y las mismas características de pendiente.

Distancia de visibilidad

Llámase así, a la longitud de una carretera que es visible al conductor. La seguridad y eficiencia de los carriles se encuentran fundamentadas en esta distancia. una distancia de visibilidad adecuada, para que el conductor pueda percatarse de objetos y obstáculos inesperados en el camino; asimismo, al proyectar dos o tres carriles deberán preverse, a intervalos frecuentes, tramos con la suficiente distancia de visibilidad, para permitir a los conductores rebasar vehículos sin riesgo alguno.

Por lo tanto, existen dos tipos de distancia de visibilidad: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad a todo lo largo de un camino debe ser lo mayor posible, y en ningún caso menor a la distancia de visibilidad de parada mínima.

Distancia de visibilidad de parada

Está compuesta de dos distancias 1) la distancia recorrida por el vehículo cuando el conductor ve un objeto que se interpone en su camino y coloca el pie en el pedal del freno (percepción y reacción) y 2) la distancia requerida para detener el vehículo desde el instante en que fueran aplicados los frenos.

El tiempo de reacción de frenado promedio es aproximadamente de 0.5 segundos. Algunos conductores requieren de menor tiempo, pero otros precisan de un segundo o más sin embargo más que considerar el tiempo promedio, es recomendable el tomar un valor mayor para el cálculo, que para efectos de la distancia de visibilidad mínima, se ha tomado un valor igual a un segundo. Por otro lado, el tiempo de percepción es el requerido por un conductor para llegar a la conclusión de que deben ser aplicados los frenos, y ha sido tomado un valor de 1.5 segundos.

Distancia de visibilidad de rebase

Es la distancia que permitirá al conductor de un vehículo poder rebasar a otro sin riesgos. Generalmente es proporcionada en caminos de dos carriles y tan frecuente como sea posible para evitar el decremento de la capacidad de la carretera.

Distancia de visibilidad en curvas verticales en cresta

a) De parada

La distancia de visibilidad de parada es la determinante de la longitud mínima de una curva vertical en cresta, desde el punto de vista de la seguridad, confort y apariencia.

Estudios económicos han demostrado que resulta sumamente costoso el proyectar curvas con la distancia de visibilidad de rebase apropiada, sobre todo cuando existen cortes, y por la dificultad de terraplenar la longitud requerida por la curva. En muchos casos, cuando es deseable proporcionar la distancia de visibilidad de rebase puede resultar más económico la construcción de un camino de cuatro carriles.

La distancia de visibilidad en curvas horizontales es importante para una operación segura. Cualquier obstáculo colocado en la parte interna de las curvas y cerca de la orilla del pavimento obstruye la vista del conductor. Esta distancia debe ser por lo menos el valor de la distancia de visibilidad de parada mínima.

De ser posible deberá eliminarse de la orilla interna de las curvas, cualquier obstáculo; como una pared, taludes de, cortes, árboles, etcétera, para proporcionar una mejor visión al conductor.

La distancia de visibilidad horizontal debe ser obtenida directamente en los planos, pero debe ser usada la gráfica 2-15 para efectos de la determinación del radio de la curva que proporcione una distancia de visibilidad adecuada, cuando se conoce la distancia a que se encuentra el obstáculo.

INTERSECCIONES

GENERALIDADES

Una intersección es el área donde dos o más caminos se unen o cruzan y su función primordial es la operacional para proporcionar los diferentes cambios en la dirección de viaje. Es una parte sumamente importante del camino, y un buen proyecto de la misma se traduce en eficiencia, seguridad, costos de operación más bajos, reducciones moderadas de velocidad, mayor capacidad.

FINALIDAD DE LAS INTERSECCIONES

Las intersecciones tienen como finalidad:

- a) Reducir el número de puntos de conflicto.
- b) Controlar la velocidad relativa.
- c) Coordinar el proyecto con los dispositivos de control de tránsito.
- d) Evitar maniobras múltiples y adecuación de convergencias y divergencias.
- e) Separar los puntos de conflicto.
- f) Favorecer los flujos principales.
- g) Reducir las áreas de conflicto.
- h) Segregación de flujos vehiculares no homogéneos.

TIPOS DE INTERSECCIONES

Las intersecciones pueden ser de dos tipos: a nivel y a desnivel. Las primeras son las que generalmente predominan y su diferencia, es que en física de flujos vehiculares por medio de estas últimas existe separación es diferentes pasos superiores o inferiores.

Intersecciones a nivel

Estas deben proporcionar movimientos de vuelta y cruce. Existen diferentes tipos, dependiendo principalmente del número de caminos que se interceptan y otros factores, pero los controles primordiales son entre otros: el volumen horario de proyecto, la composición del tránsito y la velocidad de diseño

Las intersecciones a nivel más comunes son: la T y la Y, llamadas así por estar compuestas por tres ramas de camino; la de cuatro ramas (cruce), y la glorieta. Específicamente, una intersección a nivel será determinada principalmente por el número de ramas que llegan a la intersección, la topografía, los flujos vehiculares y el tipo de operación.

Las intersecciones de tres y cuatro ramas pueden sufrir modificaciones respecto a la sección normal de las ramas que los componen para facilidad de maniobras de los vehículos que convergen o se separan del flujo principal.

En estas condiciones se dice que la intersección es abocinada y se caracteriza por tener mayor número de carriles o mayor sección, que la sección que la del camino.

La glorieta se caracteriza porque está formada por más de cuatro ramas y en ella converge y se separa todo el tránsito. No es conveniente el que nuevas vialidades se proyecten con este tipo de intersecciones por los grandes conflictos que representa y sólo debe ser permitido su uso cuando la suma del volumen horario total de todas las ramas es de 3 000 vehículos o menor. Además, para que una glorieta pudiera operar adecuadamente necesitaría de grandes dimensiones para que los entrecruzamientos pudieran realizarse en longitudes apropiadas.

La posición de las ramas que forman una intersección puede dar motivo a que esta última requiera de una gran área pavimentada para dar los radios de giro adecuados. Esto provoca el que exista un tránsito desorganizado dentro del entrecruzamiento; para remediarlo es necesario canalizar los, diferentes movimientos mediante isletas canalizadoras.

Las isletas son áreas definidas que sirven tanto para separar y ordenar los diferentes movimientos vehiculares, como para refugio de peatones.

Estas pueden ser físicas, en cuyo caso serán delimitadas mediante guarniciones; y no físicas, que son las marcadas con pintura reflejante color blanca o amarilla en un área pavimentada. En las figuras se presentan los tipos más generales de intersecciones a nivel.

ELEMENTOS DE PROYECTO DE LAS INTERSECCIONES

La mayoría de los elementos de proyecto de los caminos: velocidad, alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad, capacidad, secciones transversales y sobreelevación, son importantes para el proyecto de las intersecciones. Esto representa cierto grado de complejidad ya que todos estos elementos de proyecto deben entrar simultáneamente en el diseño de una intersección y congruentes con las características de los caminos que la formen.

Curvas en intersecciones

Los radios de giro mínimos son utilizados en el diseño de intersecciones en las cuales el espacio es muy restringido.

Para el diseño del borde del pavimento en estos casos, se asume que el vehículo de proyecto para ese radio mínimo, es colocado apropiadamente dentro del carril en el principio y final de la vuelta, a 60 centímetros del borde del pavimento, sobre la tangente y en los puntos en que comienza y termina la curva. Los valores que se adoptan según esta consideración se presenta. Estos fueron obtenidos colocando la huella de la rueda interna de los diferentes vehículos de proyecto, 60 centímetros o más del borde del pavimento y en ningún caso dicha distancia es menor a 30 centímetros, todos ellos sobre carriles de 3.65 metros de ancho. El ángulo de giro, es el comprendido entre las dos tangentes.

Si el ángulo de giro es menor de 90 grados, el radio mínimo requerido es mayor que para giros a 90 grados. En caso contrario, dichos radios son menores que para 90 grados.

Cuando el vehículo de proyecto es de mayores dimensiones, o cuando la velocidad con la que pueden dar vuelta, es mayor de 15 kilómetros por hora, los radios de giro son de tal magnitud, que hacen que el área pavimentada en la intersección sea de grandes dimensiones y no se pueda llevar un control apropiado de la operación vehicular. En estos casos, una isleta delimitando los diferentes movimientos direccionales es aconsejable.

Distancia de visibilidad en ramales de cambio de dirección

Cualquier camino o intersección de caminos deben contar con una distancia lateral libre de obstáculos que le permita al conductor poderse detener antes de chocar con un estorbo inesperado sobre su camino. La tabla 4-2 presenta los valores de distancia de visibilidad de parada mínima en ramales de vuelta en función de la velocidad de proyecto.

Relación espacio-tiempo-velocidad

La relación espacio-tiempo-velocidad, definen el triángulo de visibilidad mínima, el cual debe estar libre de obstáculos, o, si es usado un triángulo de visibilidad menor, entonces deben ser modificadas las Velocidades de aproximación. En la figura 4-4, se ilustra este triángulo de visibilidad. Existen diferentes m , todos para determinar la distancia de visibilidad en intersecciones

Relación velocidad-curvatura

Ya ha sido visto que cuando las vueltas en intersecciones son diseñadas con el radio de giro mínimo del vehículo de proyecto, la velocidad a la que deberán dar vuelta debe ser de 15 km/h o menores. La velocidad que se escoja como de proyecto para vueltas depende grandemente de tres factores: la velocidad de los vehículos en la intersección, los volúmenes de tránsito tanto de frente como los que dan vuelta, y naturalmente del tipo de intersecciones. Una velocidad que se considera deseable para tomarla como proyecto para las vueltas, es la correspondiente a la de recorrido promedio, que es generalmente el 70% de la velocidad de proyecto del camino cuyo acceso se está analizando. Dicha celeridad permite que el flujo vehicular sea más uniforme y es justificado dicho proyecto, cuando las vueltas son frecuentes. Se presentan los radios mínimos que son requeridos para una determinada velocidad de proyecto.

Anchura de los carriles para vueltas

Estas anchuras están gobernadas principalmente por el vehículo de proyecto empleado para el diseño de la vuelta y por la velocidad a la que los vehículos virarán. Esta anchura es diferente a la que trae el camino para el tránsito de frente, e incluye acotamiento o distancia libre lateral, fuera del borde del pavimento.

El acotamiento requerido será como mínimo de 0.60 metros, y es el empleado en pasos a desnivel. Este valor puede ser mayor, hasta igualar las dimensiones del acotamiento del camino abierto.

Las anchuras del pavimento como una función del radio de la curva y del tipo de operación están establecidas en el Manual de proyecto geométrico de carreteras, de la SAHOP.

Carriles de cambio de velocidad

Estos son sumamente importantes en intersecciones con fuertes flujos vehiculares y en donde se registran velocidades altas. Consisten generalmente en un carril auxiliar que incluye áreas usadas para la aceleración o deceleración de vehículos que se incorporan o divergen de los carriles principales.

Tanto los carriles de aceleración, como los de deceleración, constan de una anchura de 3.05 a 3.65 metros, con una longitud suficiente permita adecuar su velocidad según sea el caso, a la existente en el camino principal o a la permitida por la vuelta.

El Manual de proyecto geométrico de carreteras establece las recomendaciones específicas para el proyecto de rampas de incorporación divergencia, anotándose a continuación un resumen de dichas recomendaciones.

ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL ENTRONQUE PARA EL INGRESO Y SALIDA DE VEHICULOS EN LA CARRETERA TESISTAN A SAN CRISTOBAL DE LA BARRANCA KM. 15.8 DE INGRESO AL RELLENO SANITARIO PONIENTE “PICACHOS”

OBJETIVO DEL PROYECTO:

Este estudio forma parte integral en el desarrollo del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente “Picachos”. Sitio donde se contempla disponer una parte importante de los residuos sólidos urbanos, generados en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

El desarrollo del proyecto de entronque, es necesario por la naturaleza y magnitud de los efectos esperados por el impacto vial del flujo de vehículos que transitaran por el sitio.

El objetivo fundamental en el desarrollo del estudio de impacto vial, es el analizar los impactos viales esperados ocasionados con la puesta en operación del entronque.

ALCANCE DEL PROYECTO:

Como resultado del desarrollo del proyecto ejecutivo del entronque y del estudio de impacto vial, se podrán determinar los impactos al sistema vial y de transporte de la zona, así como se identificarán los requerimientos que deberán contemplarse para mantener un nivel de servicio eficiente en la operación del sitio, garantizando en todo momento la seguridad vial en el mismo y su zona de influencia, la cual comprende los flujos vehiculares de ingreso y salida al relleno sanitario, así como, el flujo en la carretera Tesistan – San Cristobal de la Barranca en ambos sentidos.

DETERMINACION DE LA OPERACIÓN VIAL ACTUAL EN LA ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio del entronque e impacto vial para el ingreso y salida de vehículos en la carretera Tesistan-San Cristobal de la Barranca km 15.8 de ingreso al Relleno Sanitario Poniente “Picachos”; estará constituido por los siguientes elementos:

- Entrada y salida para vehículos recolectores de residuos sólidos tipo compactador, volteo, minicompactador contenedores y tractogondolas.
- Carril de desaceleramiento de Norte a Sur y viceversa, en ambos costados.
- Señalamientos viales y medidas de seguridad.
- Obras complementarias.

LAS CONDICIONES FISICAS DE LA ZONA SON LAS SIGUIENTES:

La carretera Tesistan - San Cristobal de la Barranca, cuenta actualmente con dos carriles, uno por cada sentido Norte-Sur y viceversa. Con un ancho de 8 m. Y esta construida con asfalto, reuniendo las especificaciones de acuerdo a las Normas de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

HORIZONTES DEL ESTUDIO

Establecer con precisión los aforos de tránsito en el sitio, a través de muestreos puntuales para determinar los volúmenes que se esperan para un año determinado. La elaboración de las proyecciones a futuro, es un elemento básico para cuantificar con precisión los flujos vehiculares del sitio, con el objetivo que la operación de este, sea eficiente. Por lo cual, en el presente estudio se establece un horizonte que asegure la operación a su máxima capacidad y eficiencia.

USO DEL SUELO ACTUAL Y FUTURO EN EL ENTORNO DEL SITIO DE ESTUDIO.

Los usos actuales del suelo en la zona de estudio, están definidos en la siguiente importancia:

- Agropecuario
- Disposición de residuos sólidos urbanos.
- Habitacional (bajo escala).
- Comercial (baja escala).

Las tendencias esperadas para el corto y mediano plazo en el uso del suelo de la zona presenta una tendencia a la rama agropecuaria y habitacional. Sobre todo en el corredor Tesistan – Monticello.

INVENTARIOS DE LA INFORMACION SOBRE LOS VOLUMENES DE TRANSITO EN TIEMPOS REPRESENTATIVOS.

El objetivo específico de realizar los inventarios de volúmenes de tránsito, es el, conocer su cantidad y comportamiento para poder contar con las herramientas necesarias para realizar un análisis acorde a las necesidades viales de peatones y conductores.

La definición del volumen de tránsito o vehicular, se establece con la cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado y puede ser una vialidad completa o en un carril en particular, durante un lapso de tiempo específico o determinado.

Para el caso de la zona de estudio se investigo el volumen de tránsito diario mediante el aforo vehicular, mismo que se realizo en dos días representativos, eliminando que en estos, no existieran variaciones atmosféricas o eventos especiales que pudieran alterar el funcionamiento y/o, las condiciones normales del tránsito de la zona. El objetivo fundamental de la ejecución de aforos vehiculares entre otros:

- Establecer con precisión, el volumen de vehiculos que transitan sobre la vialidad de estudio.
- Clasificar los vehículos por su tipo y capacidad.
- Determinar la dirección de su flujo.

DATOS OBTENIDOS DE LOS AFOROS REALIZADOS A LOS DIAS 17 AL 19 DE NOVIEMBRE DE 1999.

Carretera Tesistan – San Cristobal de la Barranca, sentido Norte – Sur y Sentido Sur – Norte

La hora de máxima demanda se presento a las 15:00 hrs a 16:00 hrs. Siendo el volumen de máxima demanda en la hora pico y fue de 524 vehículos en el sentido Norte–Sur. De diferentes características y pesos. y 327 vehículos en el sentido Sur–Norte. De diferentes características y pesos.

El aforo realizado a vehículos recolectores y/o góndolas de residuos que ingresan al vertedero “El Taray” fue de 115 compactadores y 12 góndolas, y su hora de máxima demanda fue a las 12:00 a 14:00 hrs. El aforo realizado a vehiculos recolectores, volteos y/o góndolas de residuos que ingresan al relleno sanitario “Hasar’s” fue de un total de 74 vehiculos de los cuales 15 son góndolas, 33 recolectores, 8 volteos, 9 de 3 tons y 9 pick-ups y su hora de máxima demanda fue a las 11:00 a 12:00 hrs.

Inventarios

- La clasificación porcentual en ambos sentidos es:

Un total de 851 vehículos aforados en un periodo de 9:00 hrs, distribuidos de la siguiente manera que transitan en la carretera principal:

	% de vehiculos	Cantidad	Tipo
a)	85.40	727	AP
b)	5.17	44	AC
c)	4.00	34	B
d)	1.05	9	C2
e)	1.88	16	C3
f)	0.23	2	T2-S1
g)	0.00	0	T2-s2
h)	1.05	9	T3-S2
i)	1.22	10	Otros

- La clasificación porcentual en el sentido Norte-Sur de acuerdo al tipo de vehículos en la Hora de Máxima Demanda fue:

	Cantidad	Tipo
a)	450	AP
b)	38	AC
c)	28	B
d)	5	C2
e)	10	C3
f)	2	T2-S1
g)	0	T2-s2
h)	9	T3-S2
i)	6	Otros

- La clasificación porcentual en el sentido Sur-Norte de acuerdo al tipo de vehículos en la Hora de Máxima Demanda fue:

	Cantidad	Tipo
a)	277	AP
b)	6	AC
c)	6	B
d)	4	C2
e)	6	C3
f)	0	T2-S1
g)	0	T2-s2
h)	0	T3-S2
i)	4	Otros

Evaluación de las condiciones de la vialidad mediante análisis de capacidad y nivel de servicio.

La capacidad de una vialidad es el número máximo de vehículos que pueden circular por ella durante un periodo de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto de la propia vialidad como de la operación del tránsito.

La capacidad, normalmente no puede ser excedida sin cambiar una o mas de las condiciones prevalecientes, es decir, las condiciones establecidas por las características físicas de la vialidad o las que dependen de la naturaleza del tránsito en la vía. Por lo tanto es esencial plantear cuales son las condiciones prevalecientes de la vía y del tránsito. De esta forma se tiene que:

- Se analizará el tráfico que fluye por la carretera Tésistan a San Cristobal de la Barranca en el sentido Norte a Sur y viceversa.
- La vialidad será considera como del tipo foránea y rural.
- La Velocidad del proyecto no debe rebasar los 60 km/hr.

Estimación del transito total, incluyendo el transito inducido, el transito generado y el transito de desarrollo para los horizontes previstos en función de los usos del suelo.

En el caso particular del estudio no se considerará tránsito inducido, dado que la vialidad no representará ningún atractivo adicional al existente para el usuario de las vialidades contiguas en la zona de influencia.

En lo referente al tránsito del estudio se considerará de acuerdo al siguiente incremento anual:

Año	Tasa de crecimiento del tránsito 10 %
0	0.00
1	0.05
2	0.10
4	0.23
6	0.39
8	0.57
10	0.80
12	1.07
14	1.40
16	1.80
18	2.28
20	2.86
25	4.92

CONCLUSIONES

Como resultado de los análisis de capacidad y nivel de servicios descritos en el presente estudio, se concluye que con el inicio de operaciones del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente "Picachos" no será alterado significativamente el nivel de servicio actual ni el esperado a futuro, ya que el flujo de vehículos de ingreso y salida al mencionado relleno representaran solamente el 25 % del total de vehículos por hora que transitan por la zona del proyecto.

Sin embargo para llevar a cabo una operación eficiente y segura en la vialidad de la zona se recomienda:

- El implementar 2 carriles de desaceleración para cada lado del entronque de ingreso al relleno sanitario, con el fin de evitar la obstrucción en el flujo de tránsito por la carretera Tesistan a San Cristobal de la Barranca en la hora que ingresan los vehículos recolectores de residuos sólidos.
- Adecuar los radios de curva para el ingreso y salida de vehículos usuarios del relleno sanitario, con el fin de no entorpecer el flujo vehicular y proporcionar seguridad a los usuarios.
- Implementar las medidas de seguridad en los flujos vehiculares tales como:
 - Señalamientos restrictivos, e informativos y preventivos
 - Franjas de vueltas
 - Vialitas reflejantes y boyas metálicas de color.

Si el caso que en un futuro cercano se presentara un incremento considerable del flujo vehicular por el propio desarrollo de las actividades socioeconomicas en la zona y que pudieran afectar al mencionado flujo, se deberá de considerar su reestructuración de acuerdo a los planes establecidos por la secretaria de comunicaciones y transportes.

ANEXO

Se anexa proyecto ejecutivo.

4.- ESTUDIO HIDROLOGICO DE LAS AREAS TRIBUTARIAS.

La zona donde se localiza el predio pertenece a la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago No.12, considerada la más importante del Estado.

La principal corriente dentro de esta región es conocida como Río Grande de Santiago, y se origina en el Lago de Chapala con una dirección NW entrando al estado de Nayarit donde finalmente desemboca en el Océano Pacífico.

La zona de estudio pertenece a la cuenca Río Santiago Guadalajara 12E, la cual drena una superficie de 9,641 km². La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del Río Grande de Santiago, además ocupa toda la parte central del Estado. Esta cuenca recibe las corrientes de varias subcuencas intermedias, el terreno donde se localiza el sitio en estudio forma parte de la subcuenca Río-Verde-Presa Santa Rosa 12 EC, localizada al NW de Guadalajara y del acuífero el Arenal.

El predio a su vez forma parte de una microcuenca, la cual se determinó delimitando su parteaguas empleando para ello la carta topográfica San Francisco Tesistán F-13-D-55 a escala 1:50,000 editada por el I.N.E.G.I., donde la superficie aproximada es de 575 –00-00 Has.

PRINCIPALES RÍOS O ARROYOS CERCANOS:

El principal escurrimiento superficial es el río Grande de Santiago localizado en su parte más próxima a 8 km. al NE del sitio en estudio. Todos los escurrimientos de la sierra de San Esteban y el lado este de la sierra de Tesistán desembocan en este sector del río Santiago.

El total del predio donde se pretende emplazar el relleno sanitario se encuentra dentro de las microcuencas del arroyo El Potrero de la Casa y el arroyo El Pedregal, este último que se intercepta con el arroyo Milpillitas en la margen Este de la propiedad; siendo todos.

Cada arroyo mencionado es independiente, es decir que tiene bien establecida su microcuenca hasta llegar al denominado arroyo Grande, que funge como colector principal de éstos, desembocando finalmente en el río Santiago. Y puesto que el proyecto se realizará únicamente en lo que viene a ser la microcuenca del arroyo El Pedregal sin afectar o alterar en modo alguno las microcuencas y escurrimientos aledaños, ya que las características propias del relieve así lo determinan, el análisis detallado se hará únicamente para la cuenca del arroyo El Pedregal.

Estimación del Volumen de Escorrentía por Unidad de Tiempo.

En el presente apartado se analiza el balance hídrico, tanto de la microcuenca como del predio, con la finalidad de establecer las estrategias para la conservación del suelo y agua de las áreas antes mencionadas, una vez conocido el volumen medio anual escurrido.

Para determinar el balance hídrico de la microcuenca y del proyecto se utilizó el modelo CP-S.A.R.H. (1975) para realizar el cálculo del escurrimiento promedio en cuencas hidrológicas pequeñas, y sin datos de aforo. Es necesario conocer los valores de la precipitación pluvial media anual, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento, de tal manera que se tomaron como base los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) de la estación meteorológica de Zapopan, Jal., del año 1987 hasta 1998.

El modelo a utilizar es el siguiente:

$$V_m = ACPM$$

Donde:

V_m = Volumen medio de escurrimiento en miles de metros cúbicos (Mm^3).

A = Área de la microcuenca en km^2 .

C = Coeficiente de escurrimiento que generalmente varía de 0.1 a 1.0

PM = Precipitación media anual en mm.

Para la aplicación de éste modelo es necesario conocer primeramente el coeficiente de escurrimiento, el cual se obtiene en base a las características del suelo del sitio del proyecto y de la microcuenca (textura, cubierta vegetal, topografía). Para nuestra zona de estudio se obtuvieron los coeficientes de escurrimiento que se presentan a continuación:

Uso actual del suelo en la microcuenca

USO DEL SUELO	SUPERFICIE KM^2	%
Bosque	3.15	54.8
Vegetación secundaria + Mat. Esp.	0.10	1.7
Pastizal Inducido	2.50	43.5
Total	5.75	100.0

Para la determinación del volumen de escurrimiento se tomó en cuenta las características del terreno (textura, cubierta vegetal y topografía) además se cotejó con la tabla de valores de coeficientes de escurrimiento en el Manual de Conservación del Suelo y Agua CP. S.A.R.H. (1975).

Coeficientes de escurrimiento según la topografía y la cobertura vegetal existente en la microcuenca:

CONDICIONES DE LA MICROCUENCA	TOPOGRAFÍA	SUPERFICIE KM^2	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Bosque	Escarpada 10 – 30%	3.15	0.42
Veg. Sec + mat. Desp.	Plano 0 – 5%	0.10	0.30
Pastizal inducido	Ondulada 5 – 10%	2.50	0.16

Cálculo del escurrimiento promedio anual en la microcuenca

USO ACTUAL	PENDIENTE	C.E.	SUPERFICIE KM^2	P.P. MEDIA ANUAL	ESCURRIMIENTO SUP. (MILES DE M^3)
Bosque	10 – 30%	0.42	3.15	966.7	1278.9
Pastizal inducido	5 – 10%	0.16	2.50	966.7	386.6
Veg. Sec+Mat Desp.	0 – 5%	0.30	0.10	966.7	29.0
Total			5.75		1,694.5

Sustituyendo valores para la ecuación $V_m = ACPM$

$$\begin{aligned}A &= 3.15, 2.50 \text{ y } 0.10 \\C &= 0.42, 0.16 \text{ y } 0.30 \\PM &= 966.7 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_m &= (3.15 \times 0.42 \times 966.7) + (2.50 \times 0.16 \times 966.7) + (0.10 \times 0.30 \times 966.7) \\V_m &= (1,278.9) + (386.7) + (29.0)\end{aligned}$$

$$V_m = 1,694.6 \text{ Mm}^3$$

▪ **Cálculo de Esguerrimiento Promedio Anual del Sitio del Proyecto.**

El cálculo del esguerrimiento medio anual del sitio del proyecto en estudio se determinó tomando como base la superficie del predio en estudio que es de 70.03 Has. La precipitación pluvial media anual de 966.7mm (dato proporcionado por la Comisión Nacional del Agua, de la estación meteorológica de Zapopan, Jal.) y su coeficiente de esguerrimiento, el cual de acuerdo a las características del terreno (textura, cubierta vegetal y topografía) corresponde a 0.42.

Sustituyendo valores para la ecuación: $V_m = ACPM$

$$A = 70.03 \text{ Has. } 0.703 \text{ km}^2 \quad 700,380 \text{ m}^2.$$

$$C = 0.42$$

$$P_m = 966.7$$

$$V_m = (0.703) (0.42) (966.7)$$

$$V_m = 285.42 \text{ Mm}^3$$

▪ **Cálculo del Escurrimiento Máximo en la Microcuenca.**

Para determinar el cálculo de escurrimiento máximo de la microcuenca y el sitio del proyecto se utilizó el método racional modificado del Manual de Conservación de Suelo y Agua CP-S.A.R.H. (1975), ya que sólo se cuenta con los datos de lluvia máxima en 24 horas, proporcionados por la C.N.A. de la estación meteorológica de Zapopan, Jal. considerando un periodo de retorno de 12 años, mismo lapso de tiempo en que se tienen registros disponibles en esta estación.

Probabilidad de lluvia máxima en 24 hrs.

AÑO	LLUVIA MÁXIMA EN 24 H. EN mm	Nº DE ORDEN	INTENSIDAD MÁXIMA ORDENADA	F (4 AÑOS)	F (8 AÑOS)	F (12 AÑOS)
1987	96.0	1	96.0	F = n/m		
1988	62.2	2	85.0			
1989	49.3	3	72.7	m = n/F	m = n/F	m = n/F
1990	19.4	4	62.2			
1991	72.7	5	62.0	m = 12/4	m = 12/8	m = 12/12
1992	60.3	6	60.3			
1993	31.0	7	54.0	m = 3	m = 1.5	m = 1
1994	34.5	8	53.0			
1995	53.0	9	49.3	F4 = 72.7	F8 = 90.5	F12 = 96.0
1996	54.0	10	34.5			
1997	62.0	11	31.0			
1998	85.0	12	19.4			
		N = 12				

Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado de la microcuenca, de acuerdo a las condiciones del terreno

CONDICIONES DE LA MICROCUENCA	SUPERFICIE (Has.)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)	SUPERFICIE X COEF. ESCURRIM.	COEFICIENTE DE ESC. (C) PONDERADO
	1	2	1x2	
Bosque de encino-pino escarpado de 10 – 30% de pendiente.	315	0.42	132.3	$C = \frac{175.3}{575}$ C = 0.30
Pastizal Inducido Ondulado de 5 – 10% de pendiente	250	0.16	40.0	
Vegetación Secundaria + Mat. Esp. Plano de 0 – 5% de pendiente.	10	0.30	3.0	
TOTAL	575		175.3	

En base al modelo a utilizarse para el cálculo del escurrimiento máximo de la microcuenca mediante el método racional modificado se aplicará la fórmula siguiente:

$$Q = 0.028 CLA$$

Donde:

- Q = Escurrimiento máximo (m³/seg.)
- 0.028 = Constante numérica
- C = Coeficiente de escurrimiento ponderado
- L = Lluvia máxima en 24 hrs. (cm/hr)
- A = Area de la microcuenca (has.)

Sustituyendo:

$$Q = (0.028) (0.30) (9.6) (575)$$

$$Q = 46.36 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Cálculo del escurrimiento máximo del predio.

$$Q = 0.028 CLA$$

Donde:

- 0.028 = Constante numérica
- C = 0.42
- L = 9.6 cm/hr
- A = 70.03 Has.

$$Q = (0.028) (0.42) (9.6) (70.03)$$

$$Q = 7.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Actividad para lo que son Aprovechados.

Actualmente el agua del A. el Pedregal no tiene uso alguno, escurre libremente por sus causas naturales, siendo determinado su volumen por las precipitaciones pluviales.

Indicar si reciben algún tipo de residuo.

Los residuos que recibe esta cuenca en su tiempo, ya que, como se mencionó anteriormente, es un arroyo intermitente, son de tipo natural, como son los sedimentos provenientes de las laderas y la materia orgánica como hojarasca, maderas, etc., producto del ciclo natural y/o descomposición de la cubierta vegetal. Todos estos residuos son recibidos por el arroyo El Pedregal. Este arroyo atraviesa de oeste a este la parte central del predio, además de recibir los escurrimientos de las aguas pluviales de temporal de las zonas aledañas. Actualmente, en la parte norte del predio recibe los escurrimientos provenientes del relleno sanitario "Hasar's", los cuales vienen contaminados por lixiviados, debido a la falta de control de los mismos, ya que este relleno se encuentra en la parte alta del sitio en estudio. Esos escurrimientos son interceptados por el arroyo El Pedregal, los cuales son llevados aguas abajo donde los

descarga al arroyo Milpillas, este a su vez se conecta con el A. Grande, el cual finalmente los desemboca en el Río Santiago.

El relleno sanitario Hasar's, que opera dentro de la microcuenca en su porción norte, de no ser manejado correctamente, representa un potencial de alto riesgo de afectación con lixiviados además de la dispersión de residuos sólidos sobre las cuencas de los arroyos El Pedregal y El Potrero de la Casa, afectando sus escurrimientos, pues está emplazado sobre el límite del parteaguas entre ambos.

EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA CERCANOS (LAGOS, PRESAS, ETC.)

Localización y distancia al predio.

El cuerpo de agua más cercano que existe en el lugar es una represa intermitente alimentada por el arroyo el Potrero de la Casa y el Potrero de los Amoles, afluente del anterior, ubicándose al norte de la zona en estudio a un kilómetro de distancia aproximadamente y es utilizado para fines agropecuarios por la localidad de Milpillas, localizado a dos kilómetros aguas abajo del mismo. No existe conexión alguna entre este bordo y el arroyo El Pedregal, principal escurrimiento de la microcuenca del sitio en estudio. Debido al desnivel de más de 60 mts. que existe, el embalse no corre ningún riesgo de ser afectado.

DRENAJE SUBTERRÁNEO.

PROFUNDIDAD Y DIRECCIÓN.

USOS PRINCIPALES (AGUA, RIEGO, ETC.)

CERCANÍA DEL PROYECTO A POZOS.

EN CASO DE EXTRACCIÓN, CONSULTAR SI EL AGUA ESTÁ SIENDO EXPLOTADA, SUBEXPLOTADA, ETC.

Debido a la creciente demanda para satisfacer las múltiples necesidades de agua de la población, siendo el agua subterránea una de las principales fuentes de abastecimiento, y la que en esta ocasión nos ocupa para el presente estudio, tomando en cuenta los pozos y manantiales existentes en la zona, así como los usos y formas de aprovechamiento de los mismos.

Las zonas planas limitadas a planicies costeras, mesetas y valles intermontanos del relieve accidentado de Jalisco, constituyen las áreas donde se pueden explotar económicamente las aguas subterráneas; prueba de ello es el incremento en el uso de este recurso para el desarrollo industrial y agrícola en el rico valle de Tesistán.

El sitio en estudio se encuentra ubicado en la Región Hidrológica denominada RH-12 Lerma-Santiago.

La hidrología subterránea en la zona del proyecto de acuerdo a las unidades geohidrológicas es muy pobre ya que corresponde a un material consolidado con bajas posibilidades de contener agua.

Esta unidad está ampliamente distribuída en el área de estudio y está conformada por rocas volcánicas de composición ácida y básica del Terciario Superior Reciente; presentan un fracturamiento variable, de moderado a alto con un intemperismo somero, por lo que la humedad secundaria aumenta de media a alta. Se le ha ubicado en esta unidad ya que al parecer las condiciones subterráneas no son propicias para almacenar el agua y constituir acuíferos, sino que actúa generalmente como zona de recarga. Los pozos que producen agua en esta unidad son generalmente de bajo caudal. Esta unidad tiene un espesor superior a los 400 mts. ya que algunos pozos localizados en la parte nororiental del Estado con esta profundidad no la atraviezan.

Profundidad y Dirección.

La profundidad de los mantos acuíferos en esta parte de la zona en estudio es de alrededor de los 300 metros, de acuerdo a la información proporcionada por la CNA. Del pozo ubicado en el tiradero municipal de Zapopan, Jal.

Con respecto a la dirección del flujo tenemos que está regida por la morfología del terreno, tanto local como regional, la cual es perpendicular al río Santiago.

Usos principales (agua, riego, etc.)

Los usos que la gente le da a los aprovechamientos acuíferos son como agua potable y para el ganado principalmente.

De los pozos mencionados anteriormente el pozo de Arrow tiene tiene poco más de un año sin operar.

Cercanía del Proyecto a Pozos.

El proyecto en estudio se encuentra en la Zona Geohidrológica No. 18, conocida como el Arenal, y de acuerdo a sus características se ubica en una zona de recarga, como se mencionó anteriormente. Los pozos que se localizan en esta zona geohidrológica cercanos al proyecto en estudio son los que se enumeran a continuación de acuerdo a su cercanía:

- 1)- Pozo Arrow, se localiza a 1.25 km al este del proyecto.
- 2)- Pozo Milpillas, a 2 km. Al NE.
- 3)- Pozo Monticello y Robledales, se ubican a 2.5 km. al SE y NE respectivamente.
- 4)- Pozo Rancho Viejo, a 8.75 km. al NE y
- 5)- Pozo Escalón, a 9.1 km. al NE.