

CAPÍTULO 5. ELABORACIÓN DEL MAPA DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.

5.1. Generación del mapa de susceptibilidad de amenaza por deslizamientos aplicando el método Mora-Vahrson-Mora.

Obtención de los valores para los factores pasivos y de disparo que intervienen en la evaluación de la amenaza por deslizamientos.

Para la obtención de los valores para cada parámetro de susceptibilidad tales como el relieve, la litología, la humedad del suelo, la sismicidad y la lluvia, se utilizaron los mapas de la tabla 5.1.

A continuación se describe la metodología para el cálculo del elemento pasivo que esta relacionado con el relieve, la litología y la humedad del suelo; y el factor de disparo, determinado por la sismicidad y la lluvia.

Para poder operar los mapas fue necesario convertirlos en "grid", esto es una cuadrícula con dimensiones establecidas de acuerdo al nivel de percepción visual de la escala de cada mapa, el tamaño de la cuadrícula de acuerdo a la menor escala era de 3.00 m, se decidió utilizar una cuadrícula de 10.00 m debido a que el tamaño de los archivos con una cuadrícula de 3.00 m excede la capacidad de una PC estándar.

Las operaciones con mapas se realizaron utilizando la opción "Map Calculate" del menú Análisis del programa Arc View, al hacerlo se abre una calculadora que permite realizar operaciones algebraicas con mapas de cuadrículas.

Los mapas de susceptibilidad obtenidos poseen escala 1:15,000 esto debido a que los mapas de topográfico y de litología pueden llegar a tener una mejor escala y esto intervendría en los factores de susceptibilidad, no así, con los mapas de humedad, intensidad sísmica y precipitación en los que la escala no interviene directamente con la valoración de los parámetros.

Parámetro	Mapa utilizado	Contenido	Formato	Escala	Fuente
Pendiente (S_p)	Topográfico	Curvas de nivel cada 5m y puntos de elevación conocido.	Digital	1:5,000	[Brizuela, B., y Menjívar, L. 2002)
Litología (S_l)	Litológico con el valor de ϕ . Litológico con el valor de cohesión.	Caracterización geotécnica de las unidades geológicas con los valores de ϕ y C.	Digital	1:15,000	Generado en el capítulo 4.
Humedad (S_h)	Humedad	Cantidades normales de precipitación mensual.	Digital	1:150,000	[Brizuela, B., y Menjívar, L. 2002)
Sismicidad (D_s)	Intensidad sísmica	Envolverte de intensidades al 2001.	Digital	1:1,000,000	[Brizuela, B., y Menjívar, L. 2002)
Lluvia (D_{ll})	Precipitación	Intensidad de lluvia en mm/h para un periodo de retorno de 10 años y 30 minutos de duración	Digital	1:150,000	[Brizuela, B., y Menjívar, L. 2002)

Tabla 5.1. Información utilizada para la obtención de los parámetros pasivos y de disparo.

5.2. Datos de entrada.

5.2.1. Factores de susceptibilidad.

- Parámetro de la pendiente.

Se determinó el factor de relieve utilizando el mapa elaborado en el trabajo de graduación "Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales", [Brizuela, B y Menjívar, L. 2002], en donde se creó un modelo de elevación digital con valores de pendientes en forma de

porcentajes. El factor de relieve se obtuvo asignando, a cada valor de pendiente, los valores indicados en la tabla 3.4.

- **Parámetro litológico.**

La clasificación litológica del suelo se hizo utilizando la caracterización geotécnica generada en el capítulo 4, asignando los valores del parámetro litológico indicados en la tabla 3.5 para valores conservadores de cohesión y ángulo de fricción.

- **Parámetro de humedad del terreno.**

El parámetro de humedad del suelo fue calculado a partir del estudio elaborado en el trabajo de graduación “Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales”, [Brizuela, B y Menjívar, L. 2002]. Se calculó el valor asignado según la tabla 3.6 para cada mes y luego se sumaron los valores asignados para los doce meses del año, con este valor y con la tabla 3.7 se asignó el valor del parámetro de humedad del suelo y el calificativo que sugiere el método.

- **Factor de susceptibilidad [Brizuela, B y Menjívar, L. 2002].**

El factor de susceptibilidad se obtiene al multiplicar los parámetros de susceptibilidad litológica, parámetro de humedad del suelo y parámetro del relieve. Es decir que resulta de la multiplicación de los mapas generados para el factor de pendiente, litología y el de humedad. Como resultado se tiene el mapa de susceptibilidad que se obtiene como cuadrícula. El mapa resultante se nombró como “Pas”.

5.2.2. Factor de disparo.

- **Parámetro de disparo por sismicidad.**

A partir del estudio elaborado en el trabajo de graduación “Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales”, [Brizuela, B y Menjívar, L. 2002] basándose en el mapa de intensidades sísmicas máximas de los terremotos de los cuales se tiene registros hasta el 2001. Se asignaron los calificativos y parámetros de sismicidad de la zona de estudio, según la tabla 3.8.

- Parámetro de disparo por lluvia.

El parámetro de intensidad de lluvias se determinó utilizando el estudio elaborado en el trabajo de graduación "Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales", [Brizuela, B y Menjívar, L. 2002], en donde se utilizó el método de los polígonos de Thiesen para la red de estaciones pluviométricas del país para crear un mapa con áreas de influencia de valores de intensidad de lluvias para un periodo de retorno de 10 años. La ponderación de este parámetro se hizo asignando valores de acuerdo a la tabla 3.9.

- Factor de disparo.

La suma de los factores de activación se considera como el factor de disparo, este se obtuvo al sumar los mapas generados para el factor de sismo y lluvia. El mapa resultante se nombró "Disp".

5.3. Mapa de amenaza por deslizamiento. Obtención de los valores de susceptibilidad al deslizamiento.

- Susceptibilidad al deslizamiento por sismicidad.

La susceptibilidad al deslizamiento por sismicidad se define según la ecuación 3.1, como el producto del factor de disparo por sismo y la combinación del factor pasivo (el producto de los parámetros de pendiente, litología y humedad). Esta susceptibilidad fue calculada como el producto del mapa del parámetro de sismo con el mapa "Pas". El mapa resultante se nombró "Suscep s". El mapa que se obtuvo se muestra en la figura 5.1.

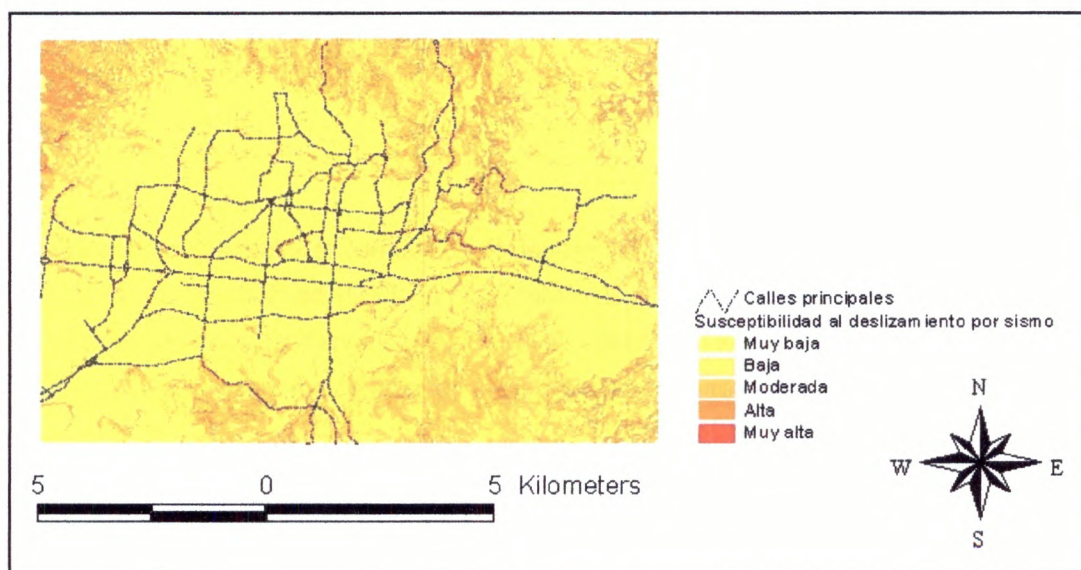


Figura 5.1. Susceptibilidad al deslizamiento por sismo para el área de estudio.

Del mapa de la figura 5.1 se obtuvo el área de cada una de las regiones clasificadas de acuerdo al grado de susceptibilidad al deslizamiento por sismo, el resultado se presenta en la tabla 5.2., donde se observa que a medida la clasificación de susceptibilidad incrementa, el porcentaje de área disminuye. El mayor porcentaje de área representa la clasificación de susceptibilidad Muy baja y, al contrario, el menor porcentaje de área, corresponde a la clasificación Muy alta; esto a la vez, se observa en el mapa de la figura 5.1, donde la clasificación Muy alta se logra distinguir en regiones casi puntuales ubicadas en las faldas del Picacho, Cerro de San Jacinto y en el Río Acelhuate.

Clasificación	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Muy baja	69.25	58.33
Baja	21.63	18.22
Moderada	20.96	17.65
Alta	6.81	5.73
Muy alta	0.09	0.07
TOTAL	118.73	100.00

Tabla 5.2. Área en km² para las regiones clasificadas por susceptibilidad al deslizamiento por sismo.

- Susceptibilidad al deslizamiento por lluvia.

La susceptibilidad al deslizamiento por lluvia se define según la ecuación 4.6, como el producto del factor de disparo por lluvia y la combinación de los parámetros pasivos (el producto del factor de pendiente, litología y humedad). Esta susceptibilidad fue calculada como el producto del mapa del parámetro de lluvia con el mapa "Pas". El mapa resultante se nombró "Suscep_II" y se muestra en la figura 5.2.

Del mapa de la figura 5.2 se obtuvo el área de cada una de las regiones clasificadas de acuerdo al grado de susceptibilidad al deslizamiento por lluvia, el resultado se presenta en la tabla 5.3. El mapa obtenido presenta un comportamiento similar al de Susceptibilidad al deslizamiento por sismo, ya que el comportamiento lineal decreciente de la clasificación de susceptibilidad, el porcentaje de área y las regiones susceptibles se conservan.

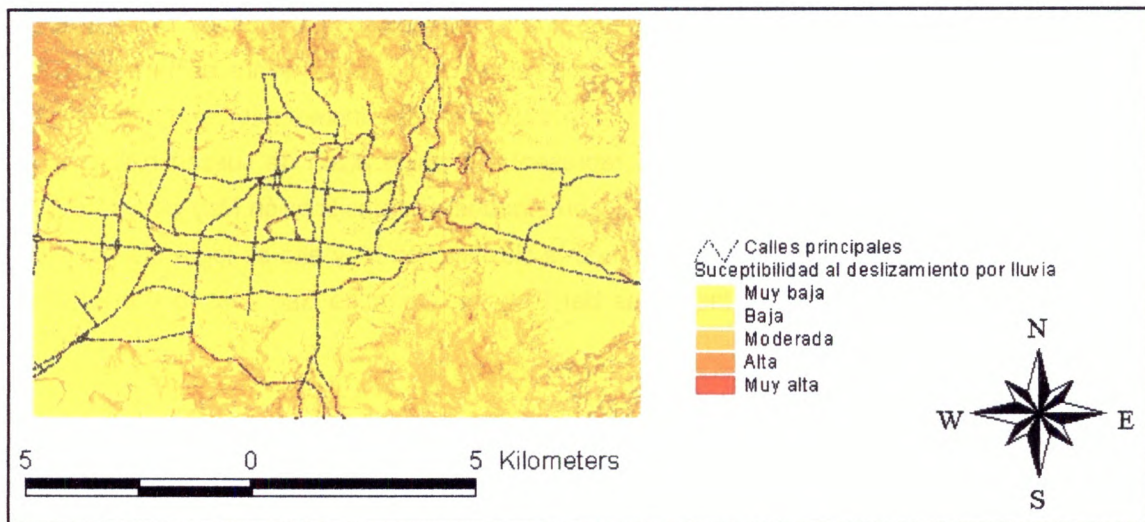


Figura 5.2. Susceptibilidad al deslizamiento por lluvia para el área de estudio.

Clasificación	Área (km ²)	Porcentaje
Muy baja	69.25	58.32
Baja	21.63	18.22
Moderada	20.96	17.65
Alta	6.79	5.72
Muy alta	0.10	0.09
TOTAL	118.73	100.00

Tabla 5.3. Área en km² para las regiones clasificadas por susceptibilidad al deslizamiento por lluvia.

La similitud observada en los mapas de las figuras 5.1 y 5.2 se debe a que la valoración de los factores de disparo tienen una distribución casi uniforme en el área de estudio, el mapa correspondiente al parámetro de sismicidad (Ds) presenta dos distribuciones consecutivas de intensidad sísmica para el área de estudio: la mas pequeña, ubicada en la esquina inferior izquierda del área de estudio y la otra, en el resto del área. El mapa del parámetro de lluvia (DII) presenta una distribución uniforme de precipitación en toda el área de interés.

De igual manera las tablas 5.2 y 5.3 tienen similitud en las áreas de las regiones clasificadas de acuerdo a los grados de susceptibilidad al deslizamiento.

- Susceptibilidad al deslizamiento por lluvia y sismo

La susceptibilidad de deslizamiento por lluvia y sismo se obtuvo al sumar las susceptibilidades al deslizamiento por sismo y lluvia, por lo que se sumaron los mapas "Pas_s" y el mapa "Pas_ll" y a

partir de aquí se obtuvo el mapa “Susceptibilidad”, una vez creado este mapa, se asignaron los calificativos de la Tabla 3.3 dividiendo el rango de valores obtenido en 5 intervalos iguales, la tabla 5.4 muestra los intervalos y su correspondiente calificativo para luego poder determinar las zonas susceptibles a sufrir deslizamientos. En la figura 5.3 se muestra el mapa obtenido a escala 1:15,000.

Clase	Calificativo de susceptibilidad al deslizamiento	Intervalo de valores
I	Muy baja	0 - 99
II	Baja	100 - 198
III	Moderada	199 – 297
IV	Alta	298 – 396
V	Muy alta	397 – 495

Tabla 5.4. Clasificación de la susceptibilidad al deslizamiento de acuerdo al intervalo.

Del mapa de susceptibilidad al deslizamiento de la figura 5.3 se observa que las zonas con el calificativo de muy alto están en las regiones conocidas como el Picacho, Cerro de San Jacinto, la parte alta de la Cordillera del Bálsamo, y a lo largo de ríos y quebradas; estas regiones presentan pendientes altas.

Del mapa de la figura 5.3 se obtuvo el área de cada una de las regiones clasificadas de acuerdo al grado de susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia, el resultado se presenta en la tabla 5.5.

Clasificación	Área (km ²)	Porcentaje
Muy baja	69.25	58.32
Baja	21.63	18.22
Moderada	20.96	17.65
Alta	6.79	5.72
Muy alta	0.10	0.09
TOTAL	118.73	100.00

Tabla 5.5. Área en km² para las regiones clasificadas por susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia.

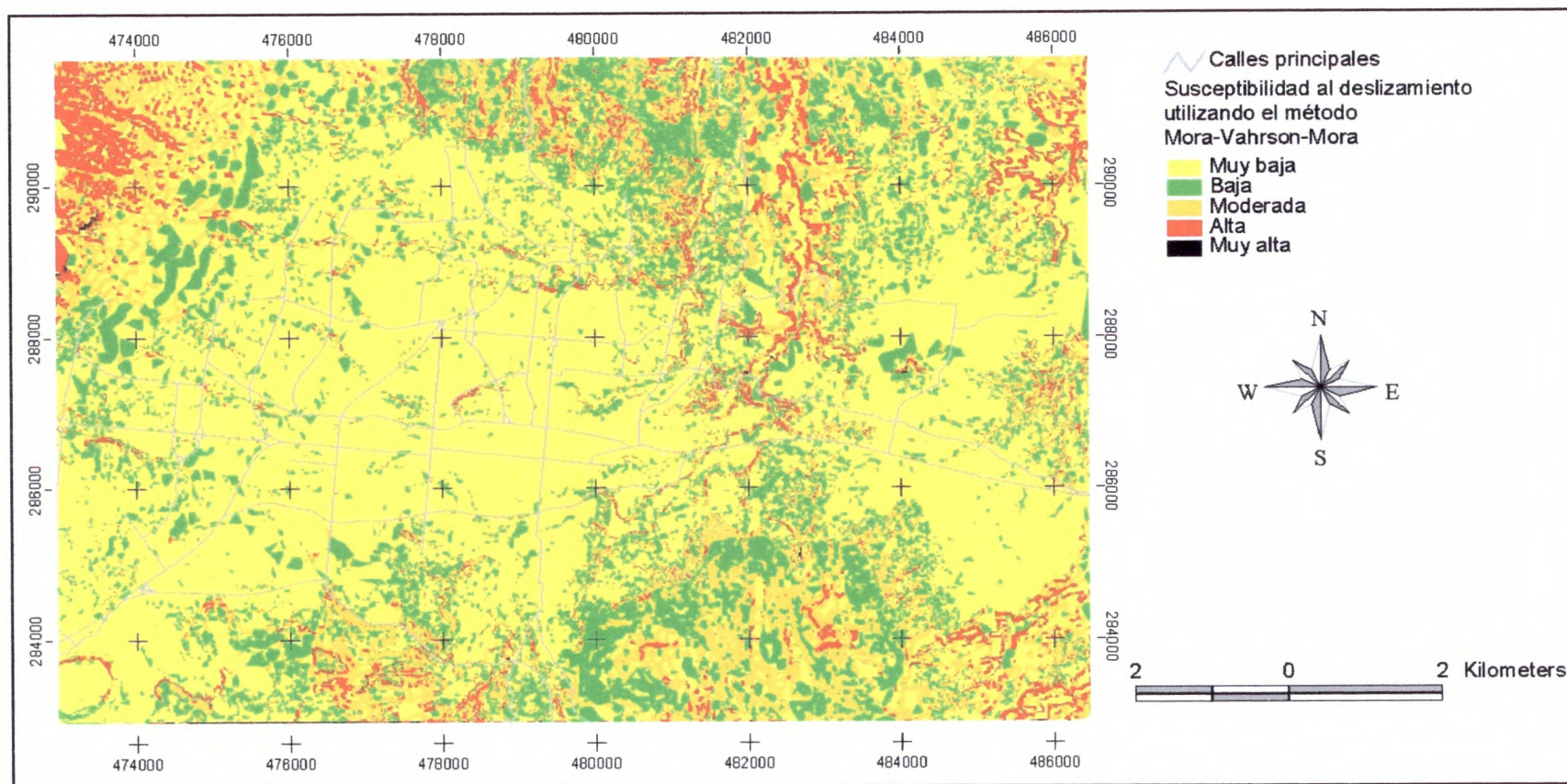


Figura 5.3. Susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia para el área de estudio, utilizando el método Mora Vahrson Mora.

La relación porcentual de las áreas ha sido graficada de acuerdo a la clasificación de susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia como se puede observar en la figura 5.4. se observa que la región con mayor área tiene la clasificación de susceptibilidad de muy baja, este valor disminuye a medida que aumenta el grado de susceptibilidad, similar a la relación dada en los mapas de susceptibilidad por sismo y por lluvia obtenidos de forma independiente.

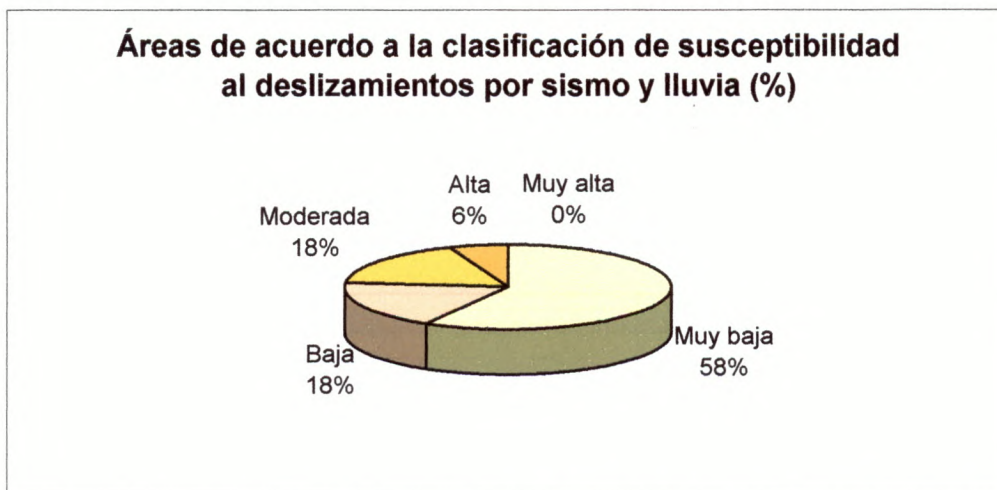


Figura 5.4. Áreas porcentuales de acuerdo a la clasificación de susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia.

5.4. Comparación con trabajos existentes.

En la figura 5.5 se muestra el mapa de susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia de El Salvador elaborado por el SNET correspondiente al área de estudio. Este mapa tiene similitud con el mapa de susceptibilidad generado de la figura 5.3. en lo correspondiente a las regiones con mayor grado de susceptibilidad, pero difiere en regiones con grado de susceptibilidad intermedia. El nivel de detalle es limitado debido a la escala en la que fue creado (1:50,000).

En la figura 5.6 se muestra el mapa de susceptibilidad al deslizamiento generado en el trabajo de graduación "Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales", [Brizuela, B y Menjívar, L., 2002]. Este mapa fue creado utilizando el método Mora Vahrson.

Puede observarse en los mapas de las figuras 5.3 y 5.6 que existe similitud en la calificación de la amenaza al deslizamiento; las regiones del mapa generado con el método Mora Vahrson con el calificativo de muy bajo y muy alto tienen similitud con las regiones del mapa generado utilizando el método Mora Vahrson con el calificativo de muy bajo y alto respectivamente. Debe tomarse en cuenta que debido a que se trata de métodos distintos, los calificativos de susceptibilidad de ambos mapas son diferentes.

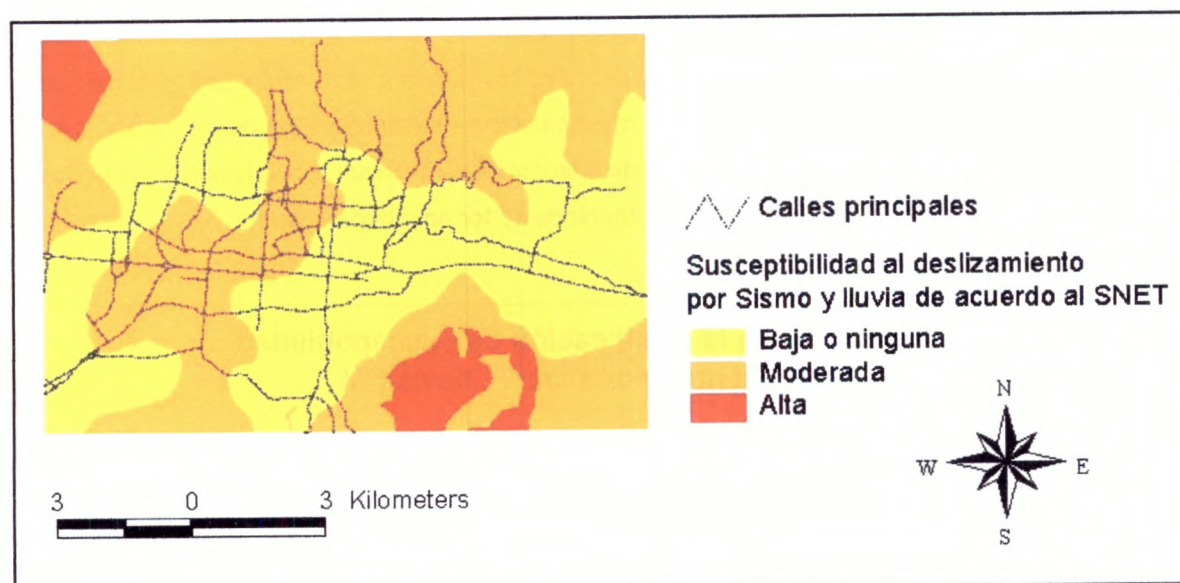


Figura 5.5. Susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia. Escala 1:50,000 [SNET, 2003]

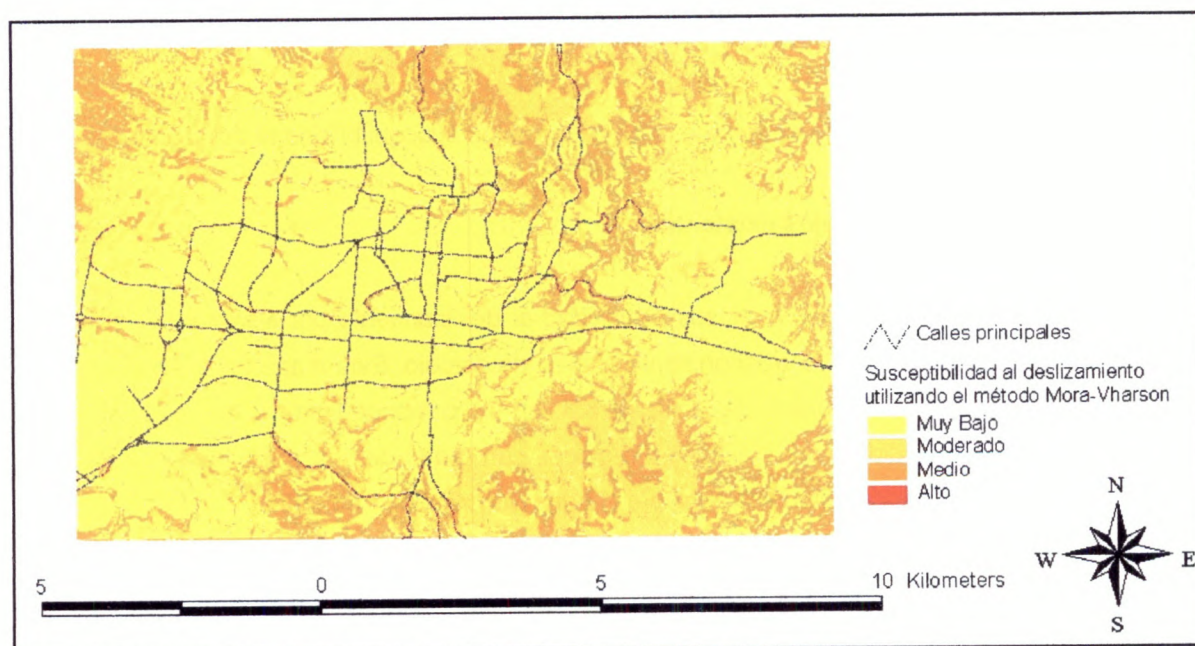


Figura 5.6. Susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia para el área de estudio, utilizando el método Mora Vahrson [Brizuela, B. y Menjívar, L., 2002].

5.5. Análisis de deslizamientos ocurridos para el área de estudio.

En el mapa de susceptibilidad al deslizamiento de la figura 5.7 se han ubicado los deslizamientos ocurridos hasta el 2001; puede observarse que parte de los deslizamientos ocurrieron en regiones cercanas a quebradas, ríos, etc. donde el grado de susceptibilidad es alto, éste fenómeno se puede deber a la topografía accidentada, el tipo de suelo, etc. de estos lugares.

A la vez, se han encerrado en óvalos cuatro regiones donde se observa una mayor concentración de deslizamientos. La primera (arriba-izquierda) se localiza en las faldas del "Picacho", donde casi no se han dado deslizamientos a pesar de la topografía accidentada de la región, en ella se visualiza una región con un grado de susceptibilidad Alta-Muy Alta, esto debido a que al parámetro de pendiente es alto y domina en la clasificación de susceptibilidad sobre el parámetro litológico, la segunda región (arriba-centro) se encuentra ubicada en los alrededores de los municipios de Ayutuxtepeque y Mejicanos donde la topografía del terreno es accidentada, la tercera región (derecha-centro) se ubica a lo largo de un tramo del cauce del Río Acelhuate, y la última (centro-abajo) en la Cordillera del Bálsamo. Las cuatro regiones presentan de acuerdo al mapa de la figura 5.7 una clasificación de susceptibilidad que va de Moderada a Muy Alta.

En la tabla 5.6 se presentan los deslizamientos hasta el 2001 correspondientes a las regiones clasificadas de acuerdo a la susceptibilidad al deslizamiento en que ocurrieron, se puede observar que el número de deslizamientos (170) es menor que el presentado en la tabla 4.5 de capítulo 4 (173), debido a que el área de estudio que se utilizó para realizar la caracterización es mayor que la utilizada para elaborar el estudio de susceptibilidad, ya que el tamaño del mapa de susceptibilidad resultante es la intersección de los mapas que describen los diferentes parámetros, tal como lo presentan los alcances de este trabajo.

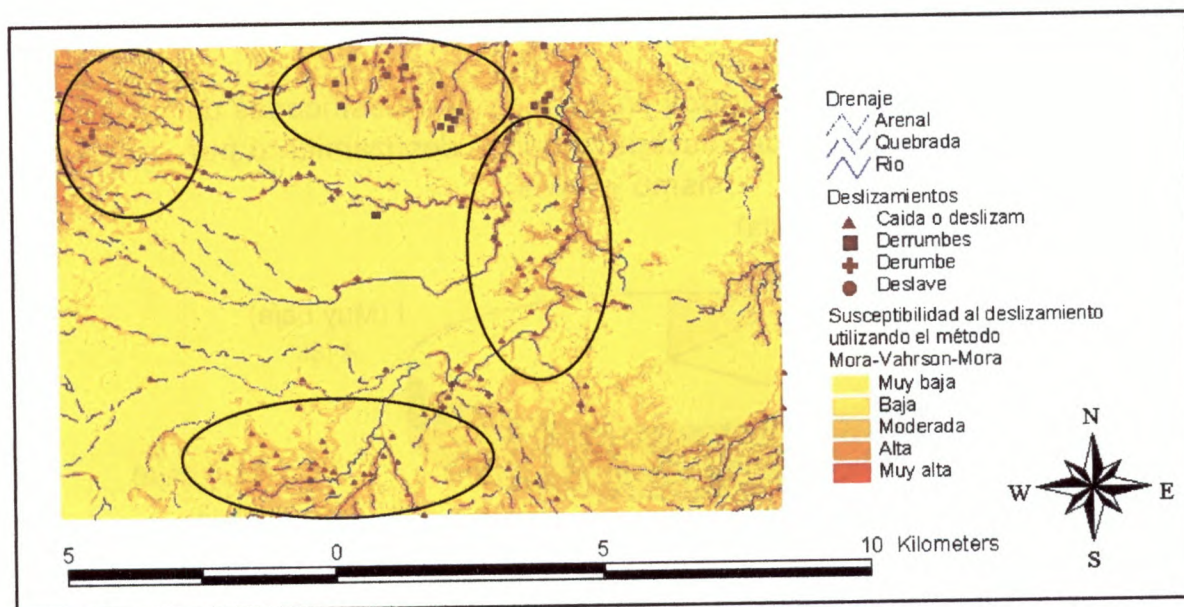


Figura 5.7. Deslizamientos ocurridos al 2001 en las regiones clasificadas de acuerdo a la susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia para el área de estudio utilizando el método Mora Vahrson Mora.

De la Tabla 5.6 se graficaron los porcentajes de deslizamientos según cada región, además la relación deslizamiento/área de susceptibilidad, donde se puede observar que a medida la aumenta la clasificación incrementa la relación encontrada, esto suponiendo que el AMSS se encuentra urbanizada casi en su totalidad (la aplicación de factores externos como casas, construcciones, etc. es similar), a la vez hay que tener en cuenta que el hecho de presentar una relación deslizamiento / área pequeña no implica que el riesgo será menor, ya que, este depende también de la vulnerabilidad del sitio de análisis. Ver la figura 5.8.

Clasificación	Deslizamientos	Porcentaje del total de deslizamientos	Relación: Desliz/Área (Deslizamiento/km ²)	Relación porcentual: Deslizamiento/área
Muy baja	71	41.76%	1.03	14.00 %
Baja	35	20.59%	1.62	23.00 %
Moderada	49	28.82%	2.34	32.00 %
Alta	15	8.82%	2.21	31.00 %
Muy alta	0	0%	0	0%
TOTAL	170	100.00%		100.00 %

Tabla 5.6. Deslizamientos para el área de estudio recopilados por Rymer (1987), MARN y FAES, de acuerdo a la clasificación de susceptibilidad al deslizamiento debido a sismo y lluvia del área de estudio.

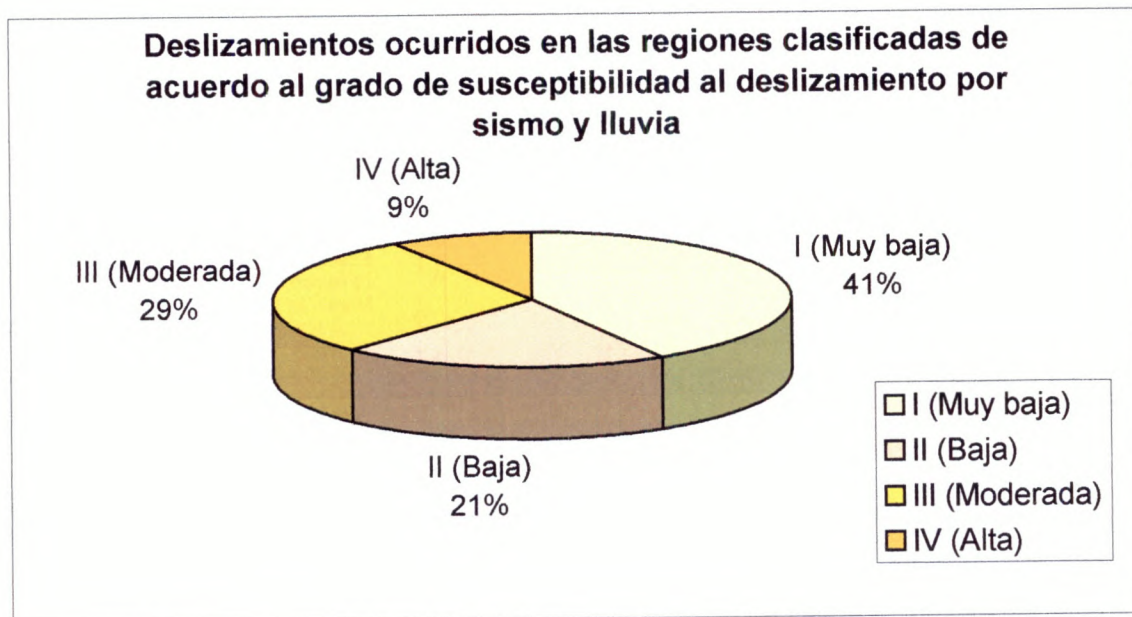


Figura 5.8. Porcentajes de deslizamientos ocurridos hasta el 2001 para región clasificada de acuerdo a la susceptibilidad al deslizamiento.

Del gráfico de la figura 5.8, se puede observar que el porcentaje más alto de deslizamientos ocurridos en el área de estudio es de 41% y se localiza en la región clasificada con grado de susceptibilidad de Muy Baja, mientras que el porcentaje más pequeño de deslizamientos (9%), se da en la región clasificada con un grado de susceptibilidad Alta. Esto se atribuye a lo siguiente: el área clasificada con un grado de susceptibilidad muy bajo (observar figura 5.7 en color amarillo) corresponde a la región más grande del área de estudio, esta región se encuentra ubicada en su mayoría la zona de tipo urbano, donde los factores externos pueden ser considerables por la presencia de: construcciones, edificios, vibraciones, etc., estos factores no se consideran en el método Mora-Varhson-Mora como se mencionó en el apartado 3.3.

Debido a la influencia entre la cantidad de deslizamientos y el área en que ocurrieron, se graficó la relación que existe entre los deslizamientos de cada región y su respectiva área (km^2), dando como resultado el gráfico de la figura 5.9, en la que se observa que la región con muy baja susceptibilidad al deslizamiento presenta la menor relación deslizamiento/área, de igual forma se observa que la relación aumenta con el grado de susceptibilidad, a excepción de la región clasificada como muy alta, en donde no se ha registrado ningún deslizamiento hasta el año 2001.

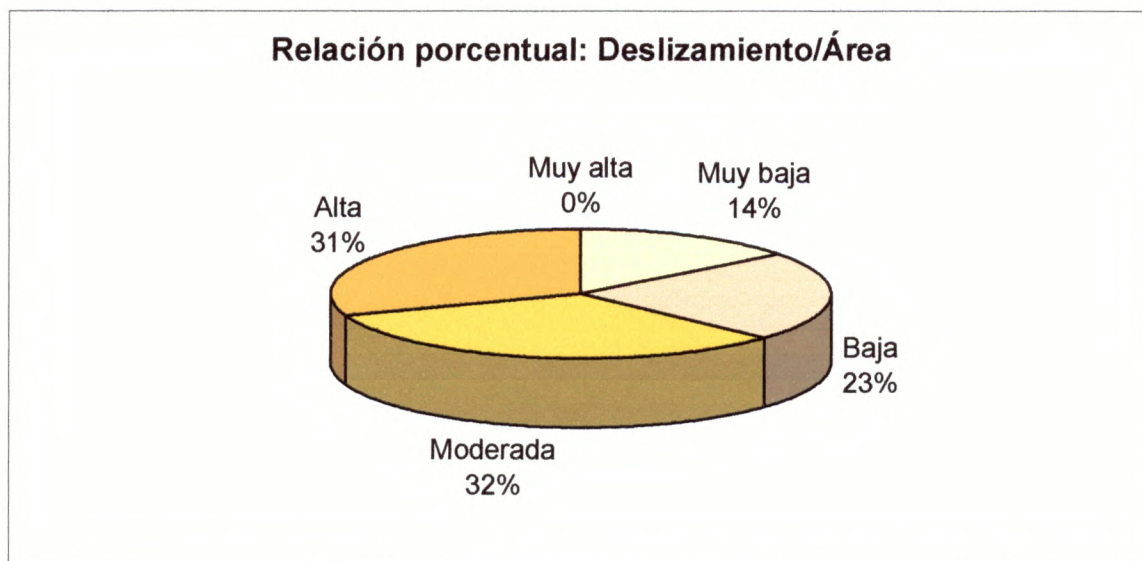


Figura 5.9. Relación porcentual entre los deslizamientos ocurridos al 2001 y el área de cada región clasificada por susceptibilidad al deslizamiento por sismo y lluvia.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

- Tomando en cuenta la limitante del número de datos con que se contó para la generación de la caracterización geotécnica, el mapa resultante de la susceptibilidad por deslizamiento utilizando el método Mora-Vahrson-Mora, se considera satisfactorio por tener mucha semejanza con otros estudios de susceptibilidad realizados.
- Utilizar parámetros geotécnicos o el tipo de suelo para valorar la litología, no altera considerablemente el mapa de susceptibilidad al deslizamiento, esto se observa al comparar los mapas generados con el método Mora-Vahrson-Mora (figura 5.3) y Mora-Vahrson (figura 5.5).
- Para lograr una buena caracterización de las unidades geológicas es necesario obtener un mayor número de registros de los que se logró recopilar, ya que, para relacionar la geotecnia con la geología, se debe hacer un análisis exhaustivo de una cantidad considerable de registros.
- La caracterización geotécnica de las unidades geológicas realizada en este trabajo, puede ser utilizada para prever problemas geológicos-geotécnicos en una zona o para planificar investigaciones, a la vez, para no utilizar valores comúnmente asignados a las propiedades geotécnicas.
- Tomando en cuenta solamente la susceptibilidad al deslizamiento y no la vulnerabilidad del área de estudio, la región clasificada con susceptibilidad Moderada según el método Mora-Vahrson-Mora, es la que ha presentado mayor relación deslizamiento/área.
- Las regiones clasificadas con un grado de susceptibilidad Alta y Muy Alta están ubicadas en regiones de topografía accidentada, como: cerros, volcanes y quebradas.

- Para un área de estudio como la de este trabajo, se necesita contar con un mayor número de registros para que al analizarlos estadísticamente se pueda escoger un valor más representativo de cada propiedad geotécnica.
- La metodología que se presenta en este trabajo puede ser utilizada para nuevos estudios de caracterización geotécnica que involucren la recopilación de información en entidades como: laboratorios de suelos y/o una investigación bibliográfica.

6.2. Recomendaciones.

- Realizar ensayos de laboratorio para establecer y/o validar una correlación entre el valor de N y las propiedades geotécnicas (ϕ y γ) para los suelos del área de estudio.
- Es recomendable establecer un área de estudio de acuerdo al nivel de detalle requerido, es decir, estudiar una colonia, ciudad, región, cuenca, etc. de esta forma, es factible realizar ensayos de laboratorio (SPT, Triaxial). Para ello se recomienda utilizar una cantidad mínima de 2 registros/km².
- Se recomienda utilizar la base de datos generada, así como el mapa de ubicación de estos, para elaborar una caracterización geotécnica de un área menor ubicada dentro del área de estudio del presente trabajo.
- Utilizar datos de pruebas triaxiales que consideren la medición de la presión de poros y así poder analizar las propiedades geotécnicas de los esfuerzos efectivos, ya que, al considerar los esfuerzos efectivos se anula la influencia que genera el agua en los poros del suelo.
- Debe completarse la caracterización de ϕ , cohesión y peso específico para las unidades b2, c3, s1 y s5'b, recopilando un mayor número de datos obtenidos de pruebas triaxiales únicamente, para no recurrir a correlaciones empíricas.
- Para uniformizar los cálculos del análisis estadístico de cada propiedad geotécnica para las unidades geológicas, se recomienda utilizar una misma densidad de registros en dichas unidades (# registros/km²).
- Para mejorar los cálculos del método Mora-Vahrson-Mora en un área de estudio específica, es recomendable elaborar una microzonificación sísmica.

- Utilizar el mapa de susceptibilidad al deslizamiento generado en este trabajo para combinarlo con un mapa de vulnerabilidad y así, obtener el riesgo de la zona de estudio.
- Se recomienda que el método Mora-Vahrson-Mora evalúe la incorporación de otros factores externos tales como: vegetación, escorrentía superficial, fallas geológicas, etc., para mejorar los cálculos de la susceptibilidad al deslizamiento, de igual forma, que exista la posibilidad de adaptar la valoración de los parámetros a una región específica.
- Elaborar un mapa de vulnerabilidad que pueda ser combinado con el mapa de susceptibilidad de este trabajo, con el fin de obtener un mapa de riesgo al deslizamiento.
- Se recomienda la creación de un centro de documentación de información geotécnica con el objeto de facilitar la elaboración de caracterizaciones geotécnicas, mapas de susceptibilidad a deslizamientos, etc.

BIBLIOGRAFÍA.

- Abramson, Lee W. [1996] "Slope stability and stabilization methods", Wiley, New York, E.E.U.U.
- Aguilar, Carlos E. [1998] "Incidencia de la calidad de las rocas en las obras de ingeniería". Centro de Investigaciones Geotécnicas. San Salvador, El Salvador.
- Aguilar Colato, R. A., Bendaña S., J. E., Cedillos O., R. A. [1984] "Criterios geotécnicos de microzonificación y estimación de las propiedades dinámicas de los suelos del Área Metropolitana de San Salvador". Trabajo de graduación presentado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Alas Deras, M. T., Bautista, R. M. y Tobar R., M. A. [1992] "Correlación de la resistencia a la penetración estándar (SPT) y el ángulo de fricción interna de los suelos. Parte II". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Alvarado Hernández, J. C., Campos V., S. E., y Pérez H., S. J. [1999] "Evaluación del peligro sísmico secundario para planeamiento urbano en El Salvador". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Amaya, C. y Hayem, E. [2000] "Introducción al estudio de los suelos parcialmente saturados e inicio de la caracterización de la tierra blanca del AMSS". Trabajo de graduación presentado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Arévalo Saade, C.E., Ramos H., M.E., Rivas C., O.A. [2001] "Deslizamientos: fundamentos, investigación y aplicaciones a los fenómenos desencadenados por los terremotos de Enero y Febrero de 2,001". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.

- Barahona Meléndez, M. S., Mendoza M., L. E., Orellana C., F. F., Ramírez M., A. U. [1996] "Análisis de las propiedades mecánicas del suelo compactado en el área metropolitana de San Salvador". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Barbat, A. W., [1982] "Cálculo sísmico de las estructuras", Editores Técnicos Asociados, Barcelona, España.
- Barrios López, H.L., Henríquez C., M.I. y Hidalgo S., M.H. [1987] "Investigación Geológica y Geotécnica del Río Acelhuate y Quebrada Arenal de Montserrat, Localización de Zonas Críticas y Recomendaciones de Obras de Protección". Trabajo de graduación presentado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Blanco, F. A., Burgos, E. A. y Mejía, M. [2002] "Estudio de amenazas por lahar en El Salvador, revisión de casos históricos y calibración de herramientas para la evaluación de amenaza". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Bommer, J., Rolo, R. y Méndez, P. [1998] "Propiedades Mecánicas de la Tierra Blanca y la Inestabilidad de Taludes". Revista ASIA No. 129, El Salvador.
- Braja M. Das [2001] "Principios de Ingeniería de Cimentaciones". Internacional Thompson Editores. México.
- Brizuela, B y Menjívar, L. E. [2002] "Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Caledonio, A. y Morales, L. [1984] "Estudio de las propiedades mecánicas de los suelos en el área metropolitana de San Salvador". Trabajo de graduación presentado para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Politécnica de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Calpa Jiménez, C., Jaramillo L., M., Pabón G., G., Pinto N., R. [2000] "Modelo Geológico y Geotécnico de Neiva". Sociedad Colombiana de Geotecnia. Colombia.

- Chuvieco, Emilio [1990] "Fundamentos de teledetección espacial". Ediciones Rialp, S.A., España.
- Comisión de Geotecnia y suelos de CASALCO [1986] "Consideraciones sísmicas, geológicas y geotécnicas sobre el comportamiento del subsuelo del área metropolitana por acción del sismo del 10 de Octubre de 1986". San Salvador, El Salvador.
- Estrada R., N.M., Lemus M., M. y Villena M., R.A. [1990] "Correlación de la resistencia a la penetración estándar (SPT) y el ángulo de fricción interna de los suelos. Parte I". Trabajo de graduación preparado para optar al grado de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- George B. S., Sowers, G.F. [1972] "Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones". Editorial Limusa Wiley, México.
- González de Vallejo L. [2002] "Ingeniería Geológica". Editorial Prentice Hall. España.
- Guzmán, M. y Burgos, R. [1980] "Propiedades Mecánicas de los Suelos del AMSS". Revista ASIA No. 58, El Salvador.
- Guzmán, M. y Melara, E. [1996] "Propiedades Ingenieriles del Suelo del AMSS". Revista ASIA No. 122, El Salvador.
- Harvey, J.C. [1994] "Geología para Ingenieros Geotécnicos". Editorial Limusa, México.
- Lambe, T., Whitman, R. V. [1972] "Mecánica de Suelos". Editorial Limusa. México.
- Mora Castro, S. y Vahrson, W. G. [1991] "Determinación "a priori" de la amenaza de deslizamientos en grandes áreas y utilizando indicadores morfodinámicos. Departamento de geología, instituto costarricense de electricidad". Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica y Escuela de ciencias geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Schmidt Thome, M. [1975] "La geología en el área de San Salvador (El Salvador, Centro América), una base para el desarrollo de la ciudad y el planeamiento". República Federal de Alemania.

- Sigudur Hrafn C. y Ledru, O. [1996] "Medidas remediales contra la amenaza por deslizamiento en el volcan de San Salvador, El Salvador". Tesis para Maestría en Ciencias del departamento de ingeniería civil y medioambiental del Royal Institute of Technology, Estocolmo.
- Turner, A. K., Schuter, R.L. [1996] "Landslides: investigation and mitigation", Nacional Academy of Sciences, E.E.U.U.
- Whitten, G. y Brooks, J. R. [1980] "Diccionario de Geología". Editorial Alianza, España.
- www.prisma.org.sv
- www.snet.gob.sv
- www.usgs.gov

GLOSARIO

Aglomerado	Rocas formadas por elementos heterogéneos.
Antrópico	Capa superior del suelo con un alto contenido en fosfatos derivados de un cultivo efectuado durante largo tiempo.
Deposito Coluvial	Materiales meteorizados y transportados por la acción de la gravedad; por ejemplo derrubios de ladera.
Compacidad	Es una medida de lo denso de un suelo granular y se define como:

$$C_r (\%) = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100$$

Denudación	Conjunto de los procesos que determinan la degradación o rebaje general de la superficie del terreno. Normalmente comprende los procesos de meteorización, transporte y erosión.
Derrubio	Material arrastrado suelto que se deposita en un lugar.
Desplome	Pliegue o colapso gravitacional.
Detrito	Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas.
Escarpe	Plano inclinado de la parte superior o cabecera de un talud.
Escoria	Término utilizado para describir una lava o una roca piroclástica que contiene huecos o amigdalas.
Estratificación	Disposición de los estratos de un terreno.
Facies	Conjunto de características que indican las condiciones ambientales en las que se formó una roca.
Falla	Rotura producida por en un estrato cuando la dislocación sobrepasa su límite de plasticidad.
Fenocristal	Cristal de gran tamaño que se ha producido como consecuencia de un enfriamiento lento del magma.
Fosa	Depresión entre dos macizos estables formada por una serie de fallas escalonadas con hundimiento progresivo
Geodinámica	Parte de la Geología y la Geografía física que estudia los fenómenos que tienen lugar en la corteza terrestre, y las modificaciones que en ella se originan.

Geología	Ciencia que estudia lo concerniente al planeta que habitamos, tanto lo que se refiere a su constitución general como local; composición, estructura, historia, desarrollo, etc.
Geomecánico	Perteneciente o relativo al equilibrio o alteración de la corteza terrestre.
Geomorfología	Parte de la geodesia, que trata de la figura del globo terráqueo y de la formación de los mapas.
Geotecnia	Parte de la geología aplicada que estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre, para el asiento de todo tipo de construcciones y obras públicas.
Hidrogeológico	Rama de la geología que se ocupa del estudio del ciclo de las aguas, especialmente las subterráneas.
Hidrostática	Parte de la mecánica que estudia el equilibrio de los líquidos y de los gases.
Hidrotermal	Depósito o roca formado por minerales cristalizados a partir de una solución acuosa y caliente de origen magmático.
Hornfels	Roca granuda de grano fino o medio, producida por metamorfismo de contacto. No presenta exfoliación, esquistosidad o alineamiento paralelo de minerales debido a metamorfismo, si bien pueden persistir organizaciones residuales (deposicionales o compresivas).
Intemperizado	Desintegración y descomposición de minerales y rocas por la acción atmosférica.
Interestratificación	Entre dos estratos, por ejemplo una colada de lava puede aparecer ínterestratificada entre dos estratos sedimentarios; una caliza puede estar ínterestratificada entre dos estratos de pizarra.
Isótropo	Dícese de un cuerpo cuando tiene las mismas propiedades en todas las direcciones.
Lacustre	Perteneciente a los lagos.
Ladera	Declive de un monte.
Lahar	Corrientes de lodo y depósitos que resultan de aguaceros torrenciales, de masas fundidas de nieve y hielo o de la ruptura de un lago de cráter, que actúan sobre el material piroclástico de grano fino y suelto (ceniza) en los flancos de un cono volcánico.
Lapilli	Denominación de unas gravas escoriáceas de origen volcánico, de tamaño intermedio entre las escorias y las cenizas.
Licuefacción	Fenómeno en el cual se provoca la pérdida de resistencia y rigidez del suelo debido a el incremento de la presión de poros y la consecuente disminución de los esfuerzos efectivos debido a la oscilación que provoca un sismo.

Litología	Parte de la Geología que trata de las rocas.
Lutítico	Rocas arcillosas.
Mesoamérica	Región de América Central.
Meteorización	Erosión producida en una roca por los agentes atmosféricos, los cambios de temperatura y, en general, por la intemperie.
Morfología	Parte de la geología que estudia las formas externas del relieve terrestre, su origen y formación.
Nivel freático	Plano que forma la superficie superior de la zona de saturación del agua subterránea. Por encima del nivel freático, las rocas no están saturadas. Cuando el nivel freático asciende puede llegar a alcanzar la superficie, originando entonces un manantial.
Piroclástico	Material sólido arrojado por una chimenea o conducto volcánico.
Píxel	Elemento de imagen más pequeño de una imagen digital.
Pizarras	Rocas arcillosas de metamorfismo regional de bajo grado, que han desarrollado una esquistosidad neta, pero que han recrystalizado poco, de forma que las rocas siguen teniendo grano muy fino.
Porfídica	Estructura de roca eruptiva en la que aparecen cristales más o menos aparentes (fenocristales) y una pasta de apariencia homogénea que los engloba.
Riolitas	Roca volcánica ácida de grano fino a vítreo. Mineralógicamente son similares a los granitos y microgranitos aunque desde el punto de vista químico parecen ser algo más ricas en Dióxido de Silicio.
Socavar	Excavar bajo la base de alguna cosa hasta minar su asentamiento y dejarla en falso.
Subsidencia	Proceso de hundimiento vertical de una cuenca sedimentaria por el relleno de una cuenca sedimentaria y el consiguiente peso de los sedimentos.
Susceptibilidad	Posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso, expresado en diversos grados cualitativos y relativos.
Tensiómetro	Instrumento para medir las tensiones superficiales.
Terraplen	Macizo de tierra o material selecto con que se rellena o se levanta el nivel de terreno para hacer una defensa, un camino y otra obra semejante.
Toba	Tipo especial de roca clástica, resultante de la agregación de lapilli y cenizas volcánicas, unidas por un cemento adecuado.
Tsunamis	Ola de gran longitud, provocada por seísmos submarinos y que avanza en todas direcciones a una velocidad de hasta 50 km/h.
Tubificación	Fenómeno en el cual la escorrentía arrastra material de suelo, creando así pequeñas cavernas en forma de tubos.

En este anexo se presentan las tablas que contienen los registros utilizados para realizar la caracterización geotécnica del área de estudio de acuerdo a la información recopilada y al tipo de complementación realizada.

LONGITUD	LATITUD	CLASIFICAC	COHESION	PESOEPEC	ϕ	N	UBICACION
477821	282251	ML	0.10	79.36	31.00	-	-
475185	290643	ML	0.11	81.84	32.80	-	-
472869	288464	ML	0.13	94.86	31.40	-	-
479806	283587	-	0.15	86.80	29.70	-	-
482933	285935	ML	0.15	86.80	29.70	-	-
480047	284078	ML	0.17	94.24	27.50	-	-
474162	289184	ML	0.19	74.40	24.20	-	-
475365	290996	ML	0.24	82.46	25.20	-	-
477761	282420	ML	0.26	93.62	25.00	-	-
473996	289092	ML	0.30	83.08	27.00	-	-
482197	287272	SM	0.31	81.22	24.30	-	-
482197	287534	ML	0.31	81.22	24.30	-	-
473621	288878	ML	0.33	78.12	34.20	-	-
475531	291196	ML	0.41	74.40	26.00	-	-
482739	288286	ML	0.42	68.82	23.60	-	-
474884	290075	ML	0.43	87.42	26.20	-	-
478288	282927	ML	0.61	83.70	24.00	-	-
475260	290797	ML	0.68	76.88	29.30	-	-
479099	283175	ML	0.72	81.84	30.30	-	-
475109	290489	ML	0.73	80.60	33.30	-	-
478633	283050	ML	0.98	75.64	26.80	-	-
480407	284324	ML	0.98	77.50	23.20	-	-

Tabla A.1. Información recopilada completa.

LONGITUD	LATITUD	CLASIFICAC	COHESION	PESOEESPEC	ϕ	N	UBICACION
477822	282682	SM	-	94.61	27.50	-	-
480888	284600	GP-GM	-	111.79	28.50	-	-
481294	284784	SM	-	99.39	30.00	-	-
481580	285275	SM	-	96.91	26.50	-	-
482542	285275	SM	-	94.18	26.00	-	-
482782	285659	SM	-	112.65	37.00	-	-
482738	286412	ML	-	92.69	33.00	-	-
482452	286811	SM	-	93.37	27.00	-	-
482152	287610	SM	-	90.15	26.00	-	-
482363	287825	SM	-	98.15	27.00	-	-
473080	288571	ML	-	100.44	37.00	-	-
474402	289322	SM	-	100.56	30.00	-	-
474703	289706	SM	-	105.21	33.00	-	-
475846	291395	ML	-	90.71	32.50	-	-
476162	291549	ML	-	97.53	36.00	-	-
473136	284822	ML	-	89.53	31.00	-	-
473632	284729	SW	-	100.19	27.00	-	-
474084	284681	ML	-	88.78	29.00	-	-

Tabla A.2. Información complementada utilizando la correlación empírica entre el tipo de suelo, el peso específico y el ángulo de fricción interna.

LONGITUD	LATITUD	CLASIFICAC	N	COHESION	PESO ESPEC	ϕ	UBICACION
-	-	ML	18	-	-	32.50	1a Av Norte. Colonia Militar
-	-	OL	12	-	-	31.00	1av Sur. San Salvador
-	-	SC	7	-	-	28.50	3a Calle Poniente. Colonia Escalón
-	-	SM	15	-	-	31.50	3Av Norte y Calle Arce
-	-	SM	14	-	-	31.00	59 Av Sur y Av Roosevelt
-	-	GP	55	-	-	42.00	8va Av. Sur y 10ma Calle Oriente. Barrio la Vega
-	-	ML	10	-	-	30.00	Av. Bernal. Ciudad Satélite

-	-	SM	11	-	-	30.50	Calle 5 de Noviembre. Colonia Guatemala
-	-	ML	11	-	-	30.50	Calle Caribe. Colonia Jardines de Guadalupe
-	-	ML	9	-	-	29.50	Calle el Ruiseñor. Lomas de Altamira
-	-	SC-OL	14	-	-	31.00	Calle el Zenzontle. Colonia Altamira
-	-	SP(SC)	12	-	-	31.00	Calle Lirio. Urbanización Maquilishuat
-	-	SP	21	-	-	33.50	Calle Los Abetos. Urb San Francisco
-	-	ML	20	-	-	33.00	Calle Víctor Mejía Lara. Colonia Escalón
-	-	SM	12	-	-	31.00	Cancha de futbol, Bosques del Matasano 3. Soyapango
-	-	ML	8	-	-	29.00	Capilla Montserrat
-	-	GC	51	-	-	41.50	Club Social Campestre
-	-	SC	12	-	-	31.00	Colegio Sagrado Corazón
-	-	SM-OL	28	-	-	35.50	Colonia Costa Rica
-	-	SM	26	-	-	35.00	Despensa de Don Juan. Antiguo Cuscatlán
-	-	ML	10	-	-	30.00	Despensa de Don Juan. S.S.
-	-	SM	20	-	-	33.00	Edificio B, Facultad de Ing Universidad de E.S.
-	-	SP	30	-	-	36.00	Edificio comercial Chacon. Calle Modelo
-	-	SM	19	-	-	33.00	Estadio Flor Blanca
-	-	ML	20	-	-	33.00	Facultad de derecho de Universidad de E.S.
-	-	SM	29	-	-	35.50	Facultad de medicina de Universidad de E.S.
-	-	SM	33	-	-	36.50	Freund Rábida
-	-	SM	16	-	-	31.50	Imprenta Nacional. Edificio Bolívar

-	-	ML	27	-	-	35.00	Instalaciones centrales de la PNC
-	-	ML	10	-	-	30.00	Instituto Hermanas Somascas
-	-	SM	41	-	-	39.00	Instituto del Cáncer
-	-	SC-OL	7	-	-	28.50	Lomas de San Francisco
-	-	SM	14	-	-	31.00	Parque de Pelota. Calle Manuel Enrique Araujo
-	-	ML	15	-	-	31.50	Pasaje y Residencial Miralvalle
-	-	SM-OL	8	-	-	29.00	Pje 2 Oriente. La Sultana 2
-	-	PP	26	-	-	35.00	Rancho Navarra
-	-	SM	11	-	-	30.50	Teatro Nacional
-	-	GC	32	-	-	36.50	Teatro Presidente
-	-	SC	20	-	-	33.00	Urb. La Esmeralda
-	-	SM	11	-	-	30.50	Urbanización Sierra Morena. Soyapango
-	-	SC	21	-	-	33.50	Comedor Ma Auxiliadora
-	-	SM	18	-	-	32.50	5ta Av Norte, entre 1a y 3a Calle Poniente
-	-	SM	28	-	-	35.50	65 av Sur. Colonia la Campiña
-	-	SM	32	-	-	36.50	9a Av Sur y 1a Calle Poniente
-	-	SM	27	-	-	35.00	Alam. Juan Pablo II y Av. Independencia
-	-	SM	15	-	-	31.50	Alcaldía de S.S. Alameda Juan Pablo II
-	-	SM	29	-	-	35.50	Autocentro. 49 Av. Sur
-	-	SM	17	-	-	34.00	Av Cuscatlán, entre Boulevard Venezuela y Calle Cisneros
-	-	PP	32	-	-	36.50	Av. El Boquerón. Urb. Cumbres de La Escalón
-	-	ML	16	-	-	31.50	Avenida La Capilla. Colonia San Benito

-	-	SM	24	-	-	34.50	Banco Salvadoreño. Calle Rubén Darío
-	-	SM	28	-	-	35.50	Boulevard del Ejercito
-	-	SM	15	-	-	31.00	Calle 5 de Noviembre
-	-	SC-OL	9	-	-	29.50	Calle El Progreso. Mejicanos
-	-	SM	38	-	-	38.00	Calle Gerardo Barrios cerca al Mercado Central
-	-	SM	20	-	-	33.00	Calle la Campiña, Residencial la Campiña
-	-	SM	26	-	-	35.00	Campus UCA
-	-	ML	41	-	-	39.00	Campus UCA
-	-	SC	24	-	-	34.50	Campus UCA
-	-	SC	22	-	-	34.00	Campus UCA
-	-	SM	12	-	-	30.50	CDI
-	-	GP	44	-	-	40.00	Col San Mateo. 49 Av Sur
-	-	SP(SC)	10	-	-	30.00	Colegio Sagrado Corazón. Colonia Escalón
-	-	SP	30	-	-	36.00	Colonia Altos de San Ernesto
-	-	SM	24	-	-	35.00	Colonia montecristo en San Marcos
-	-	SM-OL	12	-	-	31.00	Condominio las Margaritas. Lomas de San Francisco
-	-	SM	24	-	-	34.50	Estadio Flor Blanca. 49 Av. Sur
-	-	SP	20	-	-	33.00	Facultad de Odontología de Universidad de E.S.
-	-	GP	39	-	-	38.50	Feria Rosa. Alameda Manuel Enrique Araujo
-	-	SC	14	-	-	31.00	FISDL San Jacinto
-	-	GP	45	-	-	40.00	Frente a Molsa. Boulevard del Ejercito
-	-	SP	12	-	-	31.00	Hospital Benjamin Bloom. Boulevard de Los Héroes
-	-	SM	14	-	-	31.00	Hospital Zacamil
-	-	GC	42	-	-	39.00	Iglesia La Transfiguración

-	-	SM	24	-	-	34.50	Inst. Nacional San Luis. Soyapango
-	-	ML	26	-	-	35.00	IPSFA. Av. Roosevelt
-	-	SP	48	-	-	40.50	ISSS. 25 Av Sur y Alameda Juan Pablo II
-	-	SM	4	-	-	28.00	Kismet. Paseo General Escalón
-	-	ML	18	-	-	32.50	Librería de Universidad de E.S.
-	-	SM	12	-	-	31.00	Monumento en Plaza Libertad
-	-	SM	34	-	-	37.00	Oficinas de Didemo. Boulevard de Los Héroes
-	-	SM	68	-	-	44.00	Parque Centenario. alameda Juan Pablo II
-	-	SM	21	-	-	33.50	Parque Cuscatlán. Av Roosevelt
-	-	ML	9	-	-	29.50	Parqueo de Tabernáculo Bautista. Av. Olímpica
-	-	PP	32	-	-	36.50	Pasaje No 2. Colonia Campestre
-	-	SM	28	-	-	35.50	Paseo Gral. Escalón frente a Galerías Escalón
-	-	SC-OL	14	-	-	31.00	Plaza Villavicencio
-	-	SM	14	-	-	31.00	Polideportivo en Universidad de E.S.
-	-	ML	9	-	-	29.50	Pollo Tropical Masferrer. Av. Masferrer
-	-	SM-OL	39	-	-	38.50	Suc. Despensa de don Juan, antigua cooperativa de Fuerza Armada
-	-	SM	9	-	-	29.50	Sucursal Tapachulteca. 5ta Av Sur y Calle Rubén Darío
-	-	SM	24	-	-	34.50	Terminal de Occidente. Boulevard Venezuela

-	-	SC	21	-	-	33.50	Universidad El Salvador. Autopista Norte
-	-	SM	17	-	-	32.00	Urb. Residencial Santa Lucia
-	-	ML	27	-	-	35.00	Urbanización Siglo XXI
-	-	SM	14	-	-	31.00	Zona Feria Internacional. Col. San Benito

Tabla A.3. Información complementada utilizando la correlación empírica entre el valor de N y el ángulo de fricción interna.

LONGITUD	LATITUD	CLASIFICAC	N	COHESION	PESOEPEC	ϕ	UBICACION
-	-	SM-OL	-	1.44	-	22.00	Reperto Santa Marta, Río Acelhuate
-	-	SM	-	0.77	-	20.50	Colonia Las Palmas, Arenal de
-	-	-	-	0.72	-	34.00	Colonia Santa Alegría C. Delgado
-	-	-	-	0.66	-	29.00	Cementerio La Bermeja
-	-	-	-	0.60	-	35.00	Plantel IVU, Col Libertad
-	-	-	-	0.58	-	38.00	Reperto Santa Clara. San Jacinto
-	-	-	-	0.50	-	35.60	Edificio DGC
-	-	-	-	0.50	-	17.45	Ministerio de Relaciones Exterior
-	-	SM	-	0.27	-	37.50	Condominio Atonal. Río Acelhuate
-	-	-	-	0.21	-	26.00	San Antonio Abad
-	-	-	-	0.20	-	34.90	Antiguo edificio de Sismología
-	-	-	-	0.20	-	24.00	Urb Lomas de Altamira
-	-	-	-	0.19	-	34.40	Cumbres de la Escalón
-	-	-	-	0.17	-	32.45	Colonia San Francisco
-	-	-	-	0.17	-	44.83	Pje Valdés, Urb Metrópolis
-	-	-	-	0.15	-	25.46	Seminario San José de la Montaña
-	-	-	-	0.15	-	29.00	Urb Lomas de San Francisco
-	-	SM-OL	-	0.13	-	24.00	Av. 29 de Agosto. Arenal Monse

-	-	-	-	0.10	-	22.50	Colonia Amatepec
-	-	-	-	0.10	-	57.00	Externado San José
-	-	-	-	0.10	-	49.88	Hogar del niño en San Jacinto
-	-	-	-	0.10	-	24.60	Mercado de Soyapango

Tabla A.4. Registro para los que se obtuvo el valor de cohesión y ϕ , no así en de latitud y longitud.