

6. AMENAZAS NATURALES

6.1 AMENAZAS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Los fenómenos geológicos de Remoción en Masa son los causantes de la movilización de grandes volúmenes de materiales rocosos hacia niveles inferiores, bajo la acción directa de la gravedad y con participación variable del agua del suelo, del hielo y otros agentes.

Los fenómenos de remoción en masa ocurren como movimientos gravitacionales de variado carácter y magnitud, su clasificación se hace teniendo en cuenta el contenido de agua de los materiales, la velocidad de movimiento (lento, rápido), el tipo de movimiento (flujo, deslizamiento, desprendimiento, caída libre) y la clase de materiales que se mueven (masas de roca, detritos, material de suelo, mezclas).

5.1.1 Tipos de Fenómenos de Remoción.

La clasificación que se presenta a continuación es una combinación de los cuatro aspectos mencionados anteriormente y hacen referencia a los fenómenos que se presentan en el área del Municipio de Málaga, siendo: Deslizamientos, Reptación, Flujos, Derrumbamientos y Hundimientos.

5.1.1.1 Deslizamientos.

Son las manifestaciones más impresionantes de los fenómenos de remoción en masa, en las que grandes volúmenes de material meteorizado y/o bloques y masas de roca fresca, se desprenden de su lecho y se desplazan cuesta abajo (pendientes fuertes) como una sola unidad, sobre un plano inclinado o sobre una superficie cóncava, conservando su estructura y forma original.

Los factores desencadenantes de los deslizamientos son:

- Socavación de taludes por acción fluvial, torrencial o antrópica
- Movimientos sísmicos cuya intensidad de sacudimiento supera el límite de resistencia o estabilidad de la roca.
- Saturación de agua en los terrenos inestables, por infiltración de aguas de lluvia o por influencia de la capa freática.
- Activación de fallas geológicas por neotectonismo.

5.1.1.2 Reptación.

Es el movimiento lento del suelo y/o detritos rocosos cuesta abajo, por lo general no perceptible (salvo mediante reiteradas observaciones) que afecta la parte superficial de la ladera, la capa de suelo y en algunos casos la parte superior de la roca alterada.

Su ocurrencia está influenciada por la presencia de lluvias que saturan los suelos en ambientes húmedos y sobre laderas con pendientes moderadas, sean convexas o rectas. Además de la gravedad, intervienen en su desarrollo factores como:

- Cambios de volumen de los materiales por variaciones de temperatura o humedad (como la hinchazón de ciertas arcillas).

- Saltación de partículas por erosión pluvial
- Caída de árboles, de piedras.
- Laboreo del suelo; acción biológica
- El englobe de partículas y piedras durante las heladas

Por lo general los efectos de la reptación no son muy visibles, excepto sobre la vegetación y las estructuras construidas por el hombre. Se hacen evidentes por la presencia de árboles encorvados, postes de alumbrado y teléfonos inclinados, agrietamiento de paredes, ruptura de cercas, los cuales pueden llegar a derrumbarse.

5.1.1.3 Flujos.

Manifestaciones geodinámicas que incluyen varias formas de desplazamiento lento a rápido de materiales cuesta abajo, por la acción conjugada de la gravedad y la saturación con agua, bien sea en estado plástico (Solifluxión plástica; terracetas y patas de vaca; flujo terroso) o en estado líquido (solifluxión líquida, escarceos, lupias, golpes de cuchara, coladas de barro). Estos materiales se desplazan en forma difusa sobre pendientes empinadas a muy empinadas. Por lo general se caracterizan por presentar formas de lengua, con una cicatriz cóncava en la zona de despegue y una pústula alargada en el área de acumulación.

5.1.1.4 Derrumbamientos.

Incluye los movimientos y caída violenta de materiales rocosos de variables dimensiones, son llamados también desprendimientos y desplomes. Ocurren cuando la pendiente de un terreno es superior al ángulo de reposo (?30?), el material detrítico producido por fragmentación mecánica sólo se mantiene en

su sitio si la cohesión o fricción lo permite; En caso contrario, el material desequilibrado se desprende cae por su peso, bajo el efecto de la gravedad. Los ambientes más propicios para estos fenómenos son los taludes verticales de suelos o rocas bastante fracturados, los cortes de las carreteras, caminos, taludes ribereños.

Estos fenómenos se caracterizan por el movimiento desordenado, acompañado de fuertes ruidos. Un mecanismo particular lo constituye el desprendimiento de bloques rocosos de diferentes tamaños a manera de caída libre sin rozar con la superficie, debido a las pendientes verticales o subverticales. Los desplomes de materiales incoherentes en la base de pendientes menos empinadas, desestabiliza los materiales de la parte superior, promoviendo su desplome por gravedad.

5.1.1.5 Hundimientos.

Estos movimientos se dan por el desplazamiento del material hacia abajo. La causa más común es la remoción lenta del material debajo de la masa que se hundirá por falta de base o sostén. Los ejemplos más comunes son los sumideros en regiones calcáreas, los hoyos por disolución de las calizas y por acción de aguas ácidas con anhídrido carbónico (Co₂).

5.1.2 Tipo de Susceptibilidad.

Para lograr establecer las zonas de riesgo se realizó inicialmente el estudio de fotointerpretación de todas las fotografías que cubren la totalidad del área del Municipio, mediante el cual se logro un mapa preliminar que fue ajustado con verificaciones y observaciones de campo, el cual fue posteriormente superpuesto con los mapas geológico, de pendientes, Uso actual y potencial

del suelo, Isoyetas, erosión e hidrográfico, logrando delimitar y definir los sectores vulnerables o susceptibles a riesgos por fenómenos de Remoción en Masa, distribuidos en todo el municipio en dos (2) tipos de susceptibilidades o amenazas, esquematizadas en el Mapa No. 14 de Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción y Erosión.

- **Riesgo:** Condición futura que implica estar a punto de sufrir un contratiempo o daño a consecuencia de un acontecimiento peligroso.

- **Vulnerabilidad:** Es la probabilidad de sufrir el daño o ser afectado por un acontecimiento natural o inducido por el hombre.

5.1.2.1 Susceptibilidad Alta (Ra). Los sectores con riesgo de remoción alta son aquellos donde los procesos de remoción se manifiestan en todas sus formas: agrietamientos, hundimientos, desprendimientos, grandes deslizamientos, reptación acelerada y acumulación de aguas de escorrentia; estos procesos son acelerados por la excesiva deforestación, el sobrepastoreo y la cercanía a planos de fallas. Se presenta en terrenos donde las pendientes predominantes son quebradas y fuertemente quebradas (12-25% y 25-50%), con alternancia de rocas duras y blandas, con usos inadecuados del suelo.

Estas áreas susceptibles a remoción alta ocupan un área de 403,32 Hectáreas, cubriendo un 7,08% del territorio y se localizan en territorios de las veredas San Luis y Buenavista (entre la Quebrada La Magnolia y la vía Málaga – Bucaramanga), Pescadero (sector Pantano Hondo, sobre Quebrada Grande y cañada Pantano), Calichal (entre sectores Bucareche y Calichal, sobre vía a Concepción) y Guásimo (entre sectores Tablón y

Guásimo Bajo, en las márgenes del Caño Hierbabuena y la margen derecha del Río Servitá.

5.1.2.2 Susceptibilidad Moderada (R_m). Se presenta en áreas caracterizadas por presentar unidades blandas e intercalación de blandas con duras, de la Formación Rionegro y Tibú – Mercedes, altamente fracturadas y meteorizadas (afectadas por una fuerte actividad tectónica), sumado a la condición de actividad sísmica alta y moderada en el municipio. Las pendientes en estos sectores son quebradas y fuertemente quebradas (12-25% y 25-50%), presentan algunos usos inadecuados y subutilizados del suelo, que contribuyen junto a la actividad sísmica a la desestabilización del material rocoso generando una reptación moderada, agrietamientos y la ocurrencia de pequeños deslizamientos, que afectan notoriamente la vía Málaga – Concepción y la vía Málaga – Pantano Grande.

Estas áreas susceptibles a remoción moderada tienen una extensión 469,02 Hectáreas, que representan un 8,23% del territorio, cubriendo territorios de las veredas San Luis, Buenavista, Pescadero, pantano Grande y Calichal. Una franja se localiza en la parte alta del perímetro occidental del casco urbano, y otra al suroriente del mismo, siendo indispensable declararla zona de protección.

5.2 AMENAZAS POR FENÓMENOS DE EROSIÓN

La erosión consiste en el desgaste y modelado de la superficie terrestre producido por la escorrentía (aguas superficiales y de infiltración) y demás agentes móviles (viento, variaciones de la temperatura, la gravedad, los glaciares), que puede llevarse a cabo como un proceso normal (erosión

geológica) o en forma anormal (erosión acelerada del suelo), según las condiciones imperantes en cada región y de acuerdo a la intervención positiva o negativa del hombre.

EROSION ACELERADA. La erosión acelerada afecta principalmente al suelo y es un proceso denudativo más fuerte y rápido que la erosión normal o geológica, debido a un cambio brusco en las condiciones imperantes en una zona, cambio que se debe en gran parte a las actividades del hombre.

Es indudable que la actividad humana puede alterar las condiciones de los suelos y originar un desequilibrio ecológico, pero se considera que también existen ciertos factores naturales capaces de iniciar una erosión de las mismas características, tales como:

- a. Los fuertes y bruscos cambios climáticos.
- b. Las deforestaciones extensas producidas por incendios forestales en intensos veranos.
- c. La remoción en masa estimulada por movimientos sísmicos y la subsecuente exposición a la acción de la escorrentía, tanto de la cicatriz de despegue como de la superficie cubierta con los detritos coluviales.
- d. Los microclimas secos
- e. El avance de los desiertos hacia zonas productivas, por la acción eólica.

En la erosión acelerada, la proporción de suelo removido se incrementa enormemente en un lapso de tiempo relativamente corto, hasta el punto de que la pérdida del mismo sobrepasa a la meteorización y desarrollo de éste, originando laderas y cimas casi continuamente desnudas, con afloramientos de la roca subyacente, o si no se manifiesta como patrones de cárcavas, barrancos y surcos que truncan los perfiles de suelos formados con anterioridad en condiciones normales.

Por tratarse de un fenómeno relativamente localizado, la erosión acelerada puede ser controlada por el hombre o al menos disminuida en sus efectos a menudo desastrosos.

5.2.1 Tipos de Erosión.

La erosión de los suelos por el agua puede ser en forma laminar o concentrada.

5.2.1.1 Erosión Laminar. Se refiere a la remoción más o menos uniforme de una lámina delgada de suelo de una superficie inclinada, sin que se formen claramente canales de desagüe.

En la erosión laminar intervienen dos procesos erosivos fundamentales: a) el desprendimiento de partículas de suelo por la lluvia y b) el alejamiento y transporte de dichas partículas por escurrimiento difuso. Cuando cae un aguacero sobre un terreno desnudo, el efecto mecánico del impacto de las gotas de lluvia consiste en romper los agregados del suelo, produciendo saltación de partículas cuesta abajo, o sea erosión pluvial. Parte del agua de las lluvias se infiltra a mayor o menor velocidad según la permeabilidad de los materiales; el resto escurre por la superficie, en las cimas e interfluvios en un patrón difuso de canalículos independientes que pueden cambiar de curso después de cada aguacero.

El conjunto de canalículos produce sobre toda la superficie afectada un arrastre uniforme de las partículas sueltas de suelo, a modo de película, las que eventualmente se acumulan en la base de las laderas; ésta es la erosión laminar.

Este tipo de erosión sólo llega a detectarse cuando el horizonte A de los suelos es removido totalmente, y aflora el horizonte B o el C, generalmente de colores más claros, originando en las cimas de las montañas y colinas, en los interfluvios y áreas convexas de terrenos ondulados las denominadas **Calvas de erosión**. Cuando alcanzan un grado severo puede aflorar roca continua, o un empedramiento a partir de los elementos más gruesos que no pudieron ser transportados.

5.2.1.2 Erosión Concentrada. Se desarrolla a partir de la erosión laminar con la cual no tiene un límite definido; la remoción del suelo ocurre en mayor cantidad a lo largo de pequeño canales formados por alguna concentración de escorrentía. Ocurre en suelos poco permeables o con pendientes empinadas, o cuando la intensidad y duración de los aguaceros son altas, en cuyo caso los canalitos difusos pueden llegar a conectarse unos con otros hasta encauzarse y entallarse cuesta abajo, mediante el socavamiento y transporte de partículas de suelos hasta el pie de las laderas. El desprendimiento de partículas se origina principalmente por la energía del flujo de agua y no por erosión pluvial.

La erosión concentrada se manifiesta en forma de surcos y cárcavas.

- **Erosión en Surcos:** Cuando los canalitos difusos se conectan forman estrechos, superficiales (menos de 33 centímetros de profundidad) e intermitentes cursos de agua, denominados surcos de erosión, que son lo suficientemente pequeños como para borrarse con uso de los implementos corrientes de labranza.

- **Erosión en Cárcavas:** Es una erosión en surcos muy avanzada, que disecta tan profundamente el suelo que el terreno no puede nivelarse con los instrumentos de labranza ordinarios. Este tipo de erosión ocurre cuando el escurrimiento en un declive aumenta en volumen o velocidad, lo suficiente como para disectar profundamente el suelo, o bien cuando el agua concentrada corre por los mismos surcos el tiempo suficiente para ocasionar entalladuras profundas; también por alimentación subsuperficial.

Por consiguiente, la intensidad y amplitud de la formación de cárcavas guarda una íntima relación con la cantidad de agua de escurrimiento (intensidad de los aguaceros) y la velocidad de ésta; además, están reguladas por las características de los suelos (permeabilidad, cohesión), del relieve, del clima y de la cobertura vegetal protectora. De este modo las cárcavas pueden tener dimensiones muy variadas, desde estrechas y poco profundas (menos de un metro), hasta muy amplias y de varios metros de profundidad (30 x 15 m o mayores aún). El perfil transversal de las cárcavas puede ser en V o en U, según los materiales afectados sean de texturas finas o compactas y resistentes a la entalladura, o en defecto de texturas más gruesas, con menor cohesión y menor resistencia al socavamiento.

Un patrón intenso de cárcavas, surcos y calvas de erosión laminar, que inhabilitan un terreno para cualquier explotación agropecuaria y que le comunican al paisaje un aspecto desolador, recibe el nombre de tierras malas o "bad lands".

5.2.2 Intensidad de Erosión.

Es la categorización espacial o areal de la ocurrencia de erosión en cierta zona, de acuerdo al tipo de erosión que se presenta, la frecuencia de la misma y el dimensionamiento espacial (profundidad, longitud). La intensidad de erosión se establece tanto cualitativa como cuantitativamente, definiéndose cinco categorías en diferentes áreas del municipio con tendencia y presencia de cierto grado de erosión, calificado como severo, moderado, bajo, muy bajo y nulo. Estas áreas se esquematizan en el mapa No. 14 de Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en masa y Erosión.

5.2.2.1 Erosión Moderada (E_m).

Es la intensidad de erosión más prevaleciente en el municipio, se manifiesta por erosión laminar (calvas de erosión) y erosión concentrada en forma de surcos y cárcavas hasta de 1,5 m de profundidad, actúa principalmente en suelos residuales de la Formación Tibú-Mercedes y Rionegro.

El desarrollo de las actividades agropecuarias en forma inapropiada sobre pendientes mayores del 12% es la causa principal de esta erosión, ya que los surcos de los cultivos se hacen en la misma dirección de la pendiente, permitiendo los flujos de agua de escorrentía con velocidad; así mismo, el laboreo del suelo para los cultivos limpios y anuales deja al descubierto la capa orgánica facilitando la remoción de partículas por el agua lluvia. Aunque en las áreas de cultivos permanentes se desarrollan actividades agroforestales, la forma y distribución de los árboles de sombra y protección de suelo no es la apropiada para retener la acción de las aguas y de los procesos de remoción. La ganadería se desarrolla dejando los terrenos desprovistos de árboles sin obstáculos para la acción de las aguas de

escorrentía y facilitando los procesos de remoción y erosión por el sobrepastoreo en pendientes inclinadas.

La erosión moderada (Em) se presenta tanto en forma laminar como concentrada, caracterizada por la presencia de calvas de erosión, surcos hasta de 30 cms de profundidad y cárcavas de hasta 1,0 metros de profundidad y menos de un metro de ancho, ocupando un área de 310,64 Hectáreas que corresponden a 5,45% del territorio municipal, localizada en las veredas de Tierra Blanca, Pescaderito, Pescadero y Pantano Grande.

5.2.2.2 **Erosión Baja (Eb).** Se presenta en las pendientes quebradas, donde se desarrollan actividades agropecuarias; la erosión se manifiesta principalmente en erosión laminar y surcos de hasta 20 cms de profundidad y 20 cms de ancho. Se localiza en las veredas Buenavista (sobre Quebrada La Magnolia), Barzal y Guásimo (sector Tablón), ocupando un área de 105,70 Hectáreas que corresponden a un 1,85% del área total del municipio.

5.3 AMENAZAS POR ACTIVIDAD SÍSMICA

El Territorio del municipio de Málaga se sitúa en una región de actividad tectónica alta, de acuerdo con los estudios para la determinación del grado de amenaza sísmica de las diferentes regiones del país, realizados por la asociación Colombiana de la Ingeniería sísmica (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98), cada zona tiene un coeficiente de aceleración dependiendo de las condiciones del Terreno: Fallas Topográficas o geológicas, otros, lo que indica que entre mas alto sea el coeficiente de aceleración mas alta será la susceptibilidad del terreno a la amenaza sísmica, y más posibilidades las estructuras de las edificaciones de

ser susceptibles ante el evento de las Ondas Sísmicas y es directamente afectado por la los planos de las Fallas de Baraya y Servitá. De acuerdo a las NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE las zonas de amenaza sísmica se clasifican de acuerdo a dos parámetros:

A_a = Coeficiente que representa la aceleración pico esperada (en una actividad sísmica o temblor), para diseño, según la región.

A_d = Coeficiente que representa la aceleración pico esperada (en una actividad sísmica o temblor), para el umbral de daño.

Con lo cual se establecen tres zonas de amenaza sísmica, así:

- **Zona de Amenaza Sísmica Baja:** es el conjunto de lugares en donde **A_a** es menor o igual a 0.10.
- **Zona de Amenaza Sísmica Intermedia:** es el conjunto de lugares en donde **A_a** es mayor de 0.10 y no excede 0.20.
- **Zona de Amenaza Sísmica Alta:** es el conjunto de lugares en donde **A_a** es mayor que 0.20.

De acuerdo a esta clasificación, el Departamento de Santander se localiza en Zona de Amenaza Sísmica Alta y se definen los valores de **A_a** y **A_d** para cada una de las poblaciones del Departamento, teniendo el Municipio de Málaga (Casco Urbano) las siguientes características:

A_a	A_d	Zona de Amenaza Sísmica
0.20	0.05	INTERMEDIA

Fuente: Normas SISMO-RESISTENTES-98

En cuanto a actividad sísmica local, es decir la influencia de las fallas geológicas existentes en el municipio, existen dos zonas de riesgo o

amenaza sísmica en el territorio municipal, esquematizadas en el mapa No. 15 de Amenazas Naturales.

5.3.1 Amenaza Sísmica Alta (Sa).

El riesgo por actividad sísmica alta se debe a ser un área de influencia de las fallas geológicas que afectan el territorio municipal, como son la Falla del río Servitá, falla de Málaga, Falla El Alto, Falla El Término, Falla Calichal, falla Agua Blanca, Falla Buenavista, Falla Guásimo y Falla Alisal. Las áreas de riesgo alto se localizan a lado y lado de cada uno de los planos de falla, abarcando 100 metros de influencia directa, teniéndose una franja más ancha en las intersecciones de las fallas. La zona de amenaza sísmica alta, es vulnerable a la liberación brusca de energía en los temblores, provocando un alto grado de fracturación en las rocas; cubre una extensión de 509,09 Hectáreas que representan el 8,93% del territorio municipal, cubriendo territorios en todas las veredas del municipio.

5.3.2 Zona de Amenaza Sísmica Moderada (Sm).

Es la zona que cubre mayor área municipal, abarcando 5.189,83 Hectáreas que corresponden al 91,07% del territorio, incluyendo el casco urbano, donde la energía liberada en un temblor se disipa rápidamente con menor riesgo de producir daños materiales.

5.4 AMENAZAS DEL CASCO URBANO

El casco urbano del Municipio de Málaga presenta vulnerabilidad a desprendimientos de tierra, socavación de vías, agrietamientos, hundimientos y pequeños deslizamientos y actividad sísmica, debido a que ciertos sectores están sometidos a fenómenos de remoción en masa y erosión, cuya intensidad se refleja en el mapa No. 44 Mapa de Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción y Erosión urbanos.

5.4.1 Susceptibilidad a Remoción Alta (Ra). Este riesgo se presenta al suroeste del casco urbano en el sector del barrio María Auxiliadora, una pequeña franja al sureste sobre el sector del barrio Naranjitos y otra sobre la margen derecha de la vía Málaga – San José de Miranda, en la carrera 6B; cubriendo un área de 0,62 Hectáreas, es decir, 0,21% del territorio urbano. En esta zona hay ocurrencia de deslizamientos y reptación en inmediaciones de las casas y algunas viviendas presentan agrietamientos.

5.4.2 Susceptibilidad a Remoción Moderada (Rm). El riesgo se manifiesta en pequeños desprendimientos, agrietamientos y reptación, localizados en el límite occidental del casco urbano, distribuidos en pequeñas franjas de sur a norte; otras franjas en el límite norte y al suroriente, en sectores no poblados; el costado sur de la loma del pavo, los taludes de la vía a Molagavita en el sector Laureano Gómez y el límite oriental del barrio naranjitos presentan esta susceptibilidad moderada. Estas zonas cubren un área de 15,48 Hectáreas que representan un 5,27% de la superficie urbana.

5.4.3 Susceptibilidad a Remoción Baja (Rb). La susceptibilidad baja es donde los deslizamientos son nulos y la reptación imperceptible, se presenta en la mayor parte del territorio urbano, cubriendo un área de 251,92 Hectáreas que representan el 85,76 % del área del casco urbano.

5.4.4 Susceptibilidad a Erosión alta (Ea). El riesgo es causado por la fuerza de socavación y erosión de las Quebradas La Magnolia y Los Molinos, afectando el sector del centro entre la calle 10 y las carreras 6ª y 7ª ; frente a la Estación de servicio de la carrera 6B; sobre la calle 16A entre carreras 10ª y 10A, donde se presentan agrietamientos y hundimientos en las vías y algunas viviendas y afectación de obras civiles; cubre un área de 0,27 Hectáreas que representan el 0,092% del territorio urbano.

5.4.4 Susceptibilidad a Erosión Moderada (Em). Este riesgo se manifiesta por socavación de las quebradas La Magnolia, Los Molinos, Tajamar y un afluente de la Barmalaga, se presenta porque la fuerza de la corriente golpea el talud de los márgenes de la quebrada y va arrastrando material. Ocupa un área de 19,77 Hectáreas que representan el 6,72 % de la superficie urbana.

5.4.5 Susceptibilidad a Erosión Baja (Eb). Se presenta al oriente del perímetro urbano, al nororiente de la pista del aeropuerto, donde se presentan calvas de erosión; la erosión se debe a la acción de aguas de escorrentía sobre el talud que forma el cambio de pendiente. Ocupa una extensión de 3,12 Hectáreas que representan un 1,06% del área urbana.

5.4.5 Inundación (I). Se presenta sobre los depósitos aluviales de la Quebrada Barmalaga, se deben al cambio de pendiente de la corriente, que al descender de un relieve quebrado y encontrar una pendiente ligeramente

inclinada a ligeramente plana, desborda su cauce, inundando en periodos lluviosos, afectando los terrenos al norte de la pista del aeropuerto y unos tramos de la vía a Concepción. Esta zona inundable ocupa un área de 2,56 Hectáreas que representan un 0,87 % del territorio urbano.

