# ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONTRATAR LA CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS QUE PERMITAN DEFINIR LA AMENAZA A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN CON EL FIN DE CONTRIBUIR A LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS SECTORES CRÍTICOS ESTABLECIDOS POR LA ALCALDIA MUNICIPAL DE FLORIDABLANCA, SANTANDER

## 1.OBJETO

Ejecutar la consultoría para realizar los estudios que permitan definir la amenaza ante movimientos en masa y diseño de obras de mitigación con el fin de contribuir a la gestión del riesgo en los sectores críticos establecidos por la administración Municipal.

## 2. DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

El plazo para ejecutar los estudios es de cuatro (4) meses contados a partir de la suscripción del acta de inicio del contrato.

## 3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La secretaria de Infraestructura requiere realizar el estudio a fin de determinar el nivel de amenaza por movientes en masa y las obras de mitigación necesarias, para lo cual se requiere realizar las siguientes actividades en diferentes zonas críticas afectadas por estos proceso:

- Recopilación, análisis información secundaria
- Levantamiento topográfico
- Estudio geológico
- Estudio geomorfológico
- Investigación geotécnica
- Análisis hidrológico e hidráulico
- Análisis condiciones de amenaza sísmica de acuerdo a la NSR-10
- Determinación modelos geológicos-geotécnicos
- Análisis de Estabilidad
- Zonificación de amenazas
- Diseño de medidas de mitigación
- Productos cartográficos

### 3.1. Topografía

Para las áreas de estudio se deberá realizar un levantamiento topográfico a escala 1:1000 o más detallado, de acuerdo al área de estudio, con curvas de nivel cada un (1) metro o en mayor detalle. Se deberá construir un documento de topografía que incluya: memorias y planos (escala 1:1000 o más detallada).

El contenido básico del informe será: Introducción, Objetivo, Metodología, Información primaria, Información secundaria, Resumen de levantamientos topográficos, Resultados Obtenidos, fotografías del trabajo de campo y anexos (certificados placas IGAC, si no existen las placas IGAC, deberá entregar el procesamiento y ajuste de los puntos GPS), cartillas con descripción, accesos, coordenadas y cotas de mojones, referencias y placas auxiliares, así como los documentos que considere pertinentes y que soporten los resultados obtenidos), así como la información base que haya utilizado el topógrafo (planos, planchas, fotografías aéreas, imágenes satelitales etc.).

### 3.2. Estudio Geológico

Se realizará el levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala 1:1000 o más detallada y con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo, el cual deberá acompañarse de una descripción geológica que contemple la información de estratigrafía, descripción litológica, referencia de edad y origen, espesor, distribución y posición en la secuencia de las distintas unidades litológicas en el área de estudio, adicionalmente, se realizará la geología estructural, en donde se realizará la identificación de fallas, estructuras anticlinales y sinclinales, y diaclasas cuando se trate de un macizo rocoso, en especial con afloramientos en el área de estudio y establecer la diferenciación de bloques estructurales. Teniendo en cuenta el nivel de detalle, la geología se debe realizar en unidad de roca, preferiblemente asociándola a la formación a la que pertenece.

El estudio se deberá complementar con planos en planta, secciones transversales y elementos geológicos de carácter regional, si éstos son esenciales para la conformación del modelo geológico-geotécnico local.

Los estudios a desarrollar deben contener a nivel de detalle los siguientes aspectos:

Litología: Identificar las Unidades Geológicas Ingenieriles - UGI. Describir la roca y/o el deposito que allí se encuentra, estableciendo su estado con fines ingenieriles. El nivel de detalle da para diferenciar las variaciones de meteorización. En ningún caso deberá copiar las descripciones de otros autores, la descripción será local. Dicha descripción deberá incluir para la roca y otras unidades identificadas su extensión, espesor, orientación, distribución de los depósitos superficiales (roca débil, dura, etc.), propiedades texturales, composicionales y estructurales (unidad, color, grado de

meteorización, tectónica y neo tectónica, grado de compactación, aptitud de las discontinuidades, relleno de discontinuidades). Definir las variaciones estratigráficas. Todo lo anterior deberá incluirse en las memorias y ser consecuente con los mapas, para ello debe incluir un registro fotográfico (descrito y georeferenciado) que sustente las unidades geológicas halladas. En el caso de existir depósitos cuaternarios deberán ser descritos de manera puntual y local, incluyendo dimensiones y espesor. Las descripciones de ninguna manera serán copiadas de algún estudio previo sino corresponderán a la descripción local.

Plano Geológico Detallado: Debe contener: Nomenclatura geológica y estratigráfica del Servicio Geológico colombiano - SGC. Cartografía de todas las unidades UGI presentes en el área de estudio, datos estructurales (foliación, diaclasamiento, fallas, buzamientos, etc.) líneas de contacto geológico. Leyenda. Ubicar apiques, afloramientos estudiados, diferenciando las variaciones en cuanto a meteorización. Referenciar la fuente de la base cartográfica. Escala numérica y gráfica. Ubicar el norte. Valores de las curvas de nivel. Coordenadas, curvas índices de nivel con sus valores. Escala 1:1000 o más detallada.

Perfil estratigráfico detallado: a) Escala vertical debidamente cuantificada. b) Tipos de material geológico. c) distribución de los materiales con la profundidad. d) Espesor y extensión vertical de cada manto o espesor de material homogéneo. e) Características físicas, color, tamaño de los granos, naturaleza de la estratificación, dureza, coherencia, diaclasamiento. f) Características especiales físicas o químicas, cementantes, calcáreos, silíceos, etc., concreciones, depósitos minerales. g) Distribución y extensión de las zonas de meteorización. h) Diferencias entre las zonas de materiales meteorizados y sanos. i) Detalles de la estructura, estratificación, buzamientos, etc. j) La estratigrafía debe estar correlacionada con los sondeos realizados. El principal objetivo de este perfil será el permitir identificar el grado de humedad y las variaciones del estado de la roca en este sector; la descripción incluirá información vertical y lateral de la situación de la ladera. Referenciar la columna en el mapa geológico.

Cortes geológicos representativos: Para la situación específica de las laderas. Deben mostrar las unidades estratigráficas y estructuras geológicas identificadas. Los perfiles geológicos deben incluir como mínimo la siguiente información: a) Extensión y localización horizontal y vertical de los materiales y los detalles estructurales. b) Extensión horizontal y vertical de los procesos de meteorización. c) Localización en el perfil de las fallas y contactos geológicos. d) Especificación de las pendientes del terreno. e) Perfil de los deslizamientos, cárcavas de erosión, etc. f) Localización de los niveles freáticos, acuíferos y corrientes de agua subterránea. g) Ubicación en el mapa geológico.

Geología estructural: Teniendo en cuenta la situación estructural del sector se debe explícitamente definir los rasgos estructurales o tectónicos hallados (diaclasas, pliegues, estrías, cerros aislados, etc.) que permitan caracterizar las condiciones propias del área del estudio. Se deberá identificar y cartografiar las fallas y zonas de falla (activa o inactiva, local y regional), densidad de diaclasas, aptitud de estratos, diaclasas y foliaciones, cuando se trate di un macizo rocoso. Descripción de la situación estructural en contexto regional y local principalmente, indicando la influencia de fallas principales y menores del sector. Mostrar las zonas donde las estructuras son desfavorables y generarían inestabilidad. En caso de no encontrar localmente ningún rasgo, aclarado en las memorias.

### 3.3. Estudio Geomorfológico:

Se efectuará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución. De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los movimientos en masa y erosión.

El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por movimientos en masa identificados será trabajado y presentado sobre una base cartográfica a escala 1:1000 o más detallada, con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo.

Geomorfología: Identificar las geoformas a nivel detallado, describirlas y presentarlas en un plano geomorfológico (escala 1:1000), dicho mapa deberá contener la identificación de los procesos morfodinamicos. Identificar la presencia o ausencia de deslizamientos antiguos, recientes y niveles de terraza aluvial, precisar los tipos de fallas en ladera más probable, y las características geomorfológicas asociadas a la morfodinamica y mofometria que dan indicios de estabilidad o inestabilidad del terreno al igual que las evidencias mostradas por la vegetación.

Mapa de pendientes: Identificar la pendiente de las laderas y describir los rangos de pendiente encontrados en el área estudiada, relacionando la resistencia de los materiales existentes sobre estas teniendo en cuenta las propiedades estratigráficas, geológicas, litológicas y estructurales previamente caracterizadas. Utilizar los siguientes rangos de pendientes: 0% - 3%, 3% - 7%, 7% - 12%, 12% - 25%, 25% - 50%, 50% - 57%, 57% - 75%, 75% - 100%, >100%.

En las memorias se deberá especificar el rango utilizado, y describir las diferentes pendientes halladas indicando la relación con los procesos morfodinamicos. El mapa de pendientes (escala 1:1000 o más detallada) deberá incluir las delimitaciones del área a utilizar.

La cartografía del componente geológico deberá ser a escala 1:1000. o más detallada, Todos los componentes deberán estar de acuerdo con los estándares de presentación de información geológica: terminología propia de esta ciencia y nomenclatura oficial del Servicio Geológico Colombiano, para UGI, y unidades geomorfológicas.

### 3.4. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad

Será complementario a los trabajos de geomorfología e implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad.

Cada uno de los procesos deberá georeferenciarse, definiendo su localización exacta, su extensión y el área de influencia por su progresión o retrogresión, los cuales serán presentados sobre una base cartográfica a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo.

## 3.5. Estudio Hidráulico:

### 3.5.1. Evaluación del Drenaje Superficial

El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los movimientos en masa que afectan el área o que se podrían generar.

Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación.

### 3.5.2. Estudio hidráulico e hidrológico

El objeto primordial del estudio hidrológico e hidráulico es conocer las condiciones bajo las cuales deben funcionar las obras de manejo y control de los flujos superficiales y subsuperficiales y establecer primordialmente las variaciones de niveles en el área de estudio para periodos de recurrencia entre 10 y 100 años. Para el nivel máximo de aguas en el tramo y conforme los requerimientos del diseño, se establecerá la profundidad de socavación

posible teniendo como base la información obtenida de secciones transversales que se tracen y evalúen en el área de estudio.

Para la realización de diseños de obras en el sector de interés, se debe reconocer primero las condiciones principales que caracterizan desde el punto de vista hidrológico e hidráulico en el área de estudio y su entorno. Ello permitirá obtener una mayor confiabilidad en las decisiones de diseño a tomar, así como una referencia para la programación y selección del periodo de ejecución de las obras.

La modelación de diseño en la cuenca estudiada, mediante las siguientes tareas:

- Calculo de coeficientes de rugosidad (Manning)
- Tránsito de varias avenidas
- Calculo de erosión y socavación
- Diseño de obras de mitigación
- Tránsito de avenidas teniendo en cuenta las obras planteadas
- Mapeo de amenazas por inundación.

Algunas de las partes que conforman esta actividad son: hidrometeorología, hidrología, caracterización climatológica, temperatura, humedad relativa y brillo Solar; deberá realizarse una caracterización de la precipitación, distribución espacial, distribución temporal, un análisis hidráulico y de dinámica fluvial (teniendo en cuenta un periodo mínimo de 30 años).

### 3.6. Sismología

Las condiciones de amenaza sísmica a utilizar serán las obtenidas de la aplicación de normatividad nacional que se encuentre vigente (NSR-10, titulo A y Titulo H) y del estudio de Zonificación Sismo-geotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga de 2001, o la que resulte aplicable a la luz de las modificaciones que en la normatividad se introduzcan progresivamente y que estén vigentes al momento de este estudio específico.

### 3.7. Exploraciones del subsuelo

Programa de exploración directa basada en apiques, trincheras, barrenos o perforaciones, para determinar con precisión las características y parámetros

geotécnicos de los diferentes materiales para las áreas identificadas, incluyendo los suelos y rocas involucrados en los procesos de movimientos en masa. Las muestras provenientes de las perforaciones mecánicas que se realicen deberán ser extraídas con broca de diámetro HQ mínimo.

La exploración de campo se debe realizar de acuerdo al formulario de cantidades y precios del presente proceso (VER ANEXO).

Realizar mínimo las cantidades de exploración estipulada en el formulario de cantidades, con adecuado cubrimiento del área de estudio. Los cuales servirán para estimar el nivel freático y las condiciones de meteorización de la roca.

El número de sondeos finalmente ejecutados, debe cubrir completamente el área estudiada: áreas ocupadas o no.

La ubicación de los sondeos debe presentarse en el mapa de localización de exploración geotécnica.

Adjuntar los reportes de los sondeos realizados con la siguiente información mínima:

- Número del sondeo.
- Localización y coordenadas del sitio del sondeo.
- Método de perforación (percusión, lavado, rotación con aire, lodo o agua, etc.).
- Diámetro de la perforación.
- Profundidad de la perforación.
- Cota de la superficie del terreno en el sitio de la perforación.
- Referencia del equipo de perforación
- Descripción detallada del perfil estratigráfico obtenido con base en las muestras obtenidas.
- Descripción de las muestras obtenidas: Las muestras obtenidas en los sondeos se deben describir técnicamente en cuanto a color, litología, nivel de meteorización, textura, fábrica, tamaño de partículas, forma u angulosidad de las partículas, gradación, minerales presentes, estructura, materia orgánica y raíces, porosidad, consistencia o resistencia, humedad y expansividad.
- Número de referencia y profundidad de cada muestra.
- Resultados de los ensayos de campo realizados en el sondeo (golpes/pie, etc.).
- Porcentaje de muestra recuperada.
- Sistema de muestreo utilizado (tubo partido, tubo de pared delgada, etc.).
- RQD de las muestras de roca.

- Profundidad de los sondeos: Mínimo serán de 10 metros.
- Establecer el nivel freático en los sondeos.

### 3.7.1. Programa de ensayos de laboratorio

De acuerdo con los resultados de la exploración del subsuelo y de las características de los materiales encontrados, se deberá formular un plan de ensayos de laboratorio que permita hacer una adecuada caracterización geomecánica de los diferentes materiales presentes en el área.

El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades de clasificación y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo deformación, resistencia u otras propiedades (tales como: granulometría, límites de consistencia, humedad, corte directo, clasificación de los suelos, etc.) de los materiales involucrados si los mecanismos de falla identificados así lo exigen. Los parámetros obtenidos deberán ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

Los ensayos de laboratorio se deben realizar de acuerdo al formulario de cantidades y precios del presente proceso.

- Ensayos a realizar: a) Ensayos de clasificación completa de acuerdo al sistema unificado de clasificación (granulometría INVIAS INV E-123, limite plástico INVIAS INV E-126 y Limite Liquido INVIAS INV E - 125), mínimo uno por cada 5 metros de sondeo b) Ensayos de humedad natural (Norma INVIASI.N.V. E-122): mínimo uno por cada 5 metros de sondeo. c) Ensayos de compresión simple (Norma INVIASI.N.V. E-152): mínimo uno por cada 10 metros de sondeo. d) Ensayos de resistencia triaxial (Norma INVIASI.N.V. E-153): o en su defecto ensayos de corte directo (Norma INVIASI.N.V. E-154): Mínimo uno por cada 10 metros de sondeo.

- En todos los casos se deben realizar los ensayos que se requiera para caracterizar totalmente los materiales.

- Caracterización geotécnica de toda la ladera, donde se incluyen todos los geomateriales presentes.

### 3.7.2. Exploración geofísica mediante refracción sísmica

Los estudios de exploración Geofísica se hacen como complemento a los estudios
Geotécnicos del área a explorar, básicamente se hacen para determinar los espesores y/o capas de contacto de coluviones, rellenos, profundidad del basamento, identificación de Fallas Geológicas, basados en los resultados de la Exploración sísmica (velocidades Compresionales (Vp) y Velocidades de Corte (Vs).

Con los resultados de Refracción sísmica y los valores de Vs, se pueden obtener por medio de correlaciones los parámetros de geomecánicas del subsuelo como el módulo de Young (E), módulo de corte máximo (G), módulo de deformación volumétrica (K), relación de Poisson y Capacidad Portante (Qadm).

ALCANCES EXPLORACION GEOFISICA

- Para la localización de las líneas sísmicas se utilizará un receptor GPS (Global Positioning System) Map 60CSx Garmin GPS de excelente precisión, ubicándolo en una base topográfica suministrada por el contratante con una precisión de 2 a 3 metros.
- La profundidad de exploración sísmica a obtener es la tercera parte de la longitud en superficie en cada línea sísmica.
- La longitud y localización de cada línea sísmica se definirán antes de iniciar el trabajo en común acuerdo entre el contratista y el contratante en donde las condiciones topográficas y acceso del terreno lo permitan, definiendo las coordenadas de inicio y final de cada línea geofísica.
- Es de gran importancia que la separación o espaciamiento máxima entre geófonos no deberá superar los 5 metros, debido a que la energía generada con el martillo es muy baja para el tamaño de la línea y no habrá un buen registro sísmico. Para líneas superiores a 115 metros, se recomienda realizar roll along para generar perfiles de mayor longitud y conservar una buena resolución en los resultados

### 3.7.3. Exploración Sísmica

El estudio geofísico comprenderá en la ejecución de una Línea de refracción sísmica en suelo, de acuerdo a su solicitud. Para la ejecución de este ensayo, se utilizará 24 canales (Geófonos Space - Geometrics) de registro y un multicable (Geometrics) de alta calidad, para tener una muy buena confiabilidad en los resultados.

Esta línea sísmica tendrá dentro sus alcances 3 diferentes ensayos: Refracción sísmica, tomografía sísmica y Ondas superficiales MASW-MAM1D. (MASW: Multichannel Analysis of Surface Waves, MAM: Microtremor Array Measurement);

Cada uno de ellos tiene objetivos específicos los cuales se detallan a continuación.

- **Línea de refracción sísmica (LS)**

El ensayo de refracción sísmica se basa en la medición del tiempo de las ondas compresionales (Vp) mediante geófonos para poder determinar las diferentes capas y espesores del subsuelo. Para la generación de estas ondas P se utiliza la generación de energía por medio de vibraciones, explosivos y golpes con martillo que es el más utilizado por su respuesta es eficiente y ninguna afectación con el medio ambiente.

- **Línea de tomografía sísmica (TS)**

La imagen de Tomografía Sísmica 2D presenta un modelo detallado calculado por elementos finitos, el cual permite observar más de 15 capas que muestran la variación de la velocidad con la profundidad, muy útil para la identificación de anomalías geofísicas importantes. Este método nos permite definir al detalle la variación real de los materiales a lo largo del perfil sísmico.

**Entregables:** Se entregará un informe final magnético, con los resultados e interpretación de las imágenes obtenidas, incluyendo toda la información geológica del subsuelo hasta la profundidad investigada, como: ¬ Perfil ensayo de refracción sísmica ¬ Perfil ensayo de Tomografía Sísmica ¬ Perfil ensayo Ondas Superficiales ¬ Estructuras geológicas si las hay. ¬ Espesor del depósito de relleno ¬ Profundidad del Basamento. ¬ Clasificación del tipo de suelo de acuerdo a la NSR-10 ¬ Tabla de correlación de parámetros geo mecánicos.

### 3.8. Determinación del Modelo Geológico - Geotécnico.

El modelo geológico geotécnico incluirá materiales o formaciones geológicas superficiales presentes y condiciones generales del drenaje, determinación de la composición y distribución estratigráfica de los materiales y las características geomecánicas de resistencia y densidad en cada uno de ellos.

Adicionalmente, el modelo geológico geotécnico debe permitir establecer los posibles mecanismos de falla en la zona, acordes con las propiedades geomecánicas de los materiales, con las condiciones de drenaje y con los

rasgos geológicos y geomorfológicos característicos, presentes en la zona, para lo cual es de gran importancia una adecuada caracterización de los procesos de movimientos en masa, actividad que fue contemplada en el análisis geomorfológico. Este modelo será el soporte para ajustar el plan de investigación geotécnica que se planteó en el numeral denominado Exploración geotécnica como insumo para la evaluación de la amenaza.

### 3.9. Delimitación de Zonas Geotécnicamente Homogéneas.

A partir de la integración de la información actualizada y complementada sobre los aspectos geológicos y geomorfológicos, de exploración del subsuelo y los resultados de ensayos de laboratorio, se deberán determinar las zonas que presenten comportamiento similar desde el punto de vista geotécnico, con su respectivo análisis de estabilidad geotécnica.

## 3.10. Análisis De Susceptibilidad A La Amenaza Por movimientos En Masa

En el presente capítulo se definen los requerimientos mínimos para la evaluación de la susceptibilidad por procesos de movimientos en masa, sin embargo, el consultor deberá proponer la metodología y evaluar la susceptibilidad del área de estudio ante movimientos en masa, presentando tablas de resultados para cada uno de los sitios en estudio.

### 3.10.1. Definición de la metodología de trabajo

Teniendo en cuenta que para el análisis y evaluación de la amenaza se utilizan diversos métodos, se deberá concertar con la supervisión el tipo de método que mejor se aplique a la escala de trabajo, la disponibilidad de la información temática y cartográfica, el conocimiento que se posea de la zona de trabajo y los alcances pretendidos con la suscripción del presente contrato. Para el análisis de la amenaza el consultor propondrá metodologías de reconocida validez y aplicación que permita delimitar los diferentes grados de amenaza (alta, media y baja) y mitigable y no mitigable. Cualquier modificación que durante el estudio deba realizarse a la metodología propuesta por el consultor, deberá ser puesta a consideración y aprobación de la entidad.

Para los análisis por movimientos en masa, debe integrar la información básica, que incluya como mínimo lo siguiente: geología, geomorfología, hidrogeología, hidrología e hidráulica, análisis de estabilidad, intervención antrópica, los factores detonantes (lluvia y sismo) la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa y la incidencia de la implementación de

las alternativas de mitigación más favorables entre otros. Para el caso de inundaciones, debe contemplar como mínimo lo siguiente: geología, geomorfología, dinámica fluvial, hidrología, hidráulica; además de la información hidrometeoro lógica existente o requerida. Así mismo debe contemplar las recomendaciones sobre la implementación de medidas de mitigación diseñadas.

### 3.10.2. Evaluación de amenazas

Con base en los resultados del análisis de susceptibilidad, el consultor deberá definir las áreas sobre las cuales desarrollará los análisis de amenaza, y concentrará las actividades para la evaluación, teniendo en cuenta las condiciones actuales y extremas (lluvia máxima probable, sismo, etc.), la incidencia de los procesos de movimientos en masa.

La metodología para la determinación y zonificación de las amenazas deberá ser elegida por el consultor, la cual deberá ser cuantitativa, de reconocida validez aplicable a los eventos identificados y cuyos requerimientos de información de entrada deberán ser coherentes con los estudios básicos y la zonificación de susceptibilidad.

### 3.10.3. Evaluación de la amenaza por movimientos en masa método determinístico

En la evaluación de la amenaza se deberá analizar la estabilidad de laderas naturales o intervenidas y taludes de excavación, se deben tener en cuenta la geometría del terreno antes y después de cualquier intervención constructiva, la distribución y características geomecánicas de los materiales del subsuelo que conforman el talud, las condiciones hidrogeológicas e hidráulicas, las sobrecargas de las obras vecinas, los sistemas y procesos constructivos y los movimientos sísmicos. Para lo cual se deberá evaluar los siguientes escenarios:

Condición Actual: Para la situación actual y para los procesos de movimientos en masa identificados bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua, y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio.

Condición con Medidas de mitigación: Para la situación, bajo condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo y con Medidas de Mitigación.

Debe incluirse tablas claras donde se indiquen los valores de los parámetros usados para simular o para establecer la amenaza.

Deberán analizarse fenómenos fallas rotacionales, deslizamientos de suelos superficiales, etc.

Se deben analizar todos los sitios del área de estudio que sean necesarios para evaluar la amenaza.

Categorización de Amenazas por movimientos en masa: Para cada escenario y como mínimo para la condición más extrema con base en los siguientes criterios:

| **Condición Estática** | **FS** |
|---|---|
| Amenaza | > 1.5 |
| Amenaza Media | 1.25 - 1.5 |
| Amenaza | < 1.25 |
| **Condición con Sismo y agua** | **FS** |
| Amenaza | > 1.2 |
| Amenaza Media | 1.0 - 1.2 |
| Amenaza | < 1.0 |

### 3.11. Plan de medidas de mitigación de la amenaza

En este capítulo serán precisadas y analizadas las medidas de mitigación de la amenaza, de tal manera que se logren evitar las consecuencias mínimas caracterizadas en el análisis de amenazas.

Las medidas pueden ser: restricciones en el aprovechamiento y ocupación de áreas, obras de ingeniería o las que el analista considere necesarias para lograr la mitigación de la amenaza.

La presentación y caracterización de las obras y planes de mitigación del riesgo deberán incluir de manera explícita los siguientes aspectos:

- Planos de Ubicación, que muestren el tipo y localización (altimétrica y planimétrica) de las obras necesarias, mostrando las etapas o secuencias en que se adelantarán intervenciones y su relación con las obras existentes.
- Planos de Detalle, que ilustren las características de su diseño básico. (Dimensiones, profundidad de emplazamiento, profundidad y diámetros de drenes y anclajes, etc.).
- Diseño estructural detallado de las Obras de Mitigación que requiera este tipo de diseño.

- Análisis de precios unitarios, cantidades de obra, especificaciones técnicas y presupuestos detallados de todas las obras propuestas para mitigar la amenaza identificada en cada uno de los sitios estudiados.
- Condiciones y Recomendaciones Particulares de Construcción, especificaciones técnicas o las Normas de construcción existentes que Deban cumplirse en su ejecución. Secuencia en que deben adelantarse las obras de estabilización mitigación en relación con las obras existentes.
- Se debe revisar la información relacionada con proyectos nuevos o en desarrollo en la zona de estudio, con el objetivo de acoplarlos a los diseños de las obras de mitigación y/o estabilización que se proyecten en estos estudios.

### 3.12. Diseño de Obras

Diseñar las obras requeridas para mitigar la amenaza en las que se considere el control geotécnico, drenaje y subdrenaje, incluyendo especificaciones técnicas, cantidades de obra, presupuesto (con análisis de precios unitarios APU´s), planos de detalle, memorias de cálculo. El recibido de los diseños estará sujeto a la previa aprobación por parte del personal asignado por la supervisión del contrato.