BARRIO SAN GERARDO I MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes unidades geológicas (*Ward, et al (1977)*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Limos Rojos (Qblr). Definido por Julivert (1963), el cual constituye geomorfológicamente lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%.

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional.

La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo (INGEOMINAS, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano (2014)) (Figura 3):

Superficie de Abanicos (Fa)

Geoforma ampliamente explayada y aterrazado de varios kilómetros de extensión, de laderas rectas o cóncavas y con suaves pendientes. Su origen está asociada con acumulación de material aluvial en una zona plana o un valle amplio, a la salida de un valle tributario.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuar hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita se encuentra catalogada entre las categorías de amenaza Muy Alta relacionado con fenómenos de remoción o movimiento en masa.

Amenaza Media (II): Comprende zonas de ladera de pendiente media a alta entre 25º y 35 grados aproximadamente, afectando suelos de tipo aluvial, residual, coluvial antiguo y algunos fluviotorrenciales, entre 2.0 y 4.0 metros de espesor aproximadamente y rocas intermedias con algún grado de meteorización. Esta zona presenta probabilidad media a los movimientos en masa de menor magnitud de tipo caída, falla en cuña y falla planar en macizos rocosos y deslizamientos traslacionales en depósitos de suelo y se asocia a algunos procesos erosivos y de flujos en las zonas de escarpes de terrazas medias, por lo cual se esperarían daños localizados comprometiendo algunas zonas habitadas de la zona urbana. En zonas no habitadas se recomienda la ejecución de estudios detallados de estabilidad en caso de que se quiera realizar desarrollos urbanísticos u obras de infraestructura. En zonas habitadas se recomienda la implementación de obras y medidas de mitigación y control definidas a partir de estudios de estabilidad detallados.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Según la cartografía de zonificación ambiental del estudio *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del Rio Alto Lebrija"*, el sector de interés ubicado en el Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga presenta una cobertura de Tejido Urbano Continuo y una zonificación de Áreas Urbanas, Municipales y Distritales.

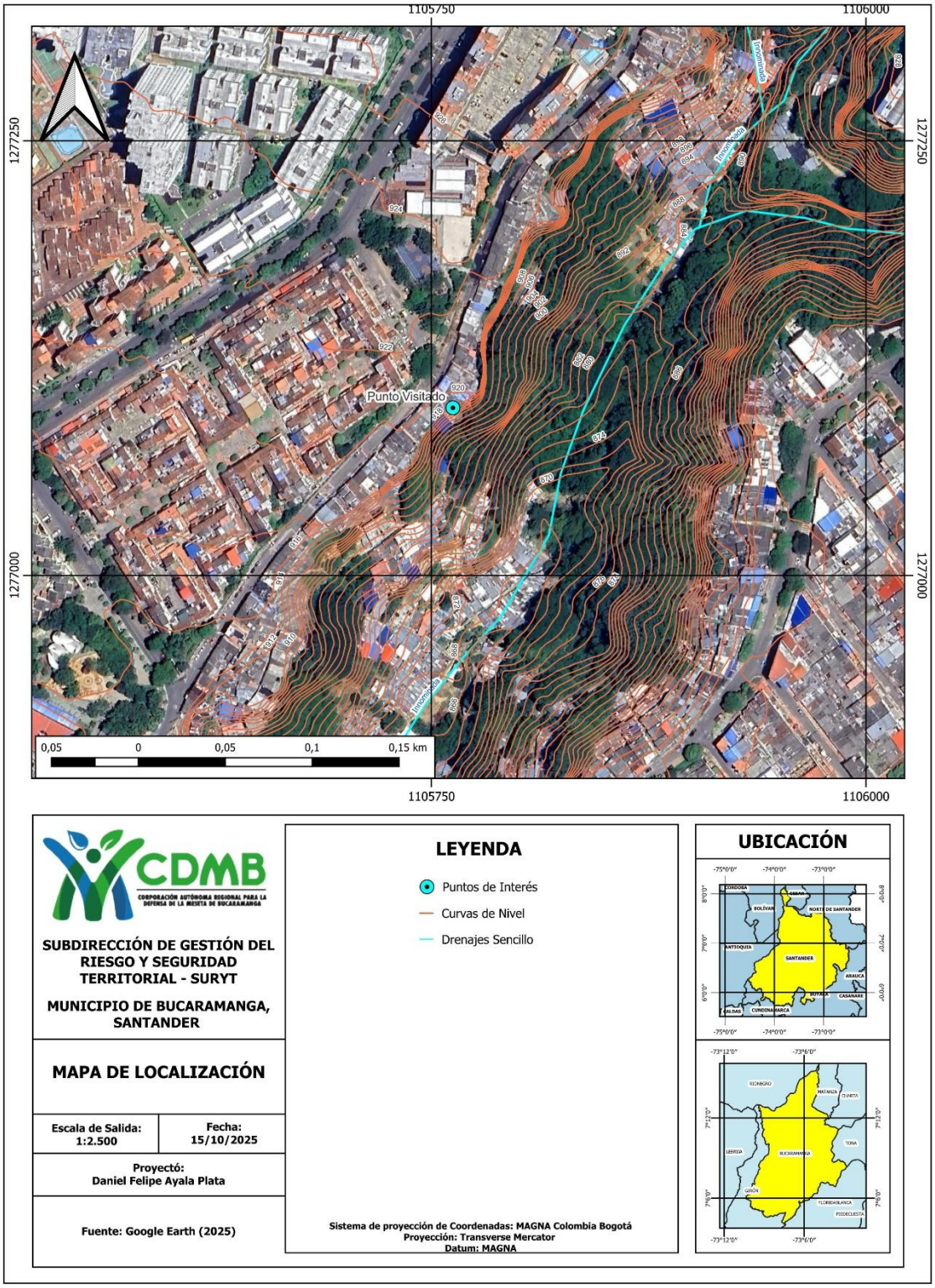


Figura 1. *Mapa Localización del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

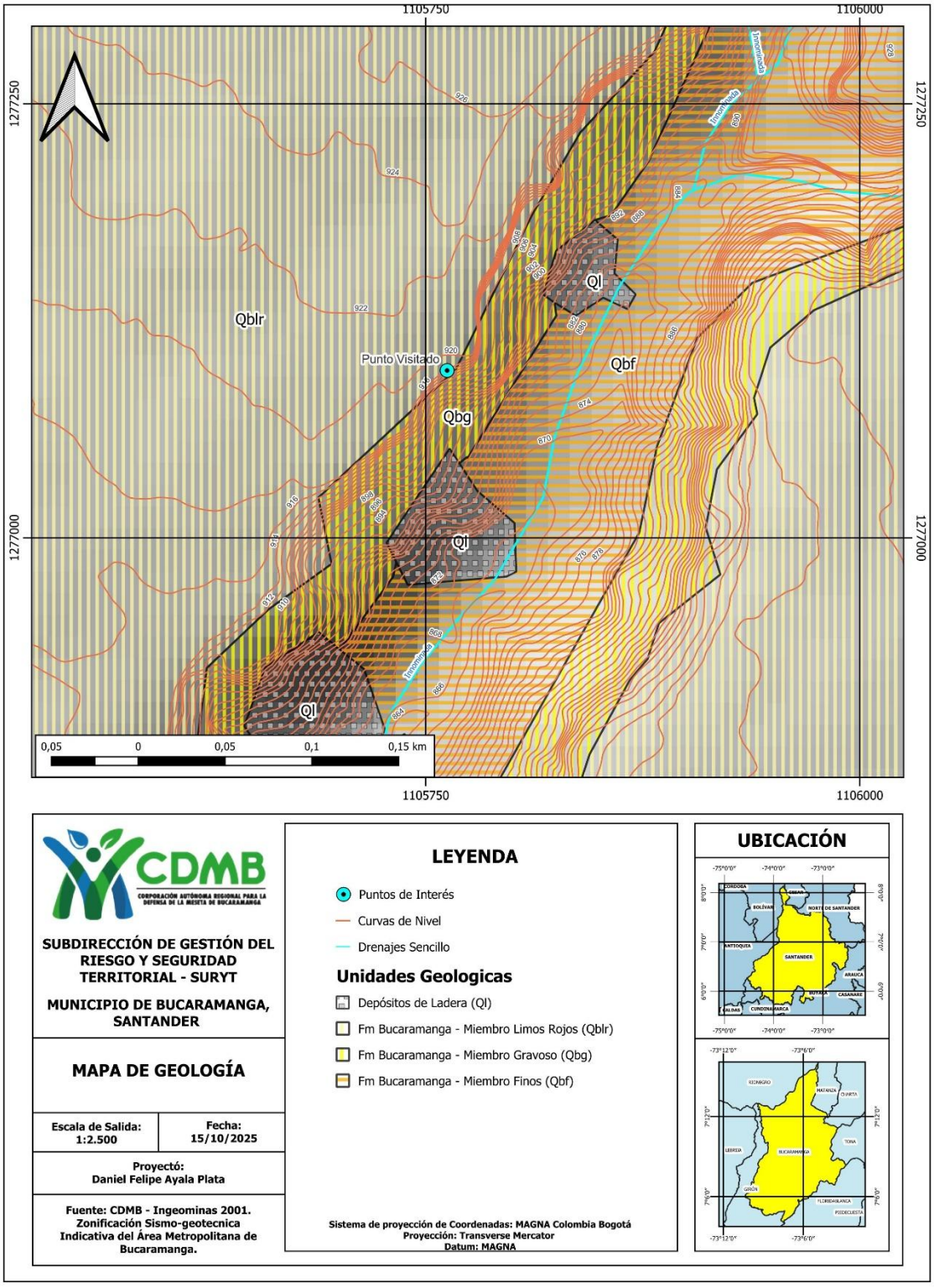


Figura 2. *Mapa de Geología del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

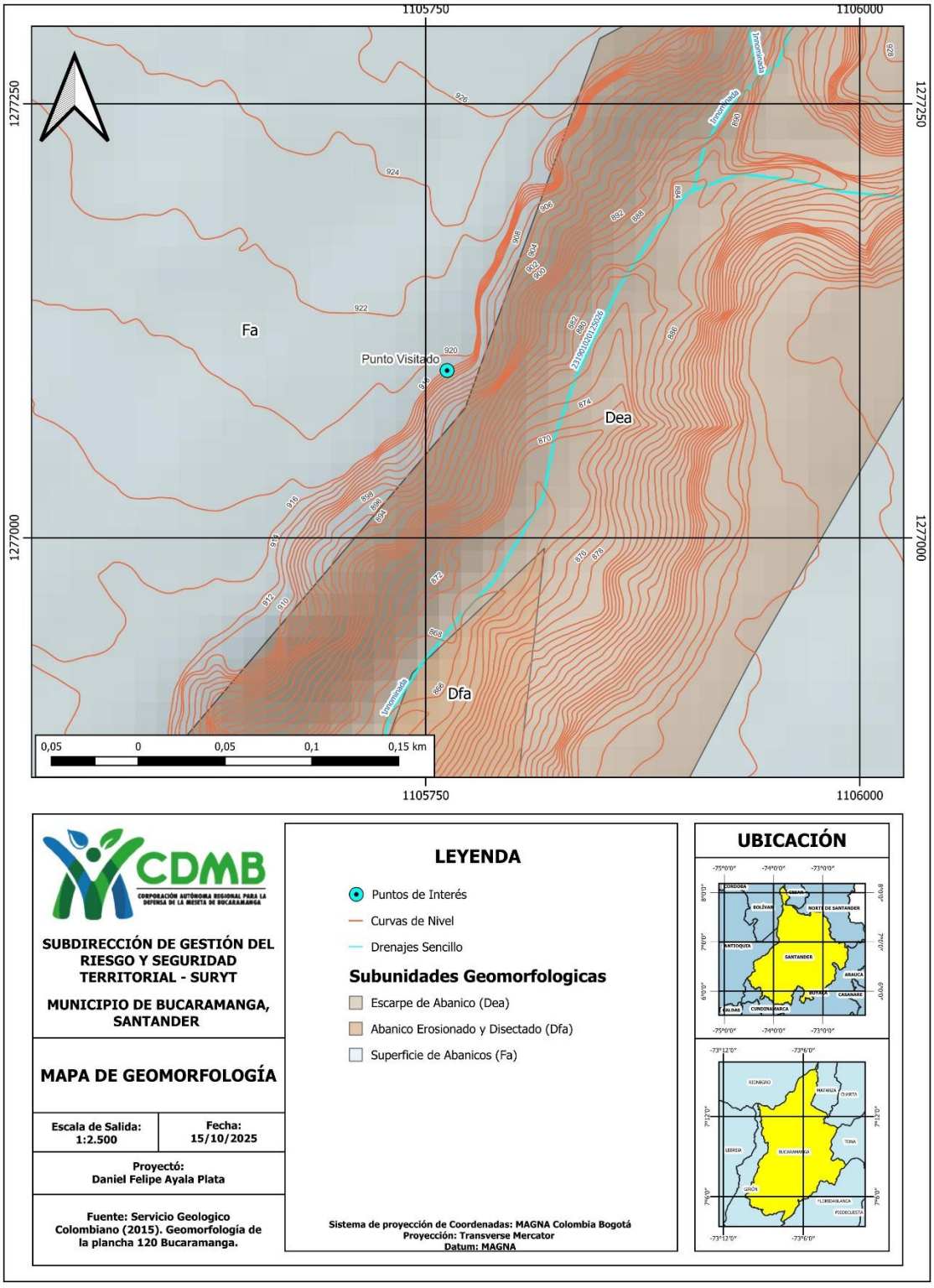


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2015). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

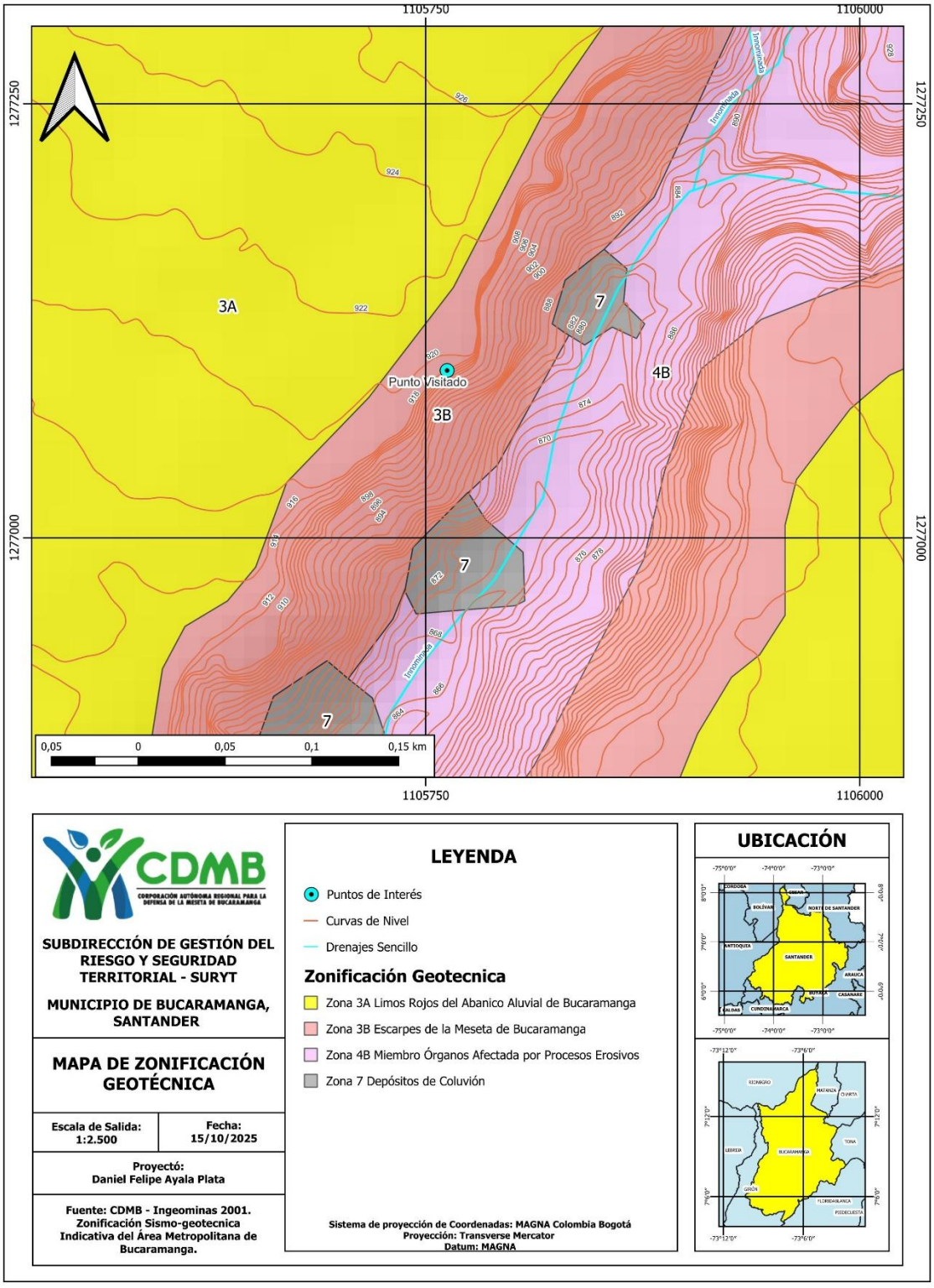


Figura 4. *Mapa de Zonificación geotécnica del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

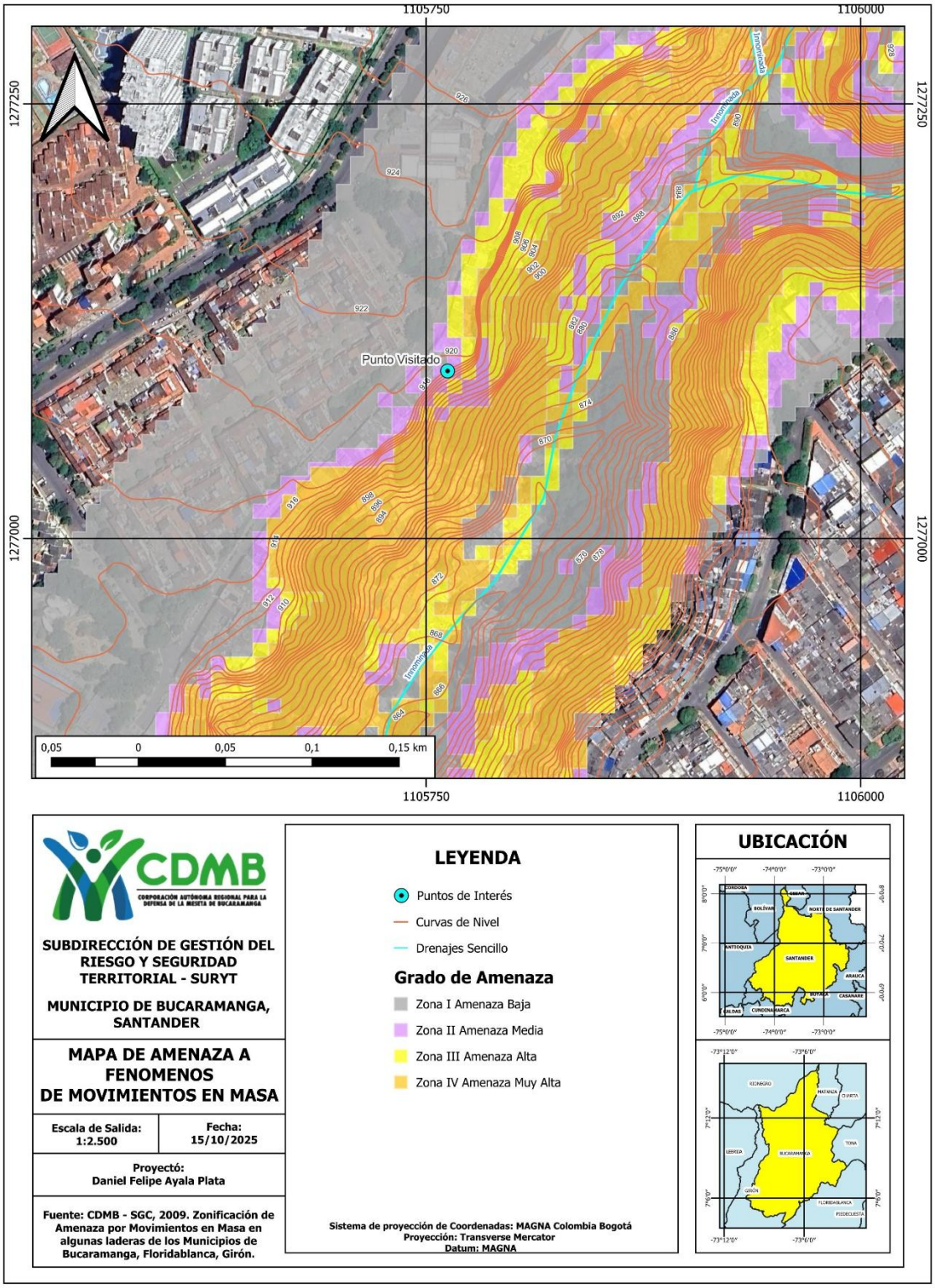


Figura 5. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:5.000*. Fuente: SGC, 2015. Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón.

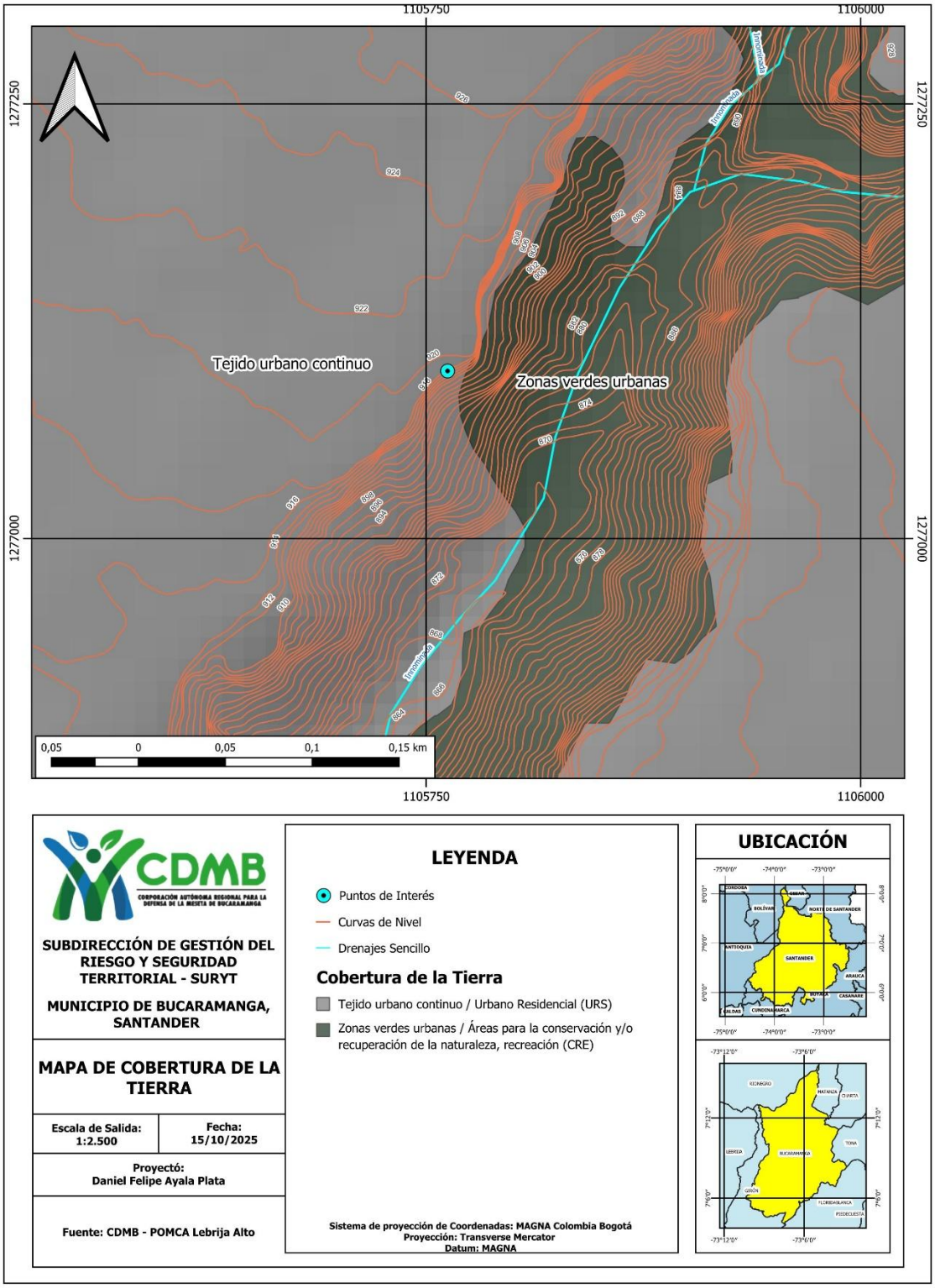


Figura 7. *Mapa de Cobertura de la Tierra del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2018).

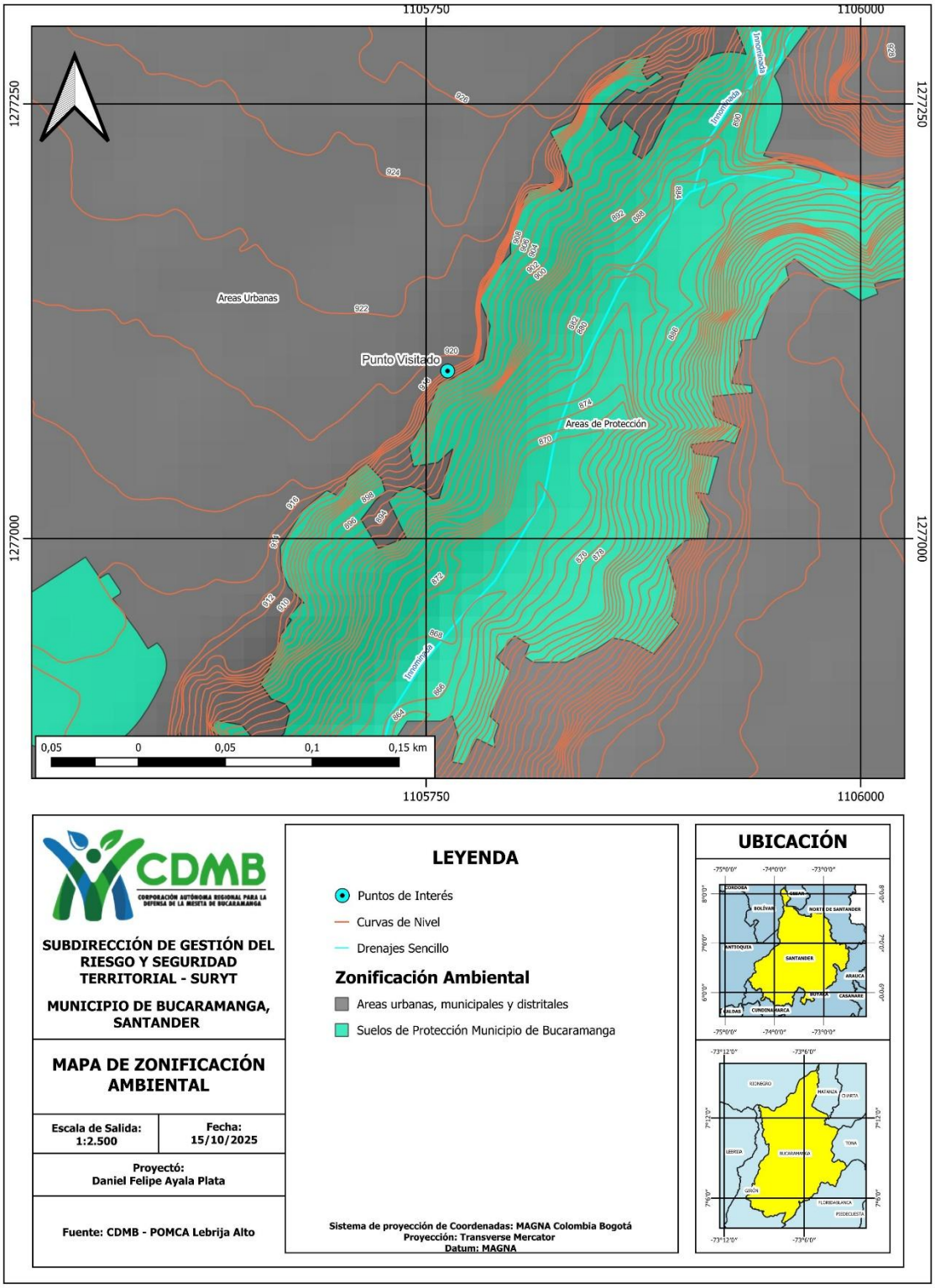


Figura 8. *Mapa de Zonificación Ambiental del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2018).

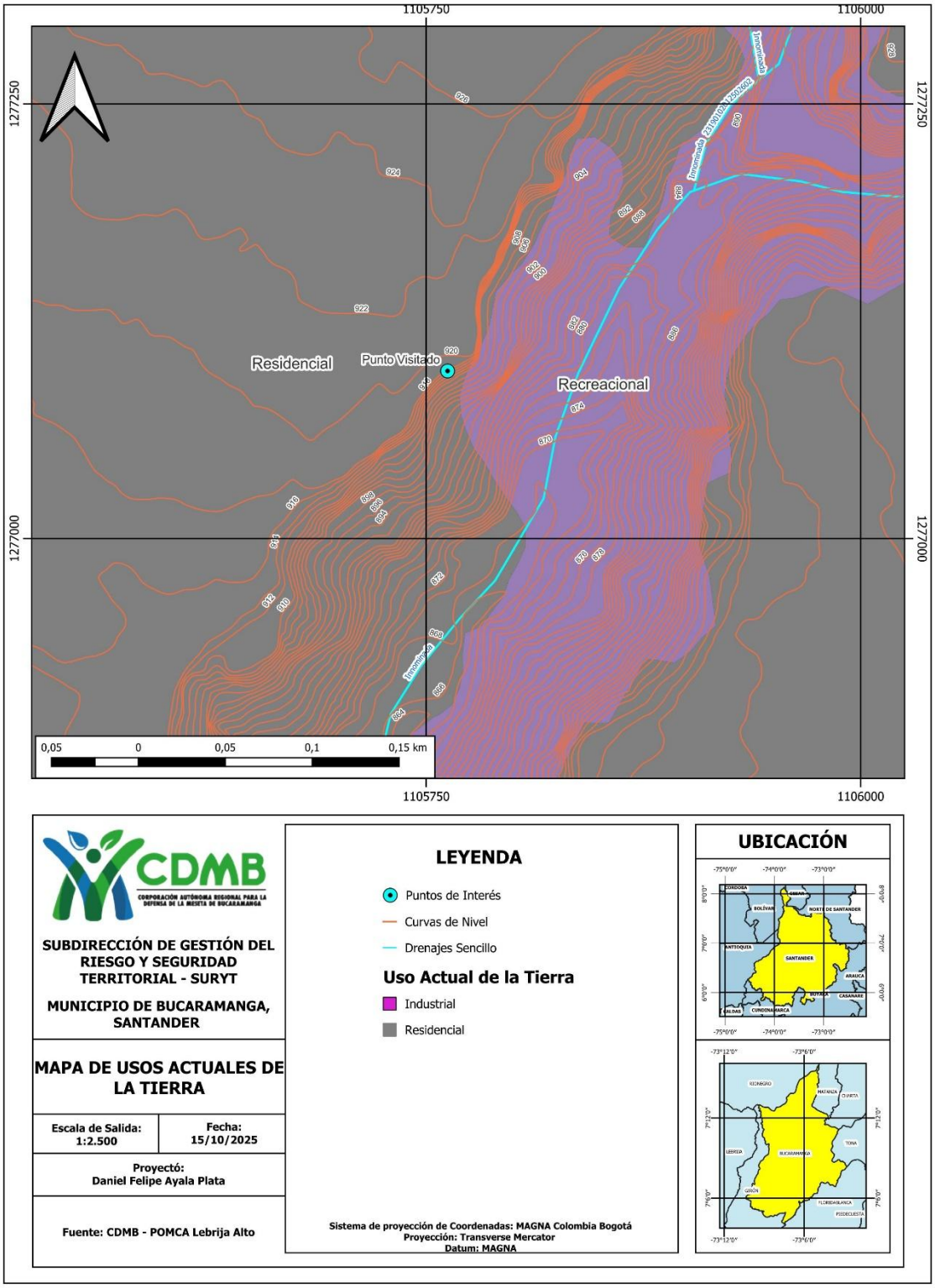


Figura 9. *Mapa de Uso Actual del Suelo del Barrio San Gerardo I del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2018).

ASENTAMIENTO LAS CASITAS MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes unidades geológicas (*Ward, et al (1977)*) (Figura 2):

DEPÓSITOS ALUVIALES DE TERRAZAS Y CONOS DE DEYECCIÓN (Qtf).

Como su nombre lo indica, son depósitos de origen aluvial, de superficie más o menos plana y horizontal, muy poco disectados, ubicados hacia las márgenes de las corrientes de agua principales. Su composición granulométrica es muy similar a la de los conos de deyección descritos en los flujos de escombros, incluso el tamaño máximo de los bloques es también superior a 1 m de diámetro y hay bloques esporádicos de 2 m.

Sobre la margen izquierda de la quebrada La Estancia, afluente del río Frío, al occidente de Floridablanca, conforma un nivel de terraza de 15 m de altura respecto al cauce, compuesta por fragmentos angulares a subangulares, de 20 cm promedio de diámetro, clasto soportado, con coloración blancuzca, en matriz de arena cuarzo feldespática, provenientes del macizo de Santander. En estos depósitos se aprecia que hay predominio de rocas de neis cuarzo feldespático - micáceos, además de que los clastos se encuentran en estado de meteorización alto-moderado. Las partículas que componen la terraza media se encuentran, en dicho sector, en estado suelto y con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. El cuarzo y las plagioclasas conforman casi el 90% de la matriz arenosa (70% arena y 30% finos), con algo de muscovita y máficos; mientras que las gravas y bloques son esencialmente neises y probablemente cuarzomonzonita.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 3):

Mesa de abanico (Dmab)

Esta geoforma, está conformada por depósitos de abanico fluvio-torrencial de la Formación Bucaramanga. Se caracteriza por presentar una morfología aterrazada, plana a ligeramente inclinada. Esta unidad se encuentra limitada por laderas irregulares. Aunque podría considerarse como un abanico fluviotorrencial, los procesos denudativos y erosivos se han encargado de moldear dicha geoforma de manera que en la actualidad predomine un modelado de tipo denudativo. Esta geoforma se caracteriza porque sobre ella se cimentó el casco urbano del Municipio de Bucaramanga, capital del Departamento de Santander, por lo cual esta geoforma representa gran importancia en cuanto al análisis de Susceptibilidad por movimientos en masa. Con respecto a procesos de erosión y movimientos en masa cabe anotar que por tratarse de una geoforma relativamente plana con pendientes que no superan el 7% no hay presencia notable de movimientos en masa, pero si se pueden apreciar procesos muy locales de erosión en cárcavas y surcos que en algunos sectores del casco urbano, han sido ocultados por la extensión masiva de la zona urbana.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuar hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en la Memoria Explicativa del Mapa de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Plancha 120 Bucaramanga /Servicio Geológico Colombiano, 2015), la zona objeto de visita se encuentra catalogada como

amenaza media relacionado con fenómenos de remoción o movimiento en masa:

Amenaza Media: Se presenta generalmente en zonas con pendientes bajas y está asociado a zonas de susceptibilidad baja a media a los movimientos en masa. Los procesos morfodinámicos predominantes son caídas, Flujos y deslizamientos de tierra y detritos, además se pueden generar procesos de erosión tipo surcos y cárcavas. Estas zonas están conformadas por rocas sedimentarias y depósitos aluviales; geomorfológicamente se presenta sobre unidades de origen Denudacional y Fluvial. En términos generales los daños asociados a estos procesos pueden generar destrucción total o parcial de viviendas, cultivos y/o obras de infraestructura.

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del Rio Alto Lebrija"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Amenaza Alta: Zonas donde se encuentren litologías con características susceptibles a los movimientos en masa, como alto grado de meteorización, dureza baja, fabrica menos consistente, pendientes altas (muy escarpado), geoformas principalmente denudacionales, con procesos morfodinámicos activos principalmente de deslizamiento de alta pendiente, baja o nula cobertura del suelo, suelos con material parental de depósitos cuaternarios y zonas con mayor incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Según la cartografía de zonificación ambiental del estudio *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del Rio Alto Lebrija"*, el sector de interés ubicado en el Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga presenta una cobertura de Tejido Urbano Continuo y una zonificación de Areas Urbanas, Municipales y Distritales.

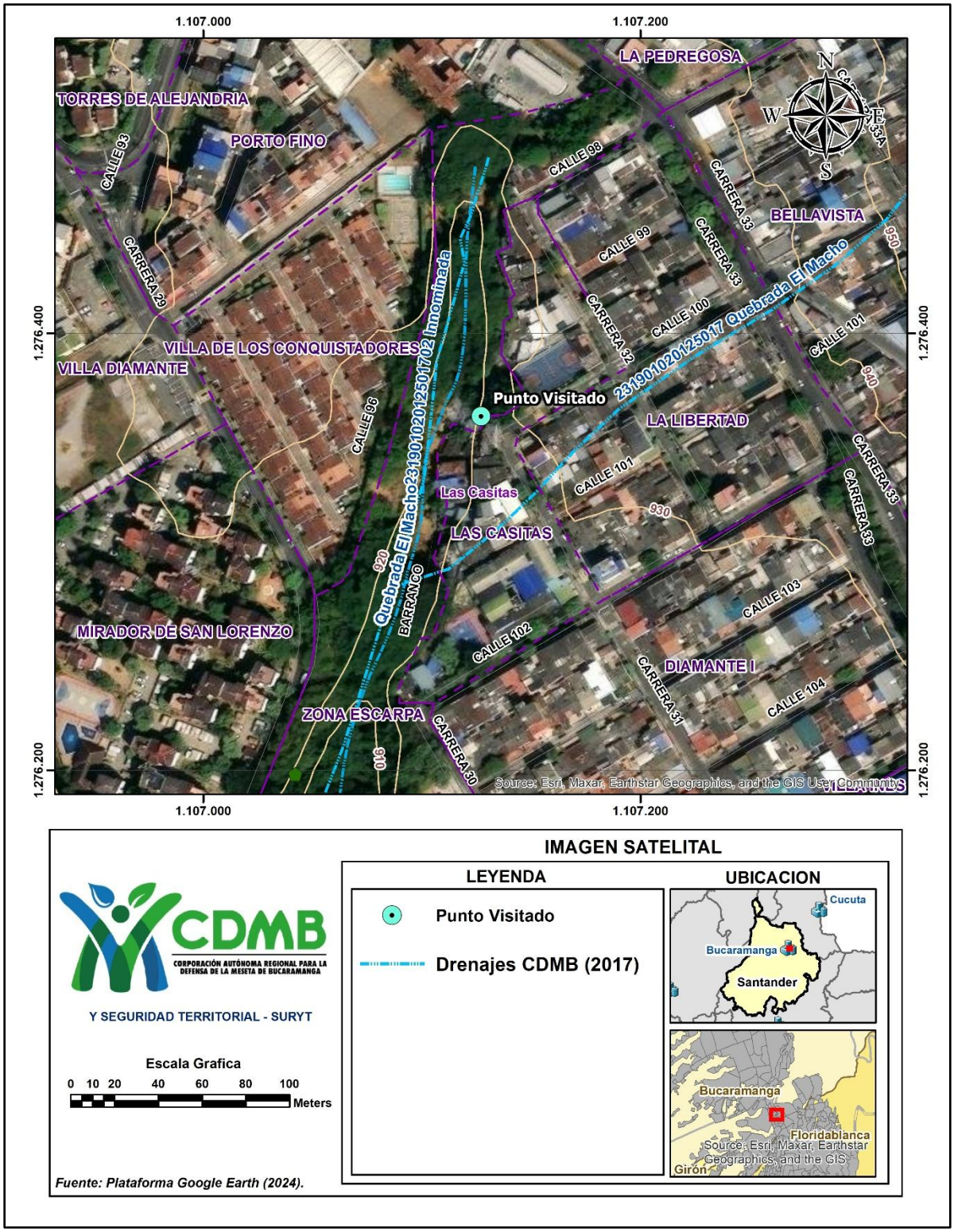


Figura 1. *Mapa Localización del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

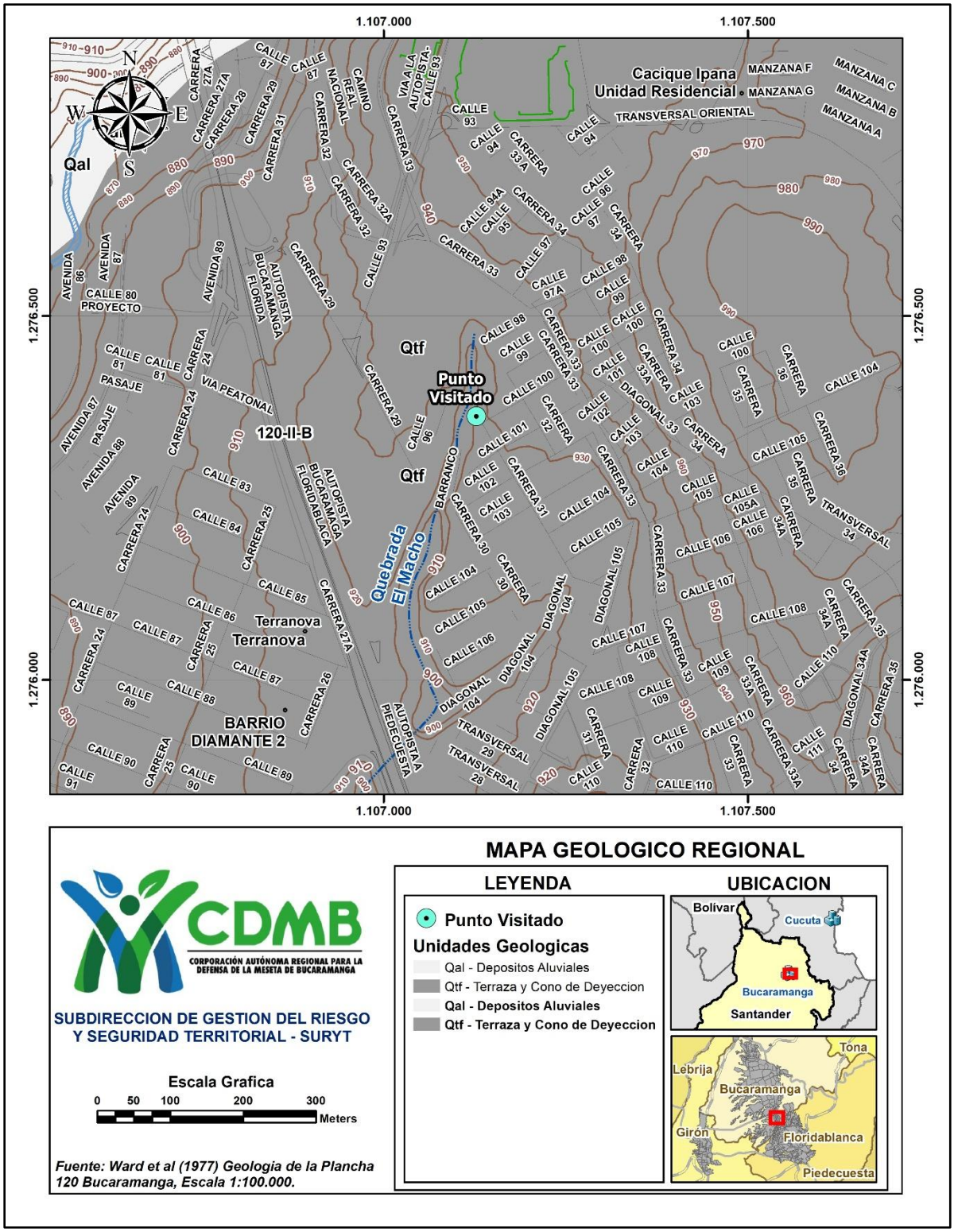


Figura 2. *Mapa de Geología del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:100.000*. Fuente: Ward, et al (1977). Geología de la plancha 120 Bucaramanga.

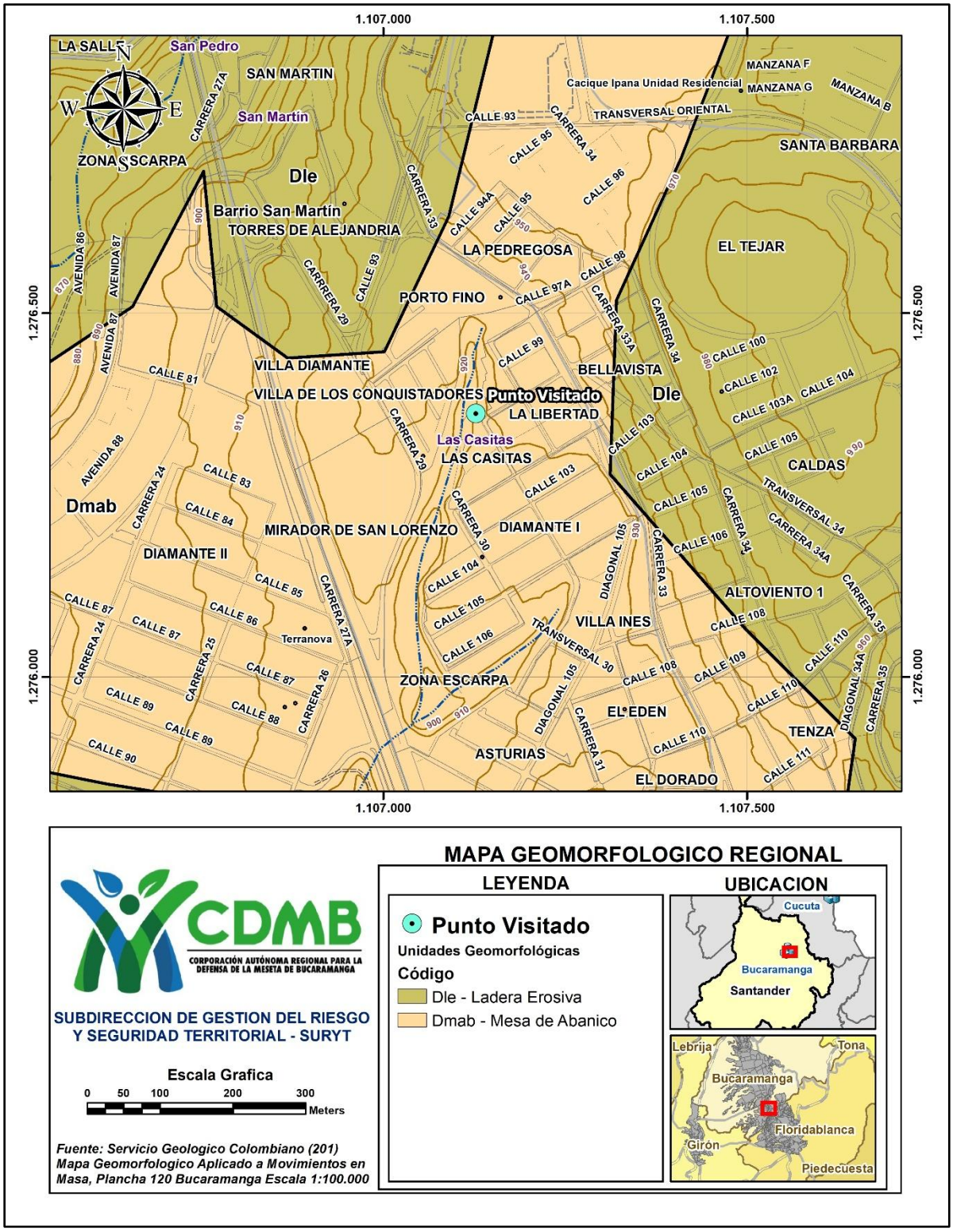


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2014). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

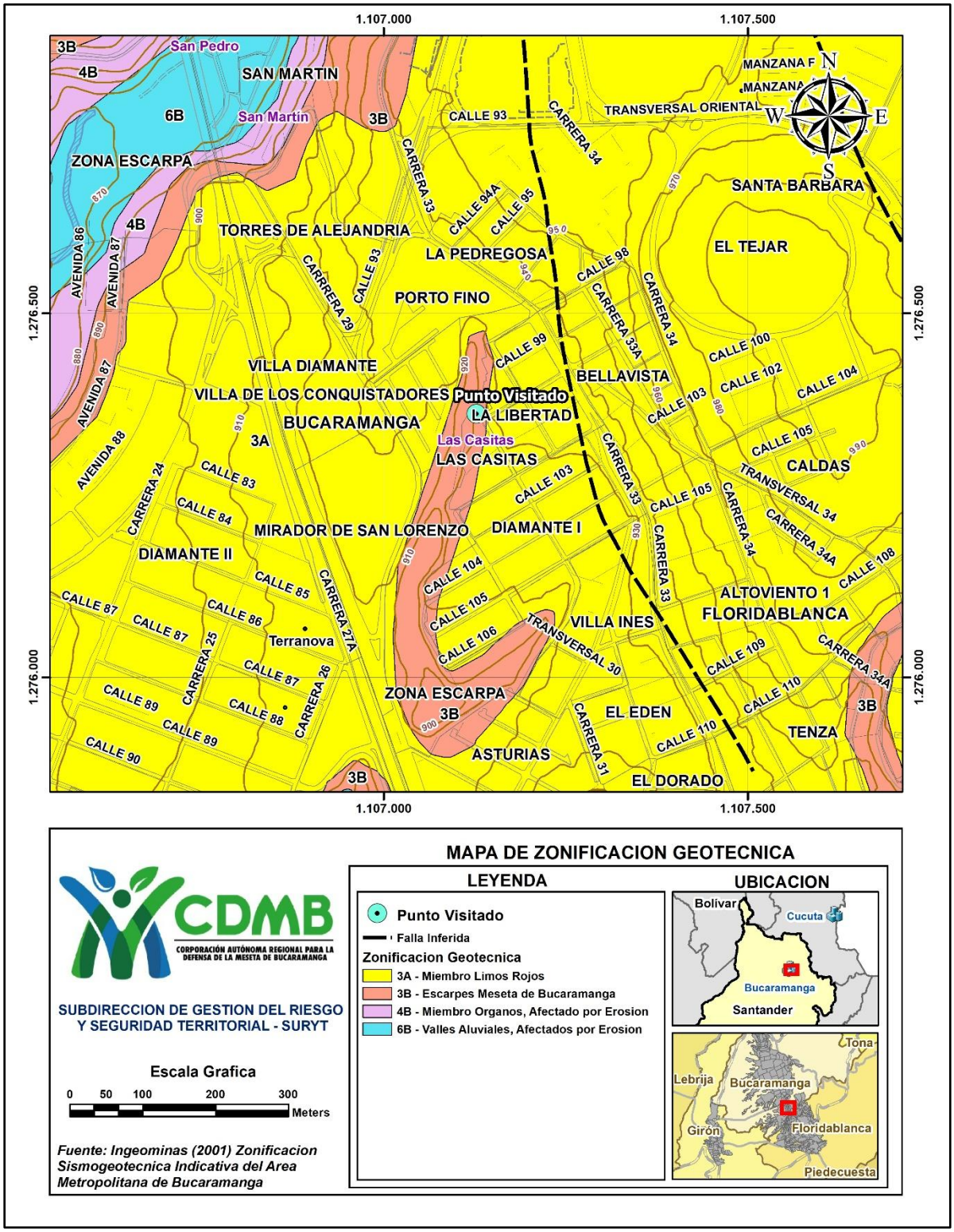


Figura 4. *Mapa de Zonificación geotécnica del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:5.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

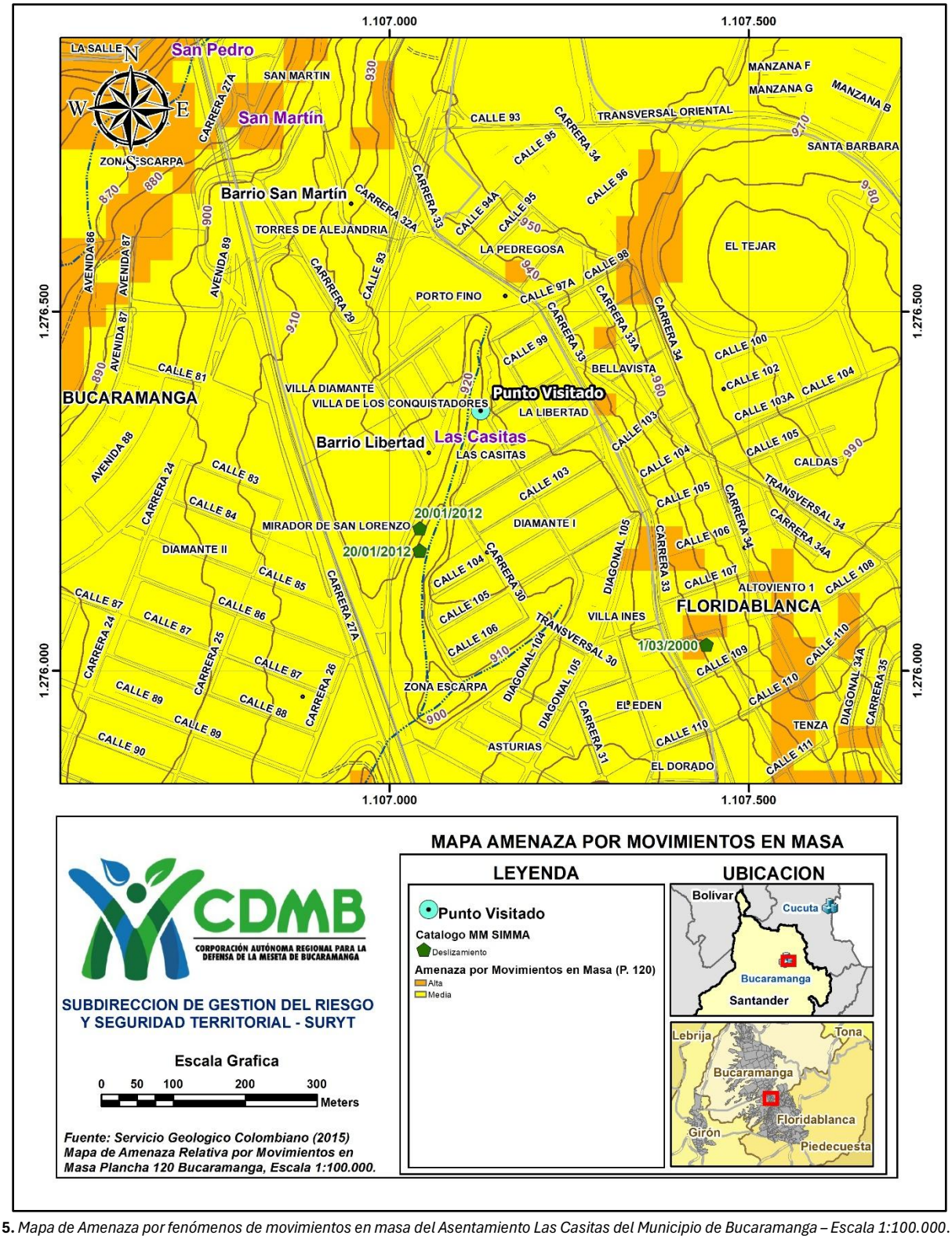


Figura 5. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:100.000*. Fuente: SGC, 2015. Mapa de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Plancha 120 Bucaramanga.

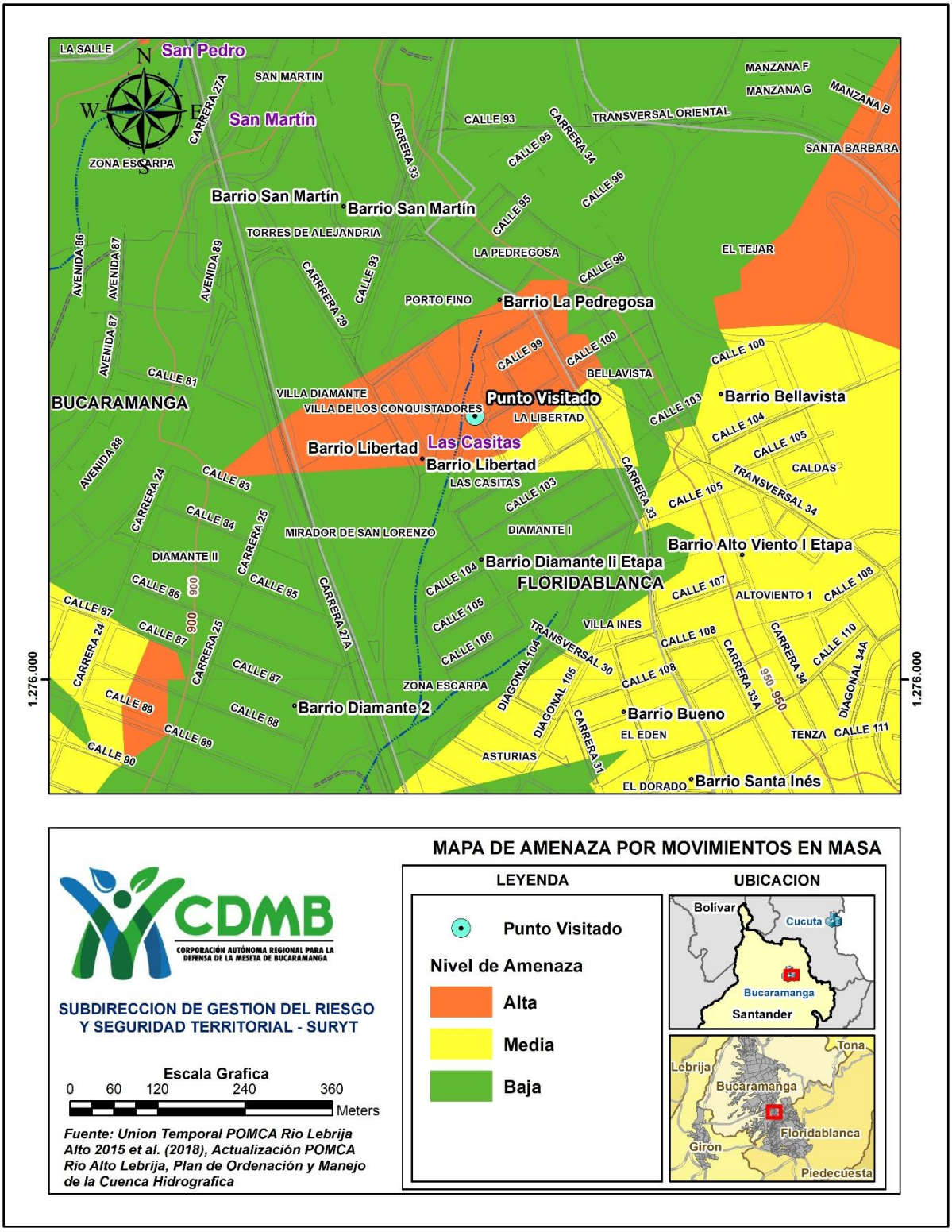


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto, 2018.

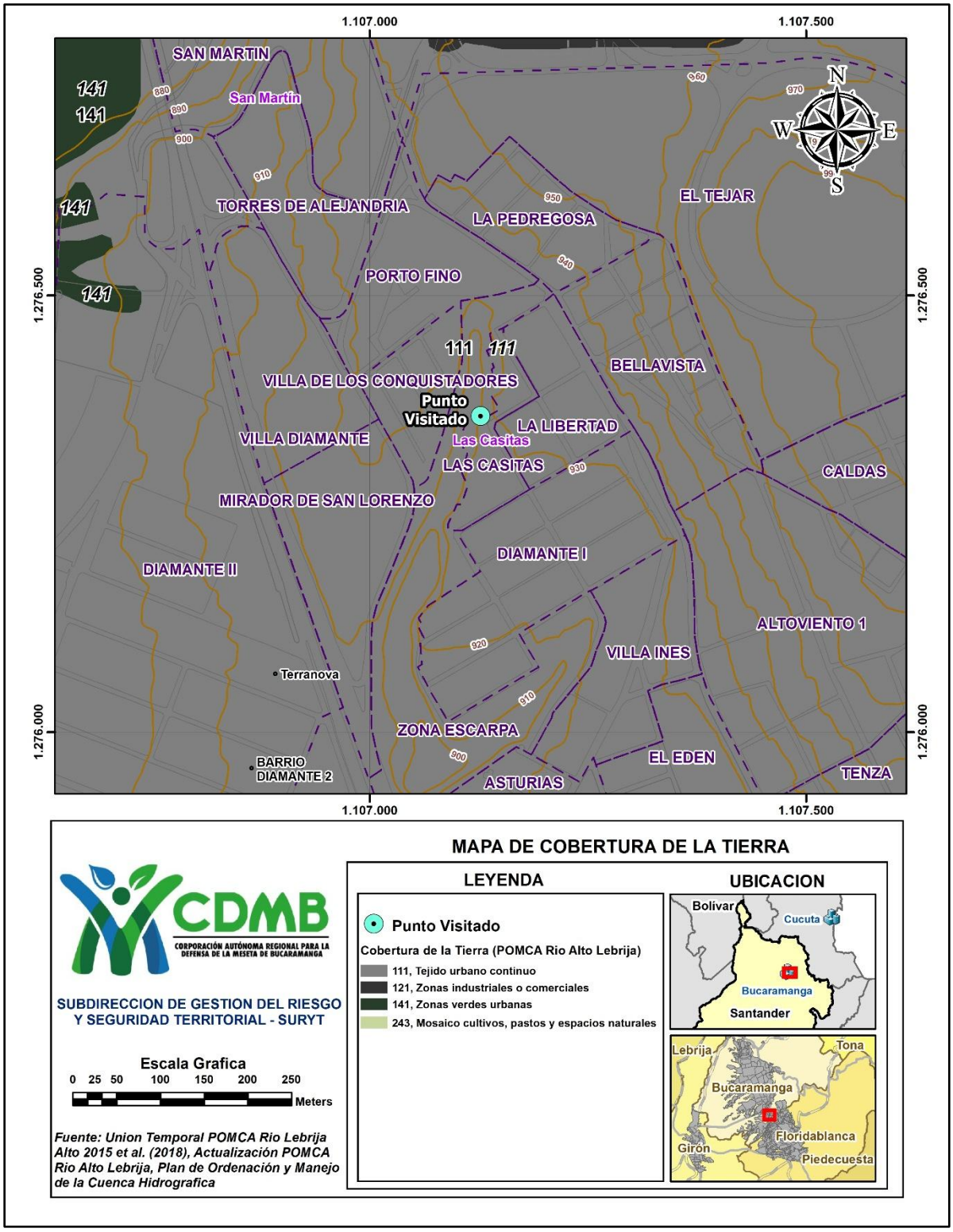


Figura 7. *Mapa de Cobertura de la Tierra del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2015).

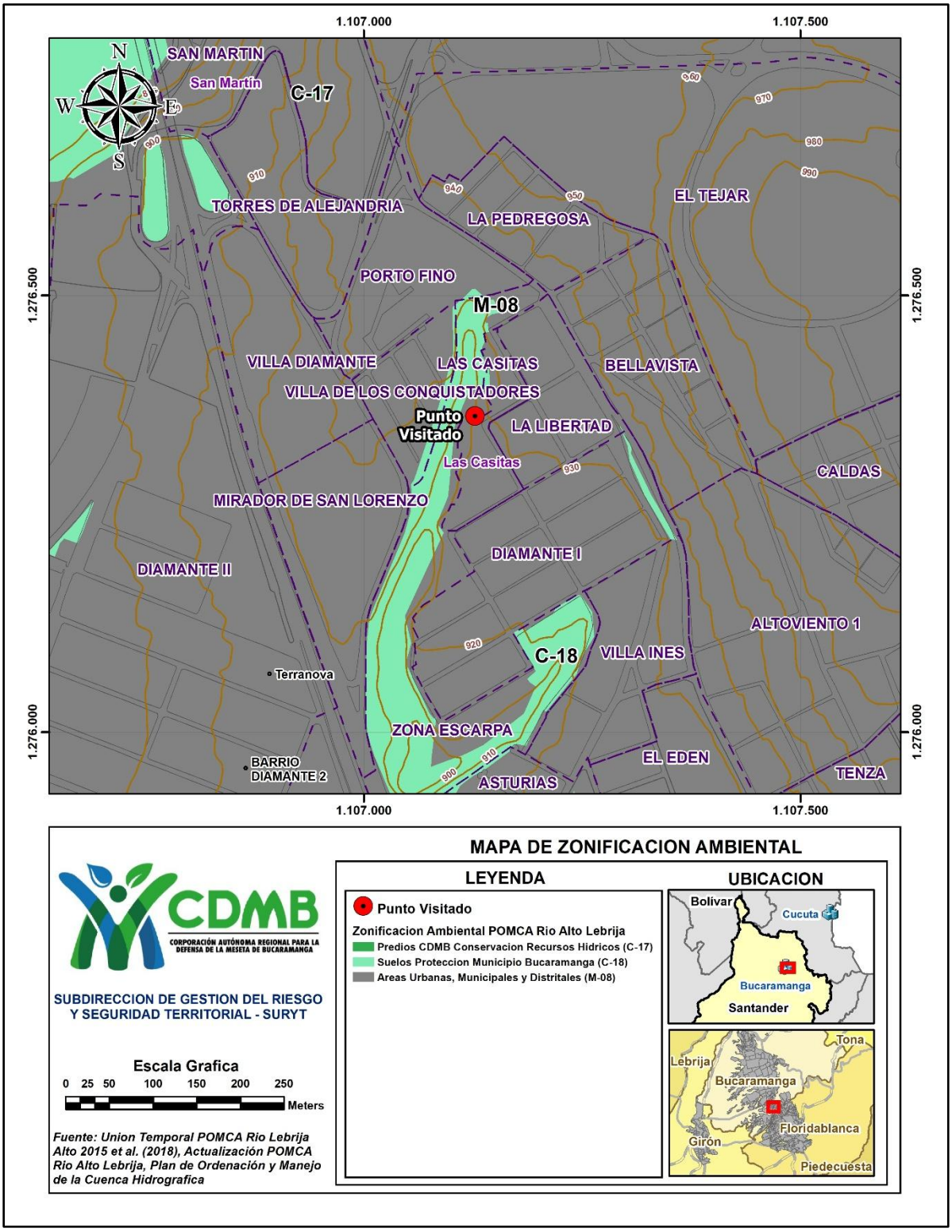


Figura 8. *Mapa de Zonificación Ambiental del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2015).

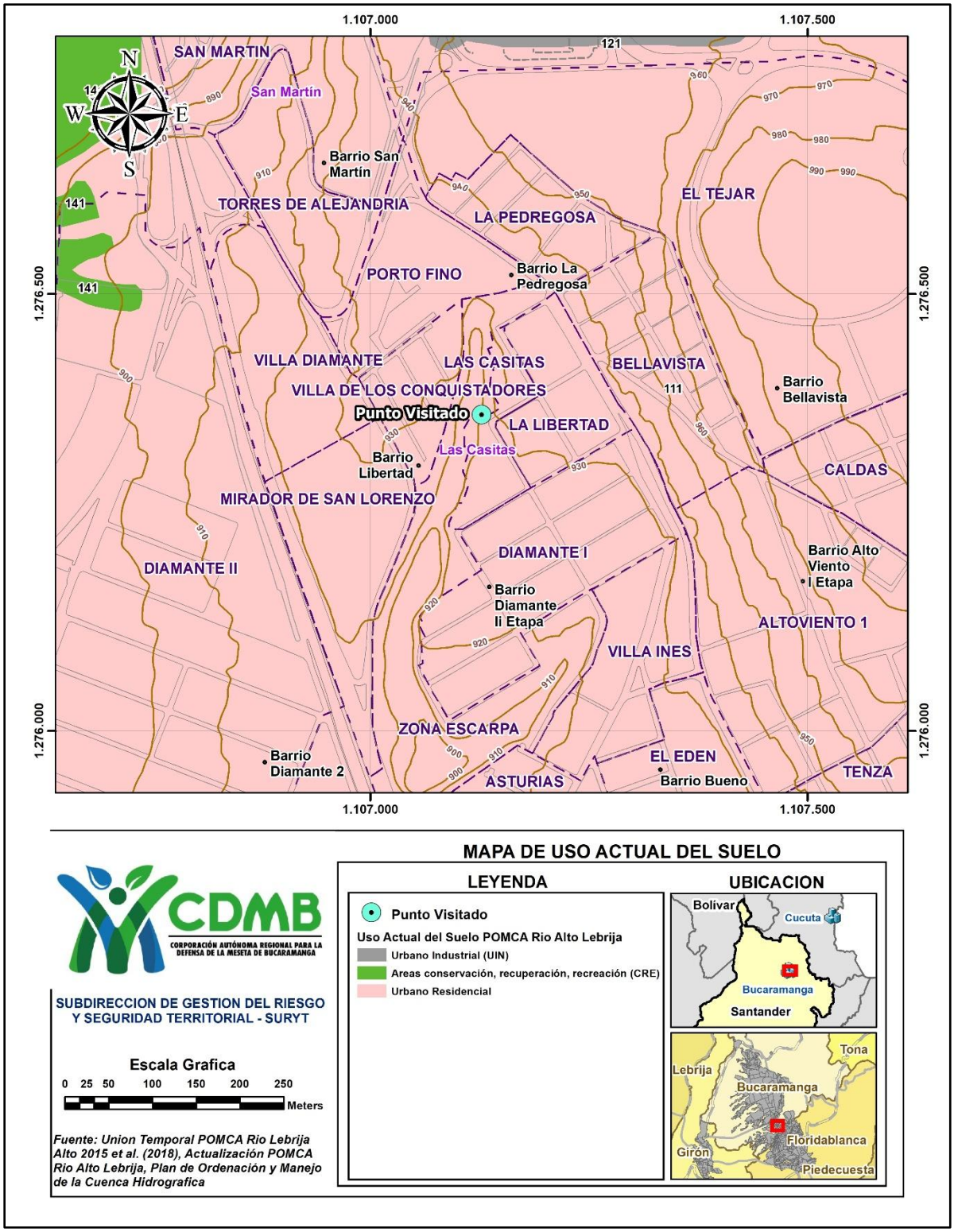


Figura 9. *Mapa de Uso Actual del Suelo del Asentamiento Las Casitas del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Rio Lebrija Alto (2015).

BARRIO MANZANA 10 MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Manzana 10 del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes unidades geológicas (*Ward, et al (1977)*) (Figura 1):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga. Los mejores afloramientos donde se puede observar casi toda la secuencia se presentan en una extensa área sobre el escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga, destacándose los siguientes espesores: En las quebradas dos Aguas (espesor : 164.8 m), las Navas (espesor : 72 m de la base del nivel), Argelia (espesor : 60 m de la parte superior del nivel) y la parte norte de la Cuyamita (espesor : 8.8 m de la parte superior del nivel) ; otros afloramientos son referidos a los barrios La Feria (espesor : 144.2 m) y Don Bosco (5.2 m del tope del nivel) (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Con base en las columnas realizadas, correlaciones estratigráficas y cortes topográficos, se estima que su espesor podría superar los 180 m, siendo el nivel más potente de la Formación Bucaramanga (Mancera y Salamanca, 1994). Morfológicamente este miembro constituye valles en "V", interfluvios de filos ondulados con crestas agudas ramificadas.

Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surcos, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15 m de altura y sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m.

Los niveles de aspecto "conglomerático" conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clastos soportados (60%) y grano soportados (40%), dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 metros. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a sub redondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillento, con algunas variaciones a gris amarillento. Los feldespatos en las rocas se encuentran moderadamente meteorizados (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica. Su origen se relaciona con depósitos cíclicos intercanales. El mayor espesor de los niveles limo arenosos se presentan hacia la base, lo que explica periodos más largos de retrabajamiento, bajo un régimen fluvial constante. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes (Bueno y Solarte, 1994).

Los depósitos se encuentran medianamente meteorizados, presentando poca compactación de éstos, con alta permeabilidad y son fácilmente erodables, lo que facilita el desprendimiento de bloques y cantos en las épocas de fuertes precipitaciones.

El ambiente de depositación de este miembro se relaciona con flujos de escombros y flujos torrenciales, e interdigitación de facies de corrientes de canal, correspondiendo a la parte proximal y media del Abanico de Bucaramanga. La edad del Miembro Órganos podría abarcar el Pleistoceno medio (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 4B Miembro Órganos Afectada por Procesos Erosivos

Descripción General

Esta zona conforma la escarpa occidental y sur del Abanico-Terraza de Bucaramanga, así como parte de las zonas norte y occidental de la mesa de Ruitoque, parte superior de los valles aluviales del río de Oro, río Frío y quebrada de la Iglesia.

El drenaje es dendrítico y subparalelo, con cañadas en V, con una densidad de drenaje muy alta y altas pendientes en los cauces laterales; generalmente cada quebrada presenta un cauce principal de pendientes variables de 3% a 10% y cañadas laterales con pendientes superiores al 10%. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a cárcavas y depresiones limitadas por colinas alargadas, algunos sectores están sometidos a erosión intensa (Bad Lands). Litológicamente está constituida por los denominados miembros Órganos (Qbo) y Finos (Qbf) de la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas areno arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes a la formación Órganos. No aparecen niveles freáticos subsuperficiales, pero en la mayoría de los casos se presentan niveles freáticos profundos o acuíferos colgados sobre el basamento de la formación Órganos.

Problemas geotécnicos

- La zona 4B se encuentra amenazada por procesos muy intensos de erosión activa, los cuales no es posible estabilizar con obras normales de ingeniería.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, contribuiría a magnificar el proceso erosivo.
- Se recomienda diseñar e implementar un programa para el establecimiento de cobertura vegetal protectora en toda el área afectada por procesos de erosión.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita se encuentra catalogada entre las categorías de amenaza media a alta relacionado con fenómenos de remoción o movimiento en masa.

Amenaza Muy Alta: Incluye laderas de pendiente muy alta, superior a 40º principalmente, con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 1,0 a 2.0 metros; asociados a suelos residuales, suelos coluviales recientes, rocas intermedias y blandas. Esta zona presenta muy alta probabilidad a los movimientos en masa de gran magnitud del tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, fallas en cuña y fallas planares en rocas. Esta zona se encuentra afectada por flujos superficiales, caídas, y desprendimientos, así como evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa. Por la magnitud y el tipo de eventos puede presentarse pérdida de vidas humanas, destrucción parcial o total de viviendas, obstrucción o destrucción de caminos, carreteables, vías principales, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas; pérdida drástica y rápida de la resistencia del material, hundimientos, generación de escarpes, levantamientos del terreno, cambios en el nivel freático, afloramientos y empozamientos de agua. En general presentan una alta intervención antrópica y procesos erosivos intensos. En esta zona se incluyen algunas áreas de depósitos de mayor espesor muy puntuales y asociadas a deslizamientos de tipo rotacional. En general, la mitigación y control de los eventos que se presentan en estas zonas mediante obras de estabilización pueden resultar en costos muy altos para lo cual se requiere la evaluación de la relación costo/beneficio. Se requiere la implementación de medidas estructurales y no estructurales para evitar el incremento de los eventos activos, las cuales deberán definirse mediante estudios detallados de estabilidad realizados de manera integral incluyendo áreas aledañas con diferente nivel de amenaza. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se debe ejecutar medidas de recuperación de suelos de manera inmediata.

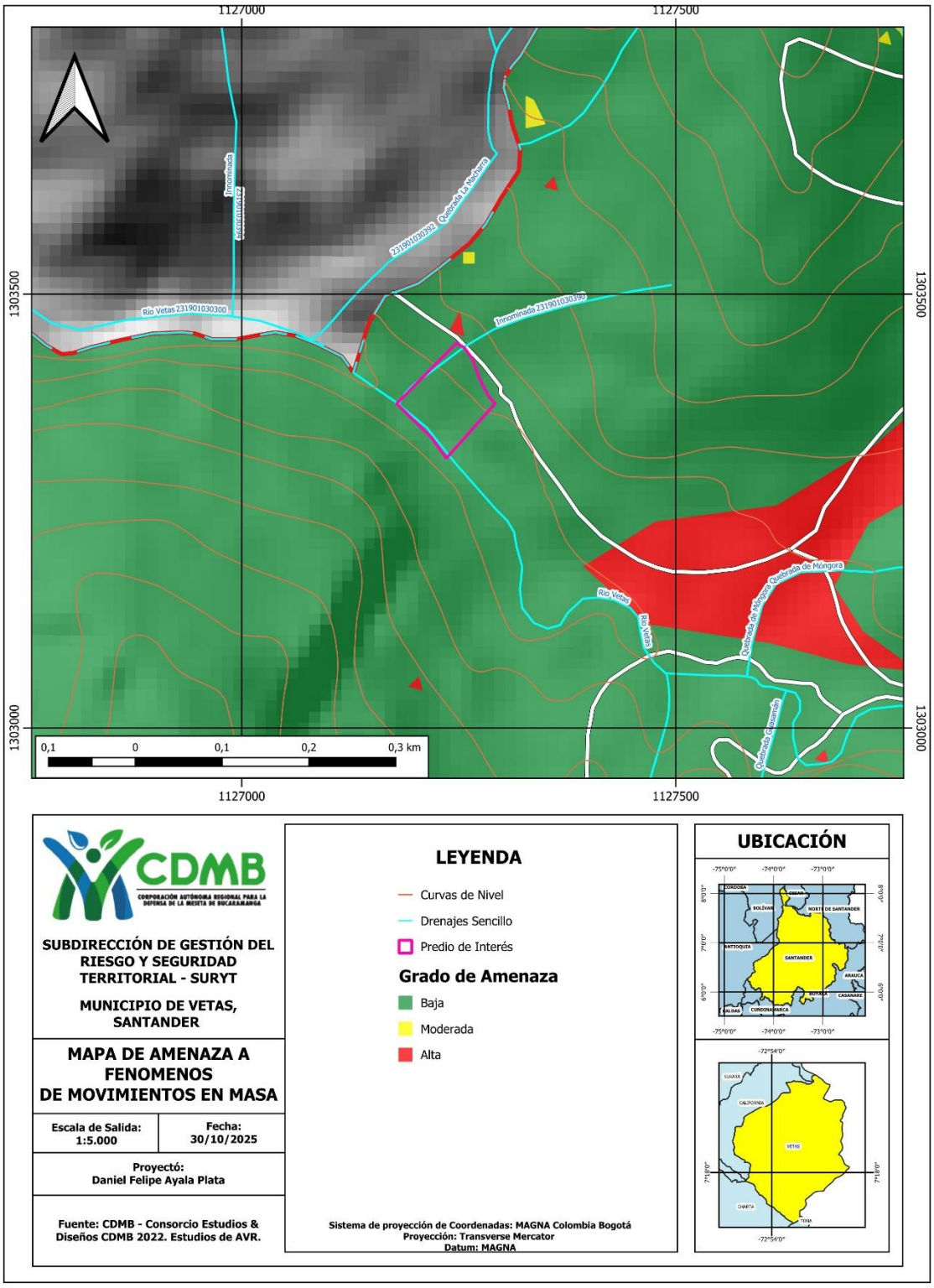


Figura 1. *Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022.

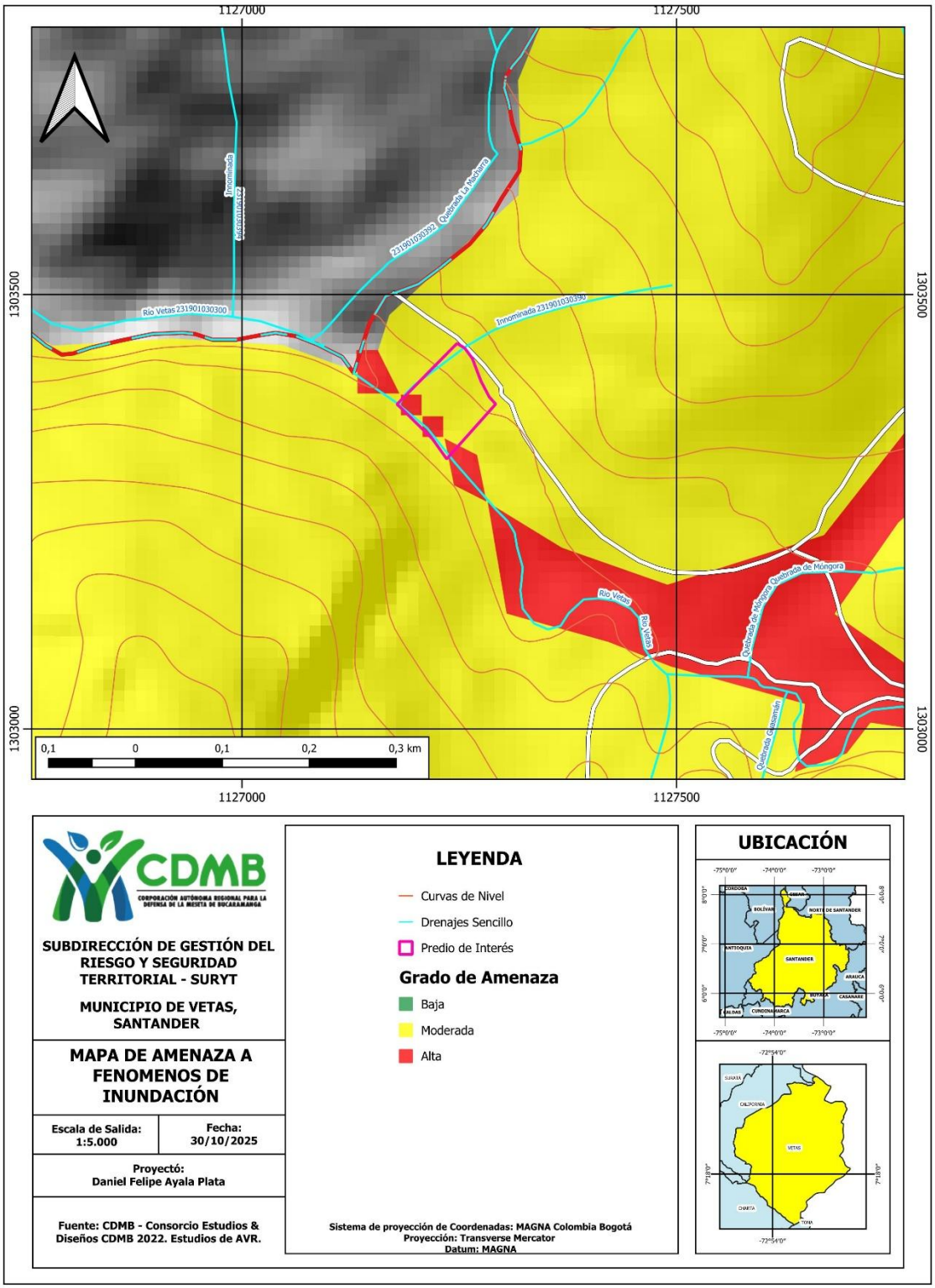


Figura 2. *Mapa de Amenaza por Inundación del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022.

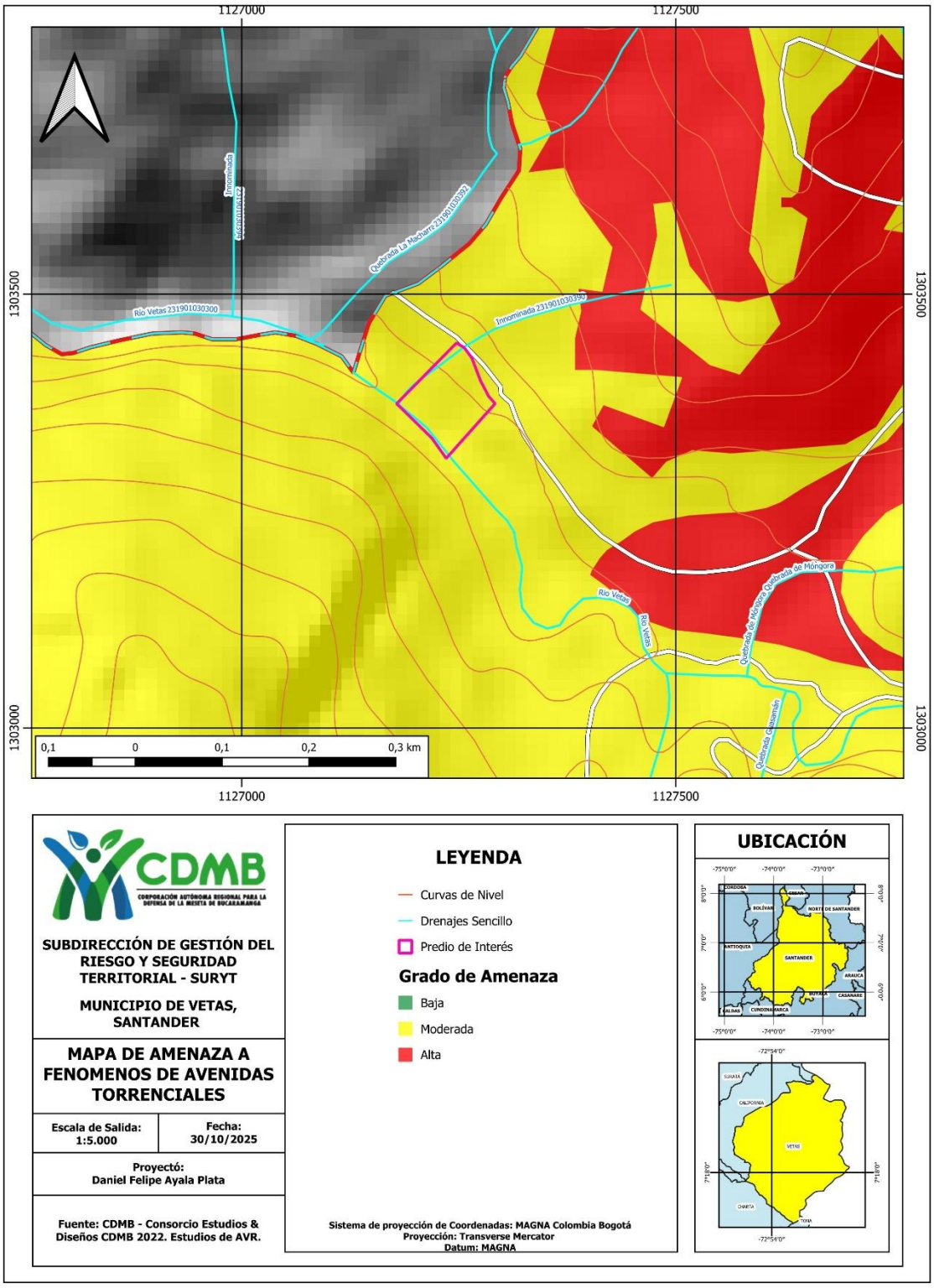


Figura 3. *Mapa de Amenaza por Avenidas Torrenciales del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022.

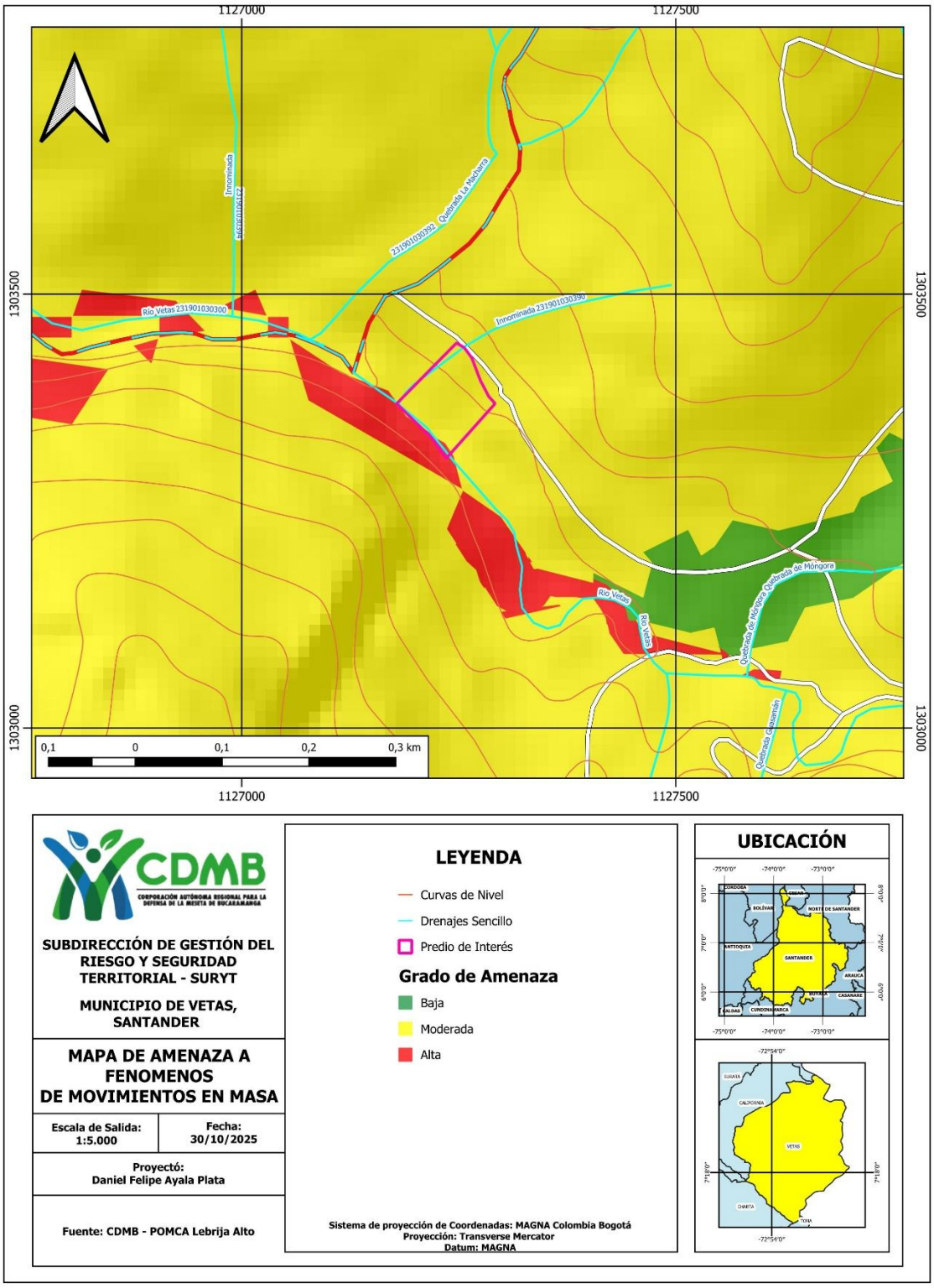


Figura 4. *Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

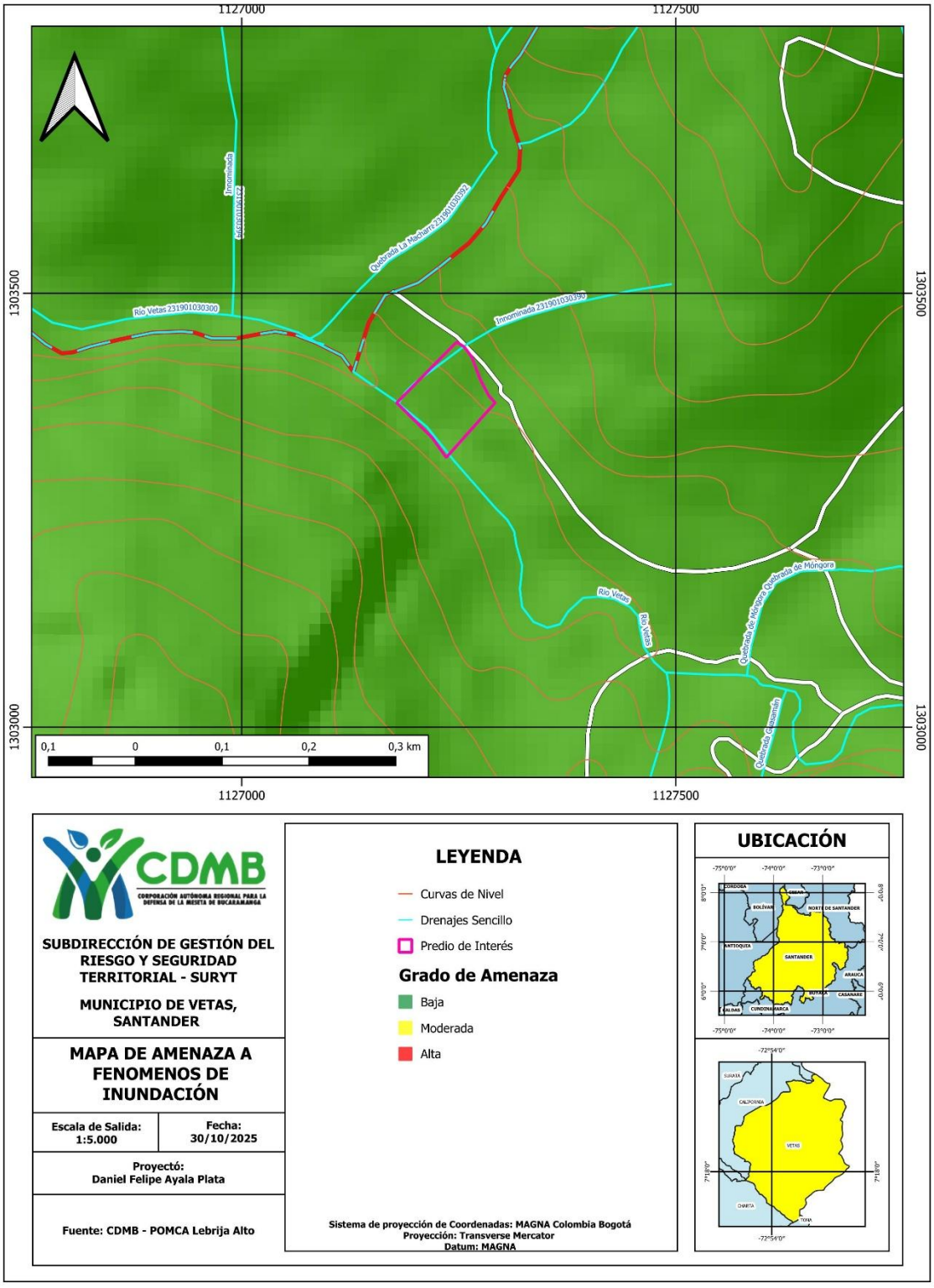


Figura 5. *Mapa de Amenaza por Inundación del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

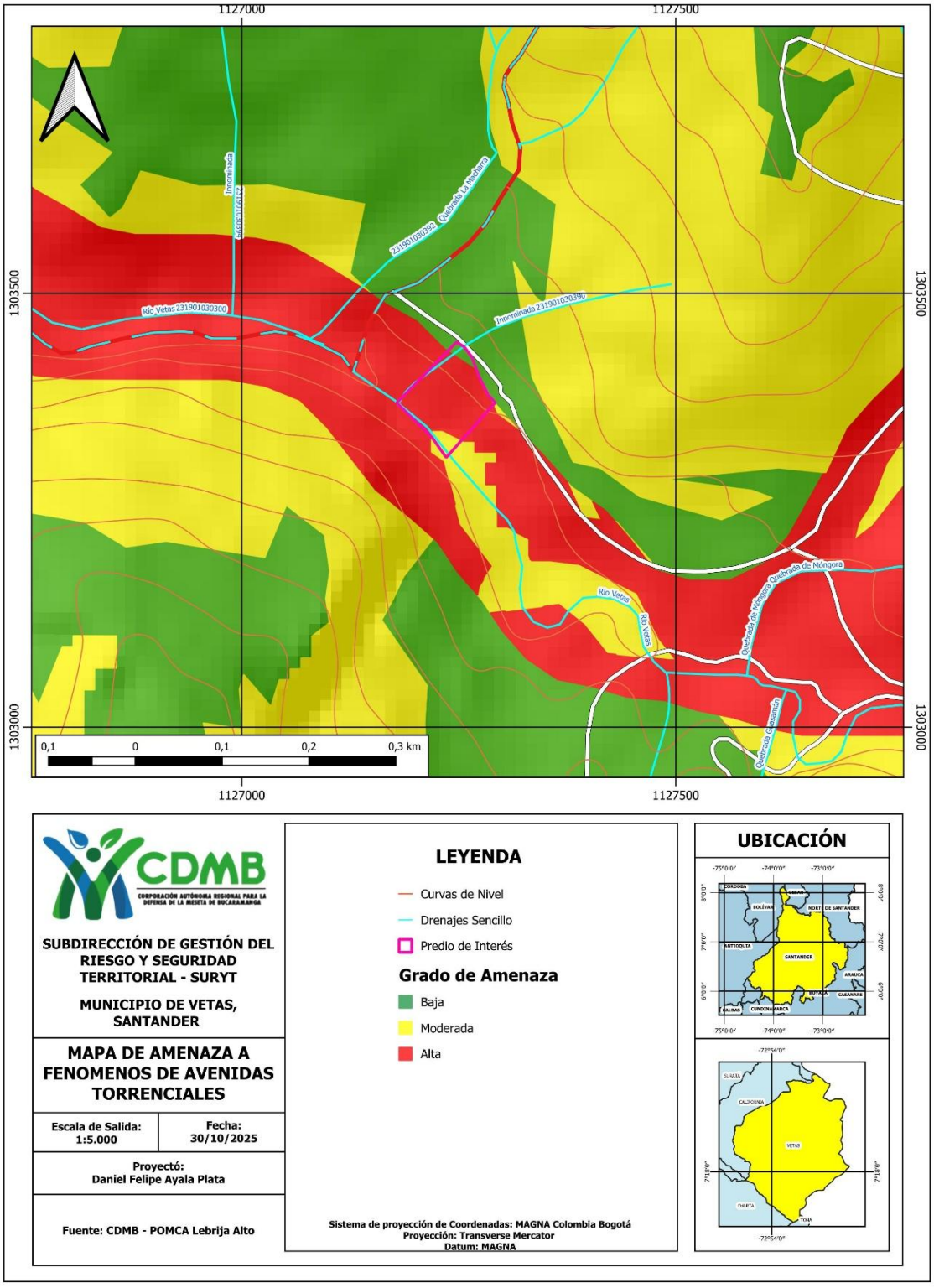


Figura 6. *Mapa de Amenaza por Avenidas Torrenciales del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

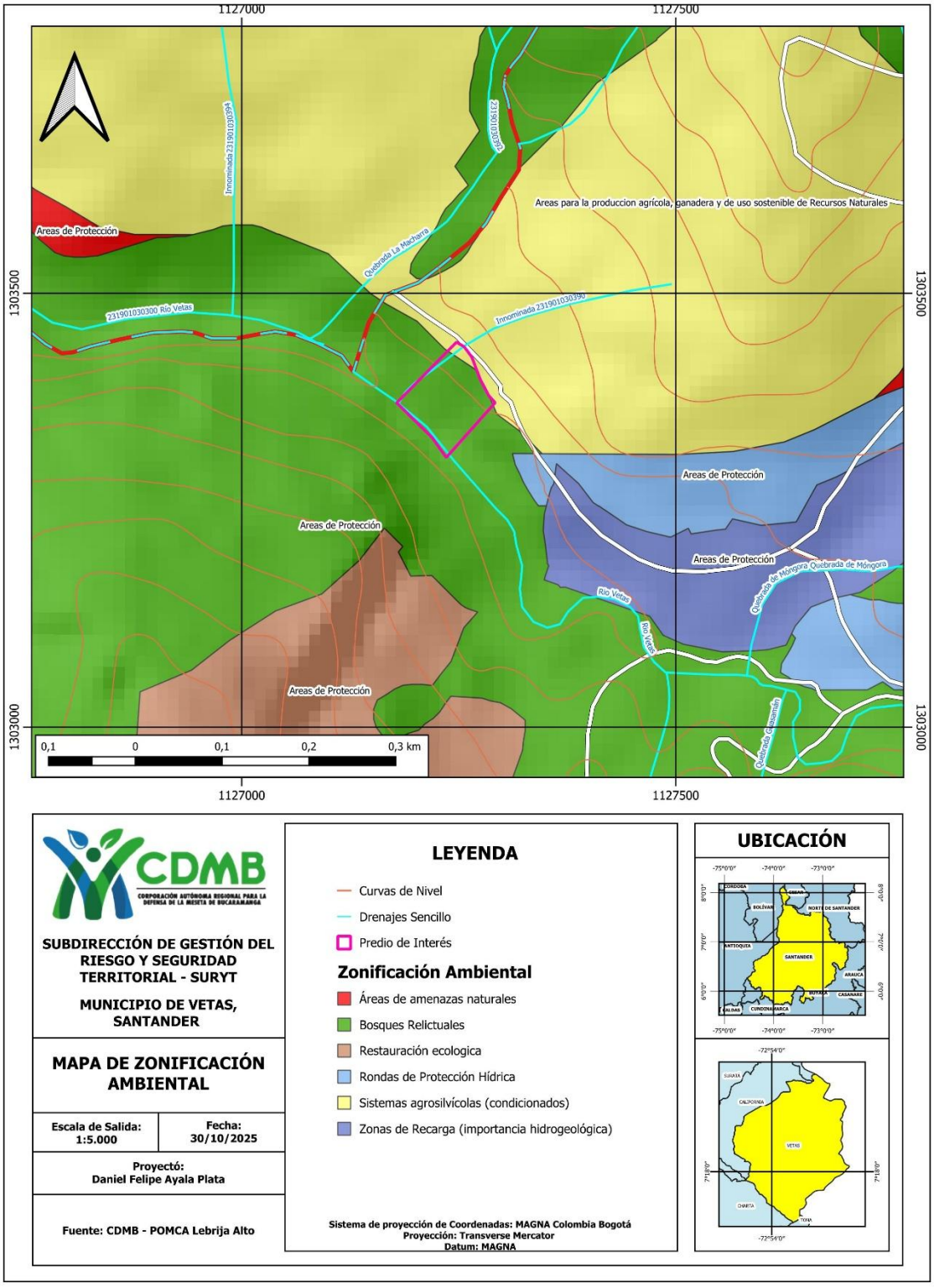


Figura 7. *Mapa de Zonificación Ambiental del Predio La Machorra II Municipio de Vetas – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

OBRAS MUNICIPIO DE CALIFORNIA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés en del municipio de California. Para esta zona, se describe la siguiente unidad geológica (Figura 1):

Tonalita y Granodiorita (TRtgd)

Rocas ígneas plutónicas de edad Triásico, conformadas por tonalitas y granodioritas, caracterizadas por la presencia de hornblenda y biotita con textura hipidiomórfica. Típicamente presentan meteorización esferoidal, resultando en cantos con núcleo rocoso.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés del municipio de California. Para esta zona, se describe la siguiente subunidad geomorfológica (Figura 2):

Espolón festoneado (Sefes)

Corresponde a laderas que presentan crestas simétricas con morfología alomada y cimas agudas, las cuales se disponen perpendicularmente al rumbo de estructuras geológicas. Esta unidad presenta pendientes que varían entre muy inclinada a muy abrupta y se presenta sobre laderas con intensa disección compuestas por rocas duras y blandas.

Sobre la vía que conduce hacia el sitio La Playa en donde se encuentra el desvío para Charta y Matanza, se puede observar en la margen izquierda de la vía durante todo el trayecto, un conjunto de salientes topográficas con cimas redondeadas y a veces agudas que se ubican de manera casi perpendicular a la Falla de Suratá y que debido a la disección fluvial, dan lugar a una red de drenaje sub-paralelo a paralelo. Dichas estructuras corresponden a espolones festoneados. En este sector dicha geoforma presenta una densidad baja- moderada de movimientos en masa, con cinco procesos morfodinámicos activos, que tienen lugar en las veredas La Capilla (Bucaramanga) y en la parte baja de las veredas Venadillo y Palmar, Municipio de Matanza. Dichos movimientos corresponden a deslizamientos traslacionales, caídos de rocas y avalanchas de rocas cuyas dimensiones no superan los 80 m de alto y 100 m de ancho.

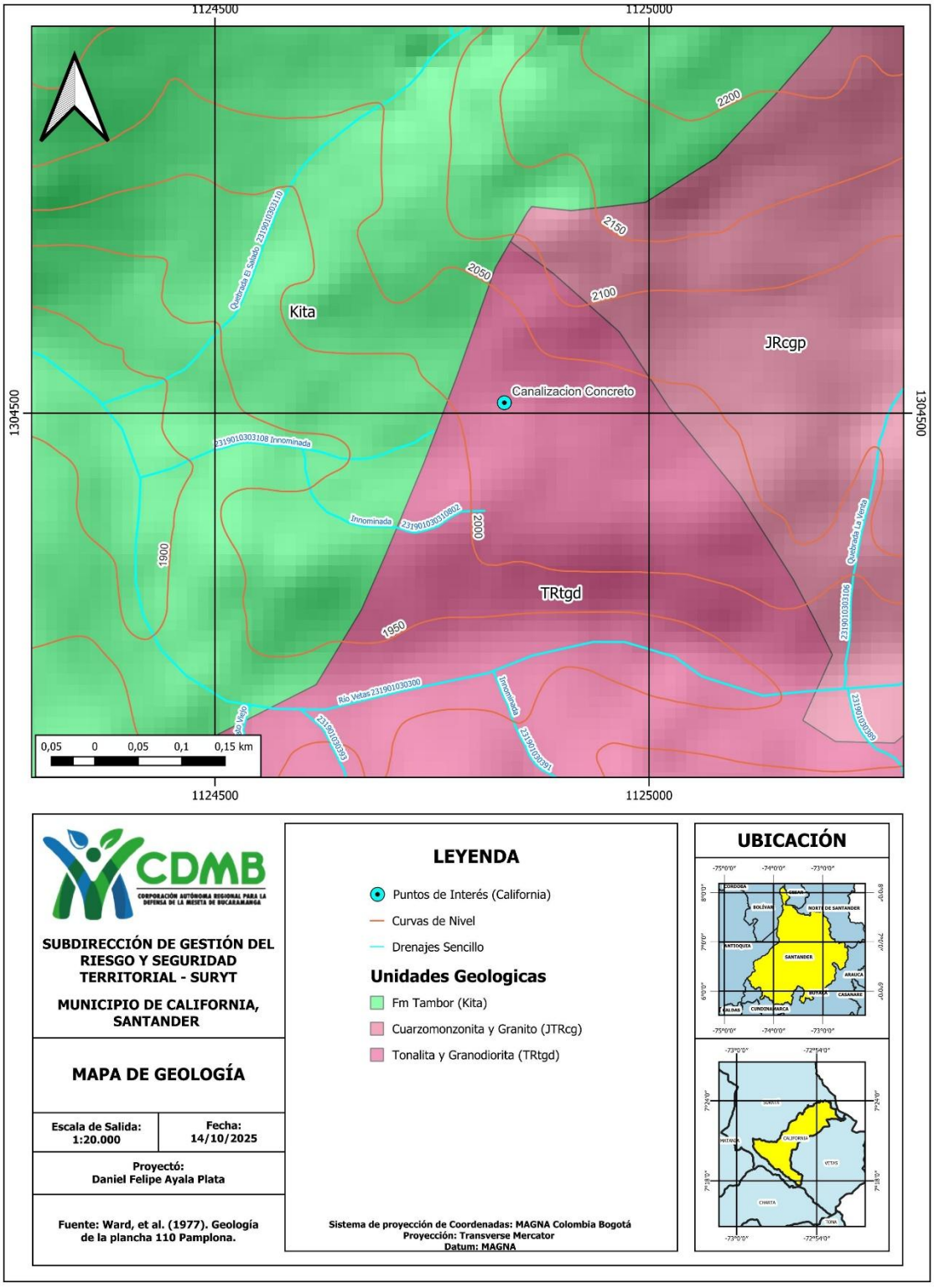


Figura 1. *Mapa Geológico del municipio de California – Escala 1:100.000*. Fuente: INGEOMINAS, 2010. Geología de la Plancha 110 Pamplona.

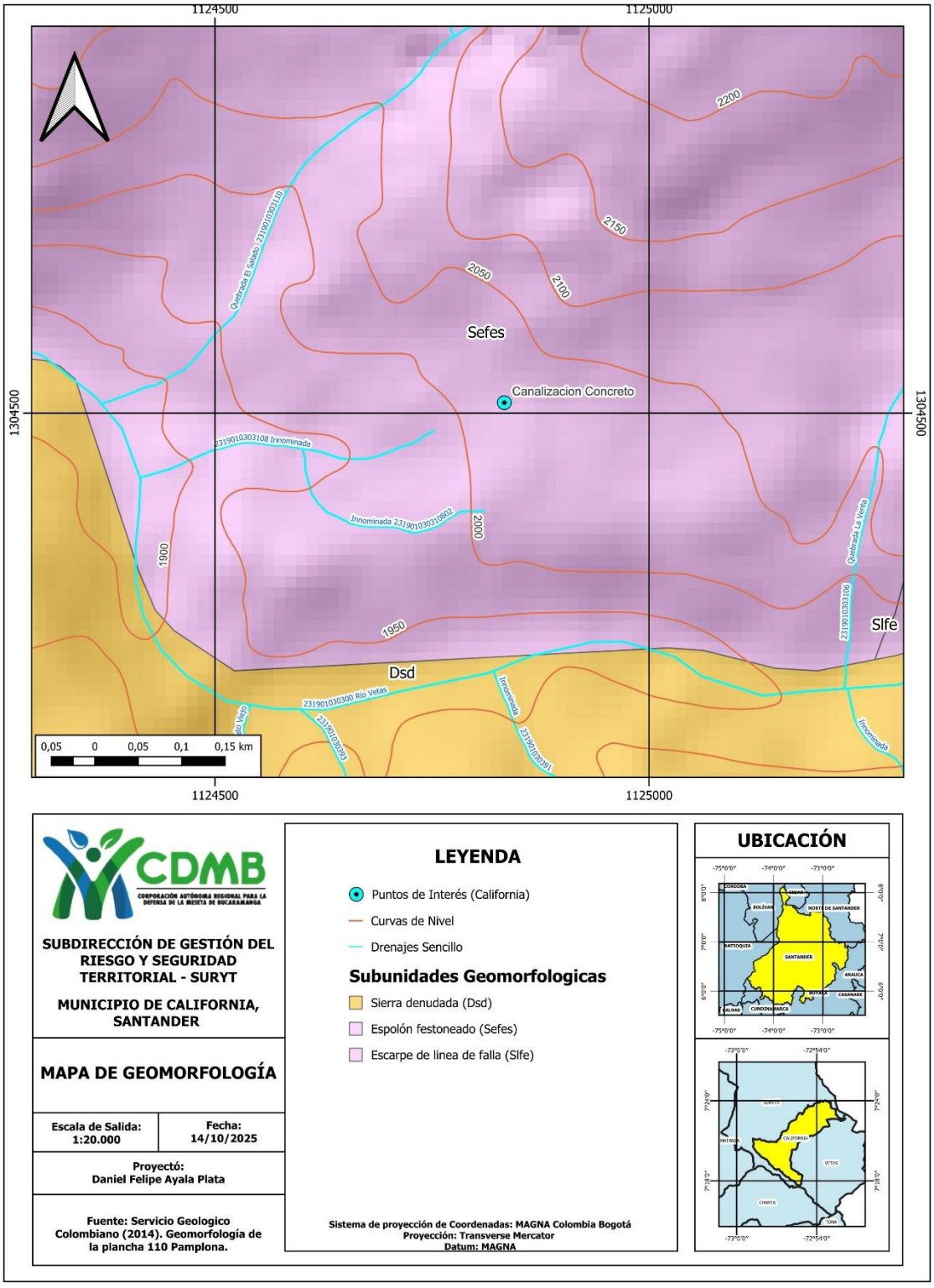


Figura 2. *Mapa Geomorfológico del municipio de California – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2014. Geomorfología de la Plancha 110 Pamplona.

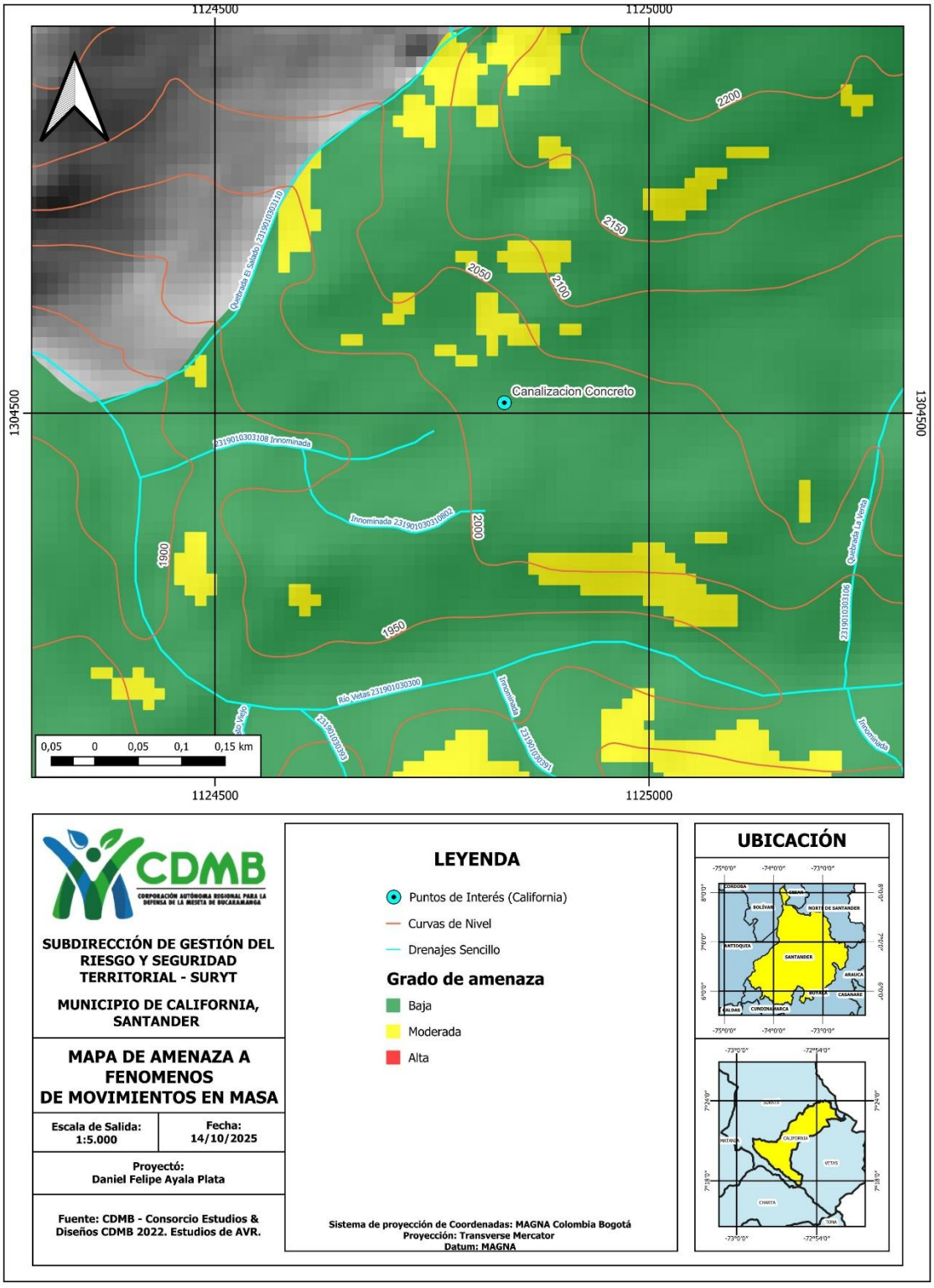


Figura 3. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Movimientos en Masa del municipio de California – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

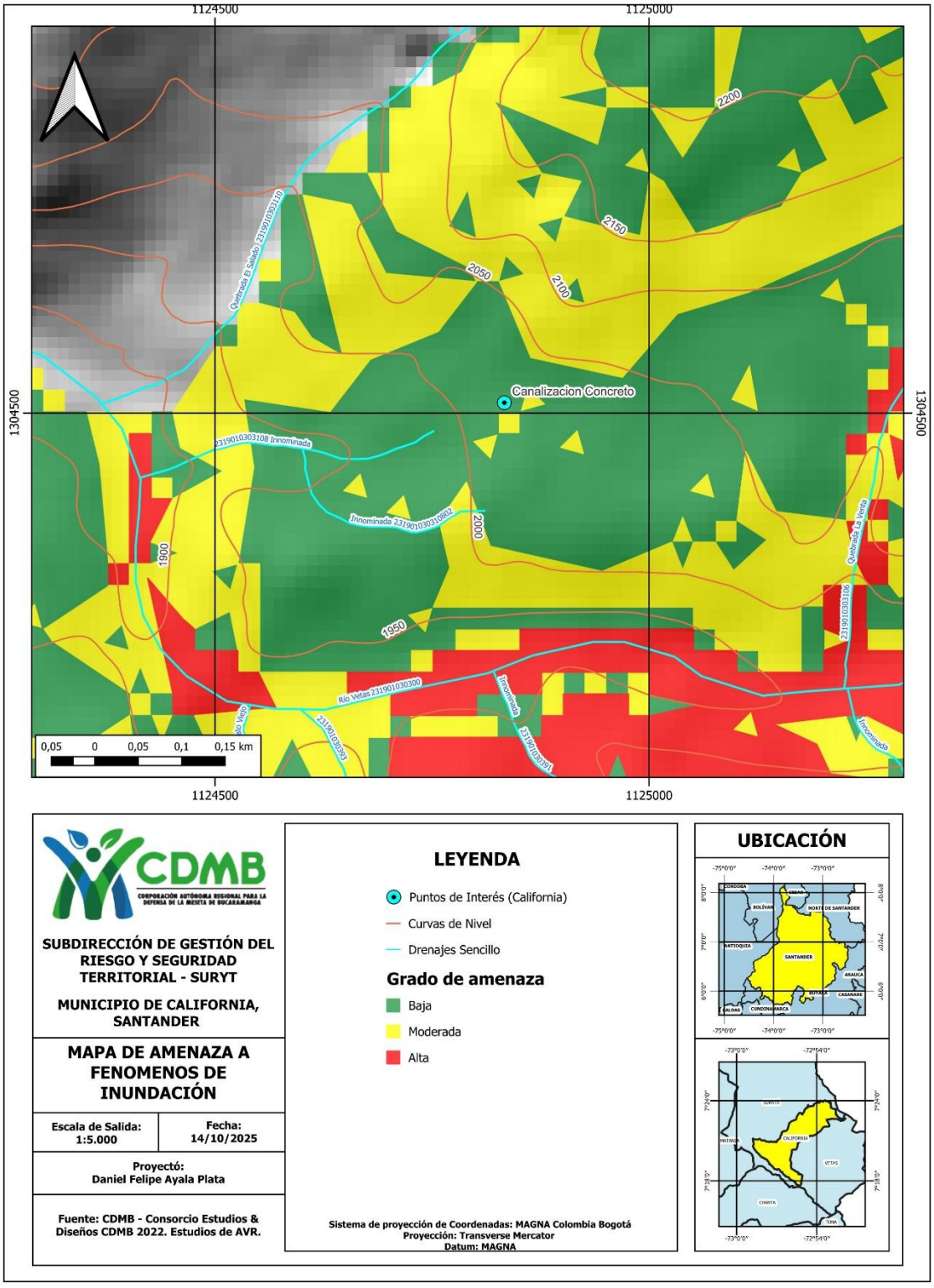


Figura 4. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Inundación del municipio de California – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

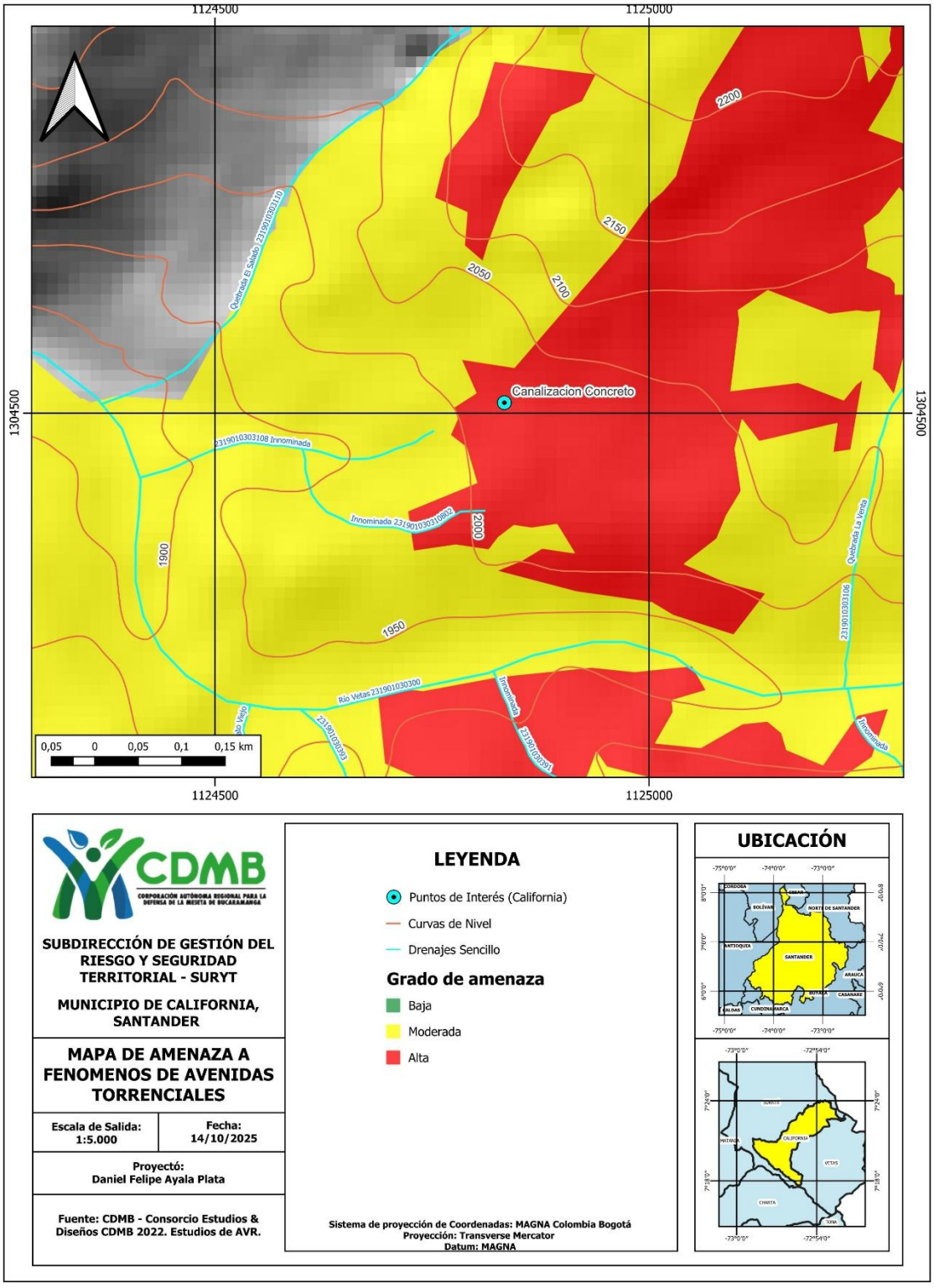


Figura 5. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Avenidas Torrenciales del municipio de California – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

OBRAS BARRIO CAMPO HERMOSO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Campo Hermoso, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 1):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (Miembro Órganos) y el nivel superior (Miembro Gravoso) en contactos netos plano paralelos. Es una extensa capa lenticular horizontal, más o menos continua, de unos 15 m de espesor promedio, donde alternan niveles arcillosos, limoarenosos y arenolimosos, de colores gris verdosos. Los mejores afloramientos se encuentran en las canteras de la antigua ladrillera Bucaramanga y en la empresa de ladrillos y tubos donde es explotada para la producción de ladrillos y tejas. Otros sectores donde aflora son los barrios Ciudadela Real de Minas, Campo Hermoso y La Feria entre otros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

La geometría de sus niveles es tabular a lenticular, con espesores que oscilan entre 5 y 40 cm, de estratificación plana paralela, cruzada y ondulosa.

La secuencia del miembro Finos se puede dividir en dos conjuntos: *1) Conjunto Arcilloso:* Localizado hacia la base, se caracteriza por ser arcillo-limoso, masivo, de colores grises a verdes, con estratificación plana paralela, en donde

el espesor varía ampliamente, como en el barrio el Porvenir (9m) y cuchilla de Palomitas (2m) (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

2) Conjunto Arenoso: Se localiza hacia el techo, donde muestra una alternancia de niveles arenolimosos con niveles limoarenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento. Hacia la base de este conjunto predominan costras y un nivel arcilloso pardo oscuro. En la cuchilla Palomitas solo se observan las arcillas grises a verdes en contacto erosivo con el suprayaciente miembro Gravoso (Qbg).

En los sitios donde aflora su geomorfología corresponde a escarpes, observándose un grado de alteración moderada con consistencia plástica para el Conjunto Arcilloso. El Miembro Finos es, en gran parte del área, un nivel guía de baja permeabilidad.

El ambiente de depositación de este miembro es de depósitos de ambiente aluvial de intercanales poco profundo, de baja energía y de escasas interdigitaciones de flujo de escombros de facies arenosas (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B

está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

ZONA 4B Miembro Órganos Afectada por Procesos Erosivos

Descripción General

Esta zona conforma la escarpa occidental y sur del Abanico-Terraza de Bucaramanga, así como parte de las zonas norte y occidental de la mesa de Ruitoque, parte superior de los valles aluviales del río de Oro, río Frío y quebrada de la Iglesia.

El drenaje es dendrítico y subparalelo, con cañadas en V, con una densidad de drenaje muy alta y altas pendientes en los cauces laterales; generalmente cada quebrada presenta un cauce principal de pendientes variables de 3% a 10% y cañadas laterales con pendientes superiores al 10%. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a cárcavas y depresiones limitadas por colinas alargadas, algunos sectores están sometidos a erosión intensa (Bad Lands). Litológicamente está constituida por los denominados miembros Órganos (Qbo) y Finos (Qbf) de la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas areno arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes a la formación Órganos.

No aparecen niveles freáticos subsuperficiales, pero en la mayoría de los casos se presentan niveles freáticos profundos o acuíferos colgados sobre el basamento de la formación Órganos.

Problemas geotécnicos

- La zona 4B se encuentra amenazada por procesos muy intensos de erosión activa, los cuales no es posible estabilizar con obras normales de ingeniería.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, contribuiría a magnificar el proceso erosivo.
- Se recomienda diseñar e implementar un programa para el establecimiento de cobertura vegetal protectora en toda el área afectada por procesos de erosión.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Muy Alta (IV): Incluye laderas de pendiente muy alta, superior a 40º principalmente, con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 1,0 a 2.0 metros; asociados a suelos residuales, suelos coluviales recientes, rocas intermedias y blandas. Esta zona presenta muy alta probabilidad a los movimientos en masa de gran magnitud del tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, fallas en cuña y fallas planares en rocas. Esta zona se encuentra afectada por flujos superficiales, caídas, y desprendimientos, así como evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa. Por la magnitud y el tipo de eventos puede presentarse pérdida de vidas humanas, destrucción parcial o total de viviendas, obstrucción o destrucción de caminos, carreteables, vías principales, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas; pérdida drástica y rápida de la resistencia del material, hundimientos, generación de escarpes, levantamientos del terreno, cambios en el nivel freático, afloramientos y empozamientos de agua. En general presentan una alta intervención antrópica y procesos erosivos intensos. En esta zona se incluyen algunas áreas de depósitos de mayor espesor muy puntuales y asociadas a deslizamientos de tipo rotacional. En general, la mitigación y control de los eventos que se presentan en estas zonas mediante obras de estabilización puede resultar en costos muy altos para lo cual se requiere la evaluación de la relación costo/beneficio. Se requiere la implementación de medidas estructurales y no estructurales para evitar el incremento de los eventos activos, las cuales deberán definirse mediante estudios detallados de estabilidad realizados de manera integral incluyendo áreas aledañas con diferente nivel de amenaza. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se debe ejecutar medidas de recuperación de suelos de manera inmediata.

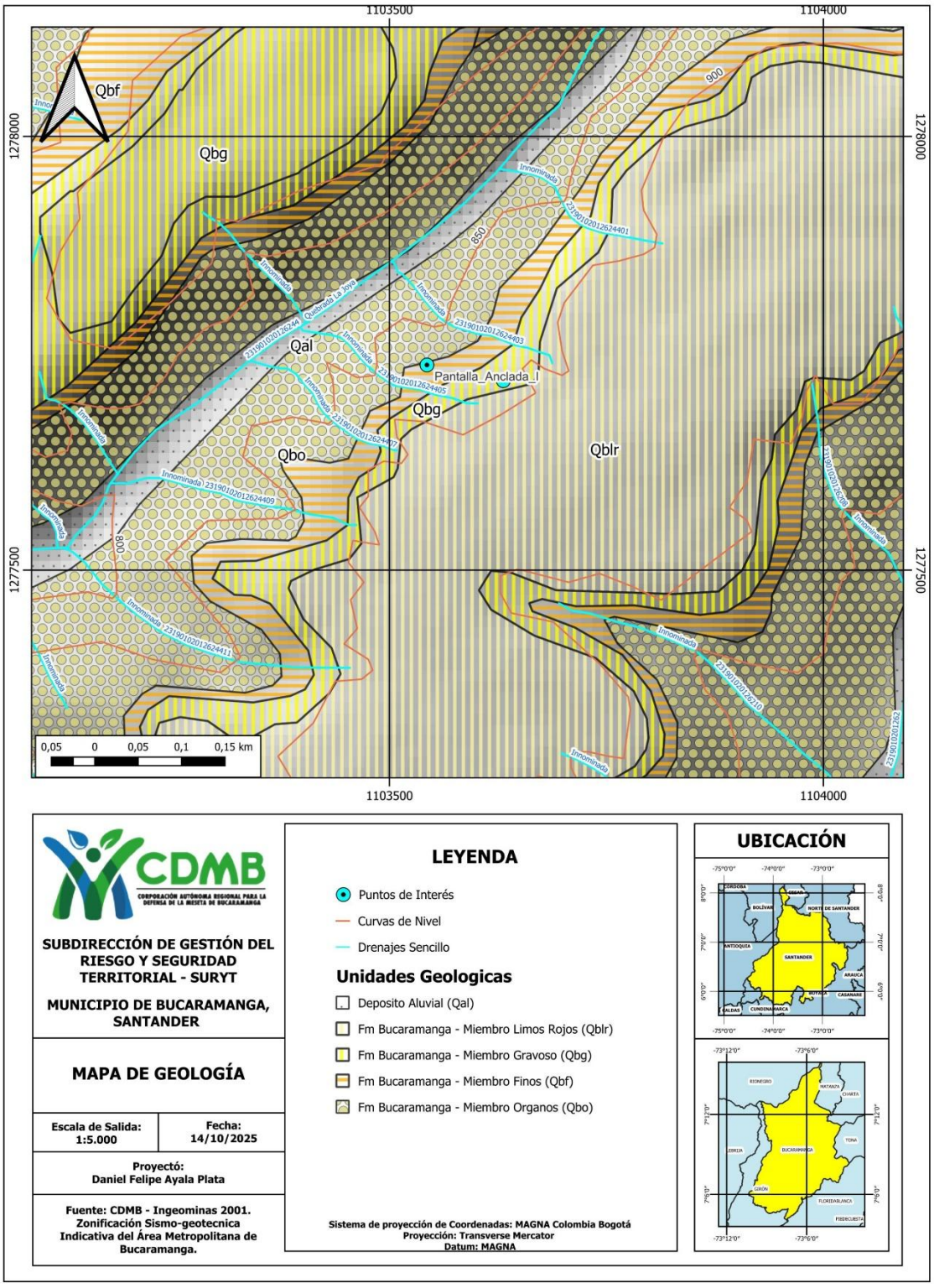


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

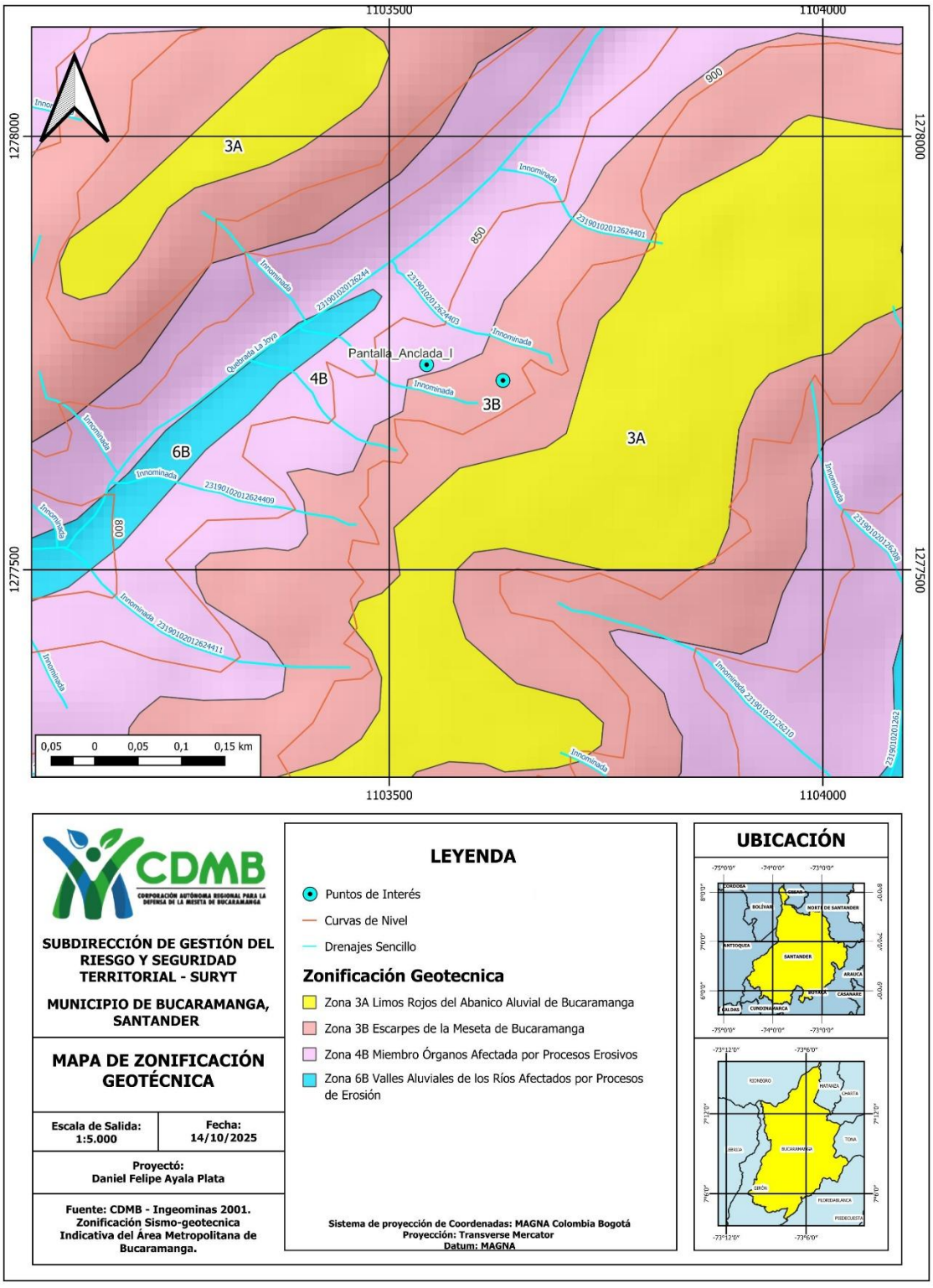


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

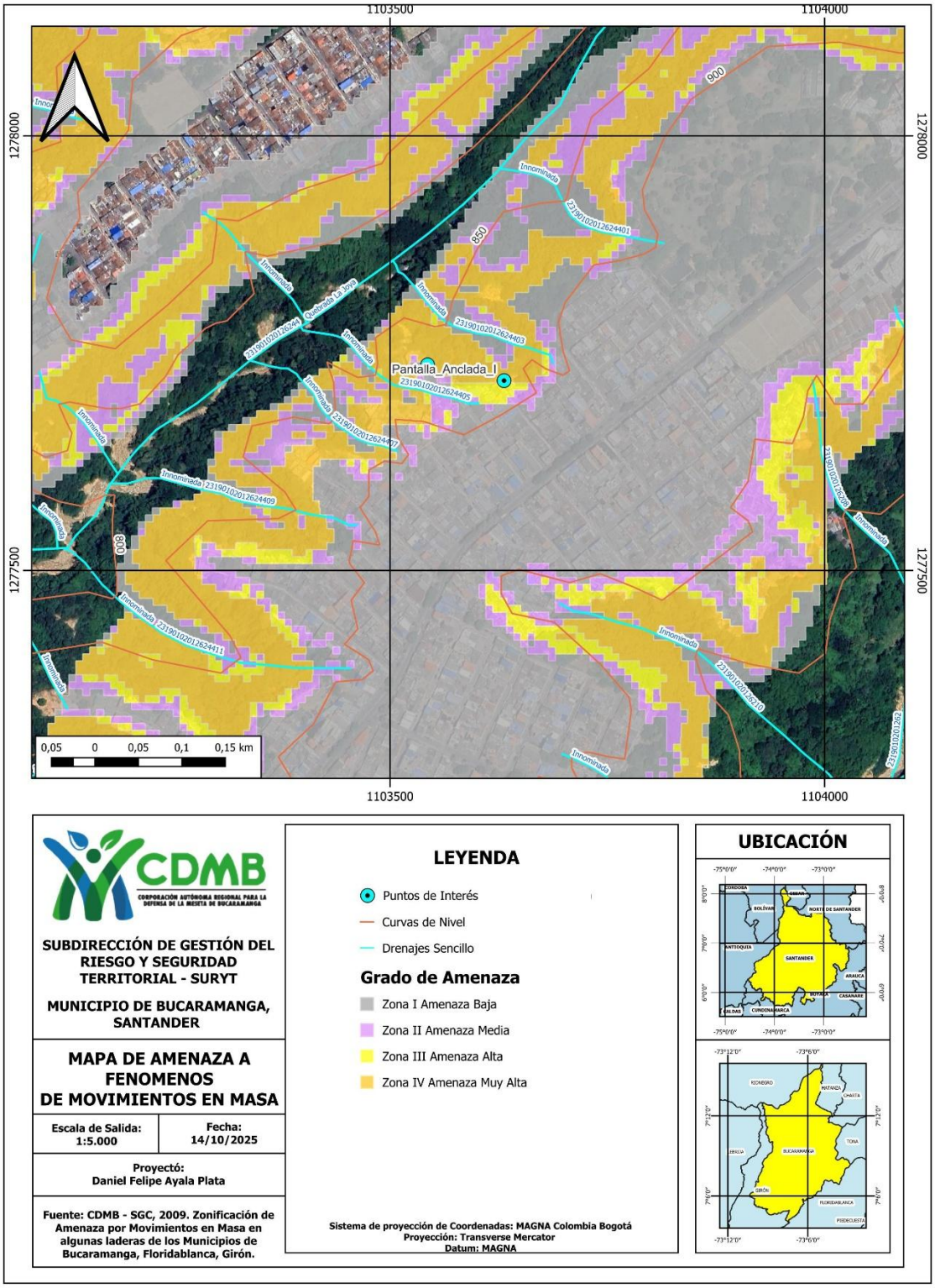


Figura 3. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*.
Fuente: CDMB – SGC, 2009.

OBRAS BARRIO CORDONCILLOS MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Cordoncillos, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Limos Rojos (Qblr). Definido por Julivert (1963), el cual constituye geomorfológicamente lo que anteriormente se denominaba como "Meseta de Bucaramanga", con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%.

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional.

La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo (INGEOMINAS, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Muy Alta: Incluye laderas de pendiente muy alta, superior a 40º principalmente, con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 1,0 a 2.0 metros; asociados a suelos residuales, suelos coluviales recientes, rocas intermedias y blandas. Esta zona presenta muy alta probabilidad a los movimientos en masa de gran magnitud del tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, fallas en cuña y fallas planares en rocas. Esta zona se encuentra afectada por flujos superficiales, caídas, y desprendimientos, así como evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa. Por la magnitud y el tipo de eventos puede presentarse pérdida de vidas humanas, destrucción parcial o total de viviendas, obstrucción o destrucción de caminos, carreteables, vías principales, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas; pérdida drástica y rápida de la resistencia del material, hundimientos, generación de escarpes, levantamientos del terreno, cambios en el nivel freático, afloramientos y empozamientos de agua. En general presentan una alta intervención antrópica y procesos erosivos intensos. En esta zona se incluyen algunas áreas de depósitos de mayor espesor muy puntuales y asociadas a deslizamientos de tipo rotacional. En general, la mitigación y control de los eventos que se presentan en estas zonas mediante obras de estabilización puede resultar en costos muy altos para lo cual se requiere la evaluación de la relación costo/beneficio. Se requiere la implementación de medidas estructurales y no estructurales para evitar el incremento de los eventos activos, las cuales deberán definirse mediante estudios detallados de estabilidad realizados de manera integral incluyendo áreas aledañas con diferente nivel de amenaza. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se debe ejecutar medidas de recuperación de suelos de manera inmediata.

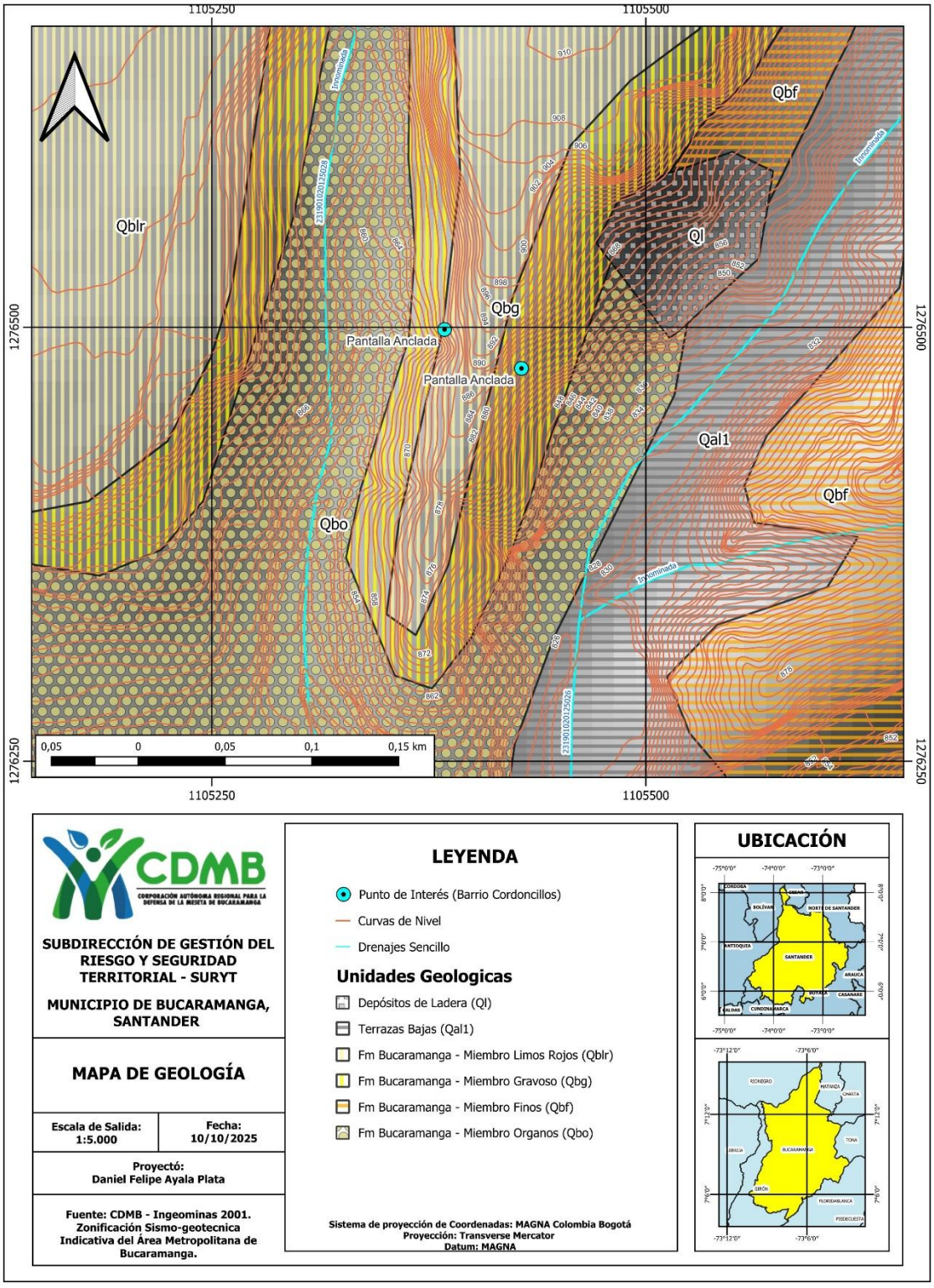


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Cordoncillos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

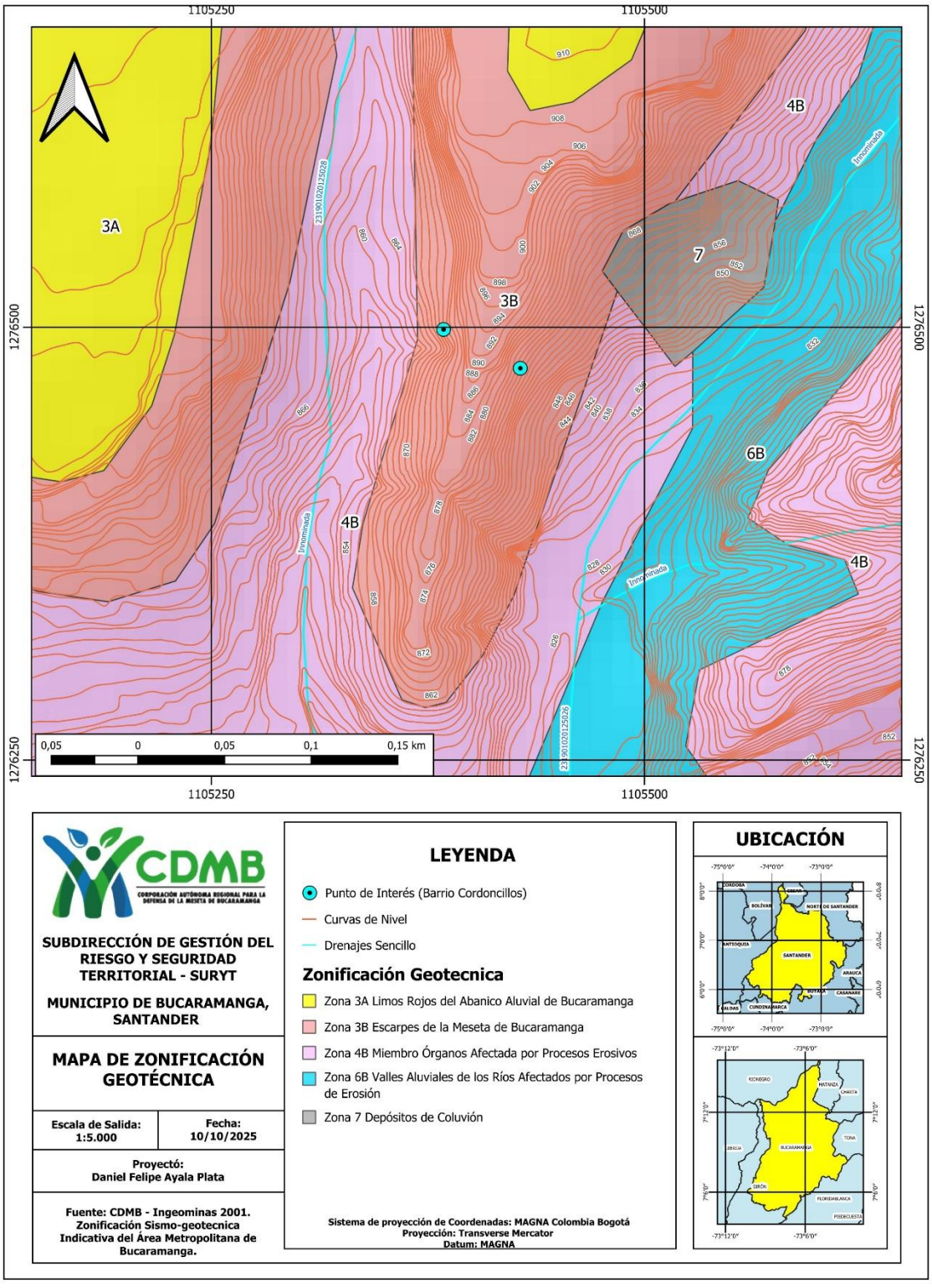


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Cordoncillos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

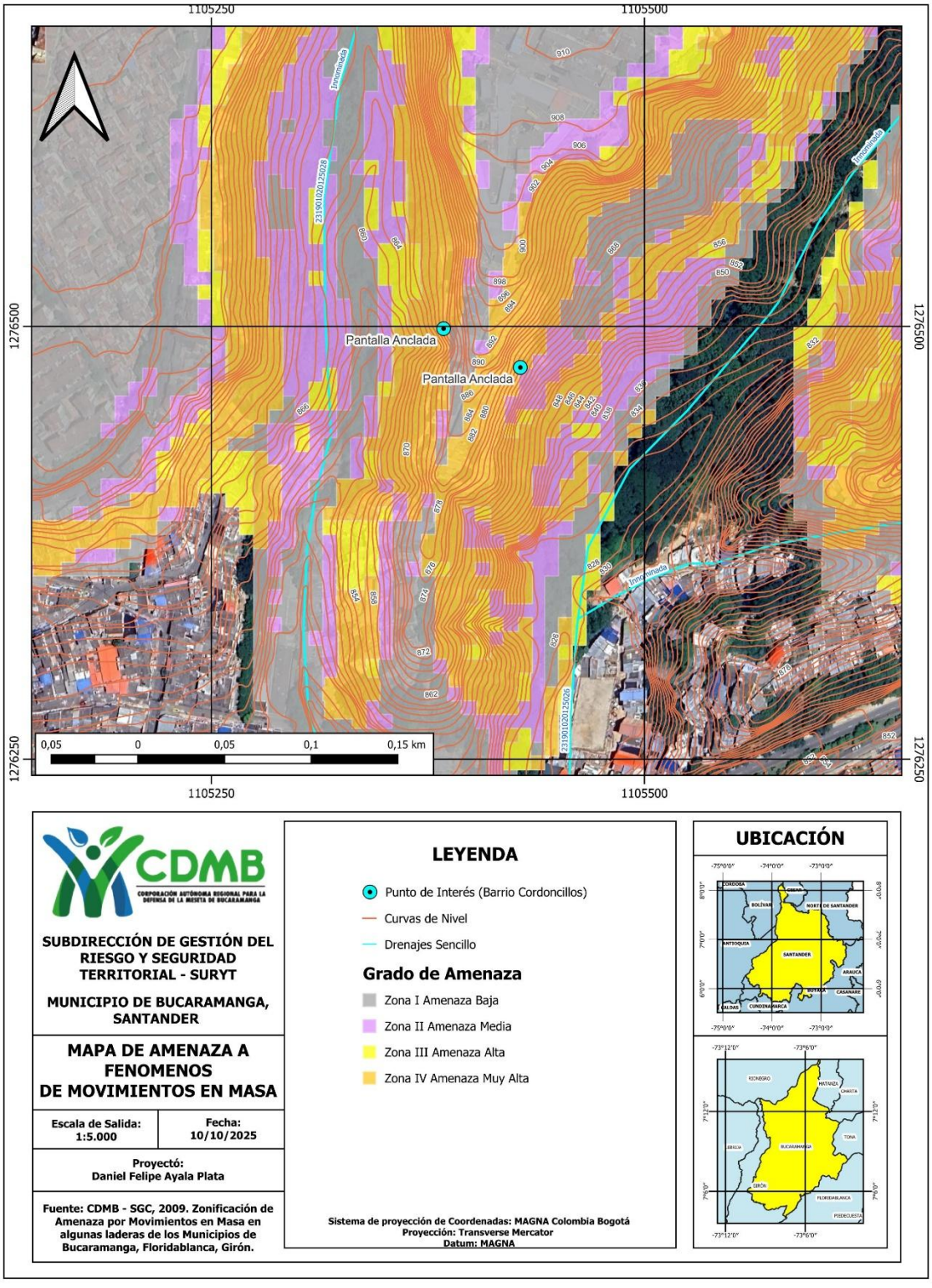


Figura 3. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Cordoncillos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

OBRAS BARRIO EL JARDIN MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio El Jardín, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 1):

Cuarzomonzonita, Granito y Pórfido Cuarzoso (JRcg).

Esta unidad que fue definida por Ward et al, (1973) aflora en el sector oriental de los barrios Alvarez, Cabecera y el conjunto residencial Montearroyo, en Bucaramanga. Cuerpos ígneos de granito y cuarzomonzonita aparecen junto con el Neis de Bucaramanga conformando un complejo ígneo metamórfico en el sector de la planta de tratamiento del acueducto sobre el río Suratá en la vía Bucaramanga - Matanza.

Los mejores afloramientos observados de esta unidad están sobre la quebrada La Flora, donde se encuentra asociado con el Neis de Bucaramanga, también se encuentra expuesta al suroccidente de Morrorico, al norte y nororiente del Area Metropolitana y como una franja de dirección noroeste que corta la quebrada La Vega, la cual se une con la quebrada La Loma en el extremo norte del área.

La geomorfología es muy semejante a la del Neis de Bucaramanga, reconociéndose lomos, escarpes y depósitos de ladera asociados.

Macroscópicamente es de grano grueso, inequigranular, rosado, naranja y gris violáceo, con textura hipidiomórfica. La oligoclasa y albita se presentan ligeramente zonadas, subtabulares y equidimensionales.

En inmediaciones de la quebrada La Flora, composicionalmente contiene feldespato potásico, rosado, naranja a rojo grisáceo, plagioclasa blanca, cuarzo gris y en menor proporción biotita.

Al nororiente del área, dos de estos cuerpos ígneos están conformados por cuarzomonzonita gris, de grano fino a medio, equigranular, textura sacaroide y biotita diseminada uniformemente. Esta cuarzomonzonita es de color gris cuando está fresca pasando a gris brillante y gris amarillenta al meteorizarse (Carrillo, E. 1995).

Estos pequeños cuerpos intrusivos están altamente meteorizados, cizallados y presentan algún grado de metamorfismo debido a la acción del sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta. El contacto con el Neis de Bucaramanga en algunos sectores es fallado, y en otros se presenta como intrusivo.

Estos cuerpos ígneos van desapareciendo a medida que nos desplazamos hacia el lado oriental del sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta y existen sectores, como es el caso de la zona sur de Morrorico, donde es difícil cartografiar por separado el neis de Bucaramanga y el cuerpo ígneo, pues este último se presenta como diques y más al oriente aumenta la presencia del neis. En general el complejo ígneo metamórfico se encuentra ampliamente meteorizado, formando suelos lodoarenosos, de color amarillo a naranja, de mediana plasticidad con espesores que alcanzan hasta los 4 metros.

Mediciones radiometrícas (K/Ar) hechas en biotita y muscovita de estas rocas intrusivas han dado una edad Jurásica. (Ward et al.,1973).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 2B Rocas Ígneas y Metamórficas Fracturadas Afectadas por Fallas Geológicas

Descripción General

Se presenta como una franja alargada de dirección nornoroeste, correspondiente a la zona de alto fracturamiento asociado al sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta, incluyendo las laderas nororientales de Bucaramanga ocupadas por asentamientos humanos, el cerro de Morrorico y las colinas del piedemonte del macizo de Santander.

El drenaje es subdendrítico y subparalelo, las geoformas son principalmente de origen estructural, asociadas a la actividad del sistema de fallas Bucaramanga - Sta. Marta, con topografía abrupta. Su litología corresponde a rocas metamórficas e ígneas, fuertemente cizalladas, pertenecientes al Gneis de Bucaramanga (PEb).

Características geotécnicas

Los suelos son residuales con perfil de meteorización profundo a muy profundo y gran cantidad de estructuras heredadas. Los suelos corresponden a arenas arcillosas y limosas de color claro en los sectores metamórficos, y arcillas arenosas y arenas arcillosas en los sectores ígneos.

En las temporadas lluviosas se forman corrientes subterráneas de agua especialmente en la zona de roca fracturada por debajo del perfil de suelo. La mayoría de estas corrientes están controladas por las discontinuidades de las rocas y en la zona de contacto entre las rocas ígneo-metamórficas y el abanico de Bucaramanga, afloran cantidades importantes de agua presentándose niveles freáticos colgados sobre las laderas.

Problemas geotécnicos

Esta zona presenta una susceptibilidad muy fuerte a problemas geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- Deslizamientos masivos de los suelos residuales.
- Formación de cárcavas profundas de erosión en el suelo residual.
- Susceptibilidad a la denudación en eventos lluviosos de gran magnitud.
- Agrietamiento cosísmico del terreno en el momento de eventos de gran magnitud.
- Afectación sísmica de las construcciones.

En algunos sectores existen procesos activos de deslizamiento o erosión, asociados al sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta, los cuales, en algunos casos, están siendo acelerados por la intervención antrópica.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda realizar un estudio detallado de zonificación de amenazas geotécnicas en los sectores

actualmente ocupados por asentamientos humanos y obras de infraestructura urbana, con el objeto de diseñar e implementar proyectos de prevención y mitigación de riesgos, en especial en aquellos sectores poblados que se encuentren en condición de grave peligro.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta (III): Corresponde a laderas de pendiente alta, superior a 35º grados , con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 2 metros; asociados a suelos residuales, coluviales recientes, rocas intermedias y algunas blandas. Esta zona presenta alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

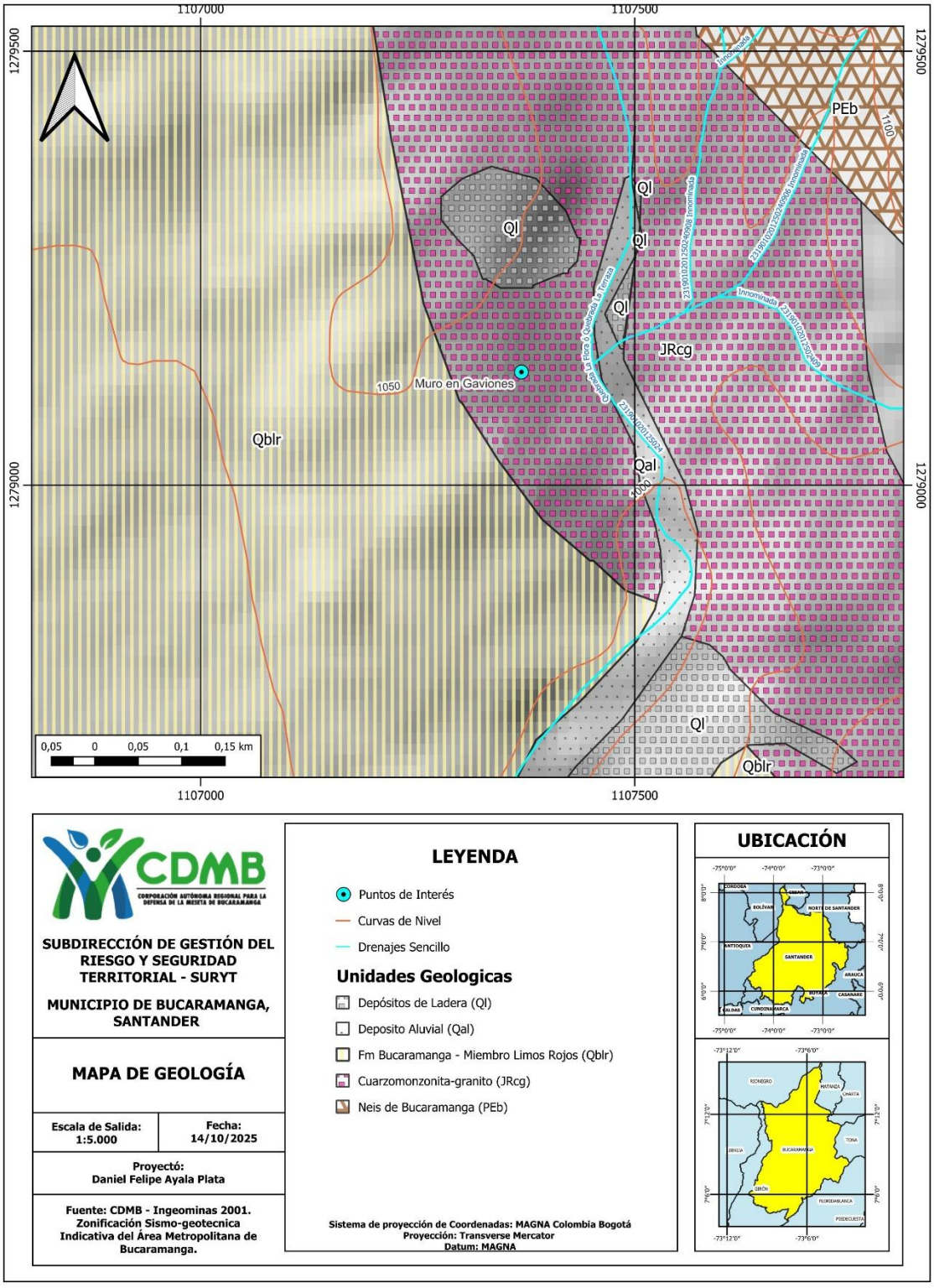


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio El Jardín en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

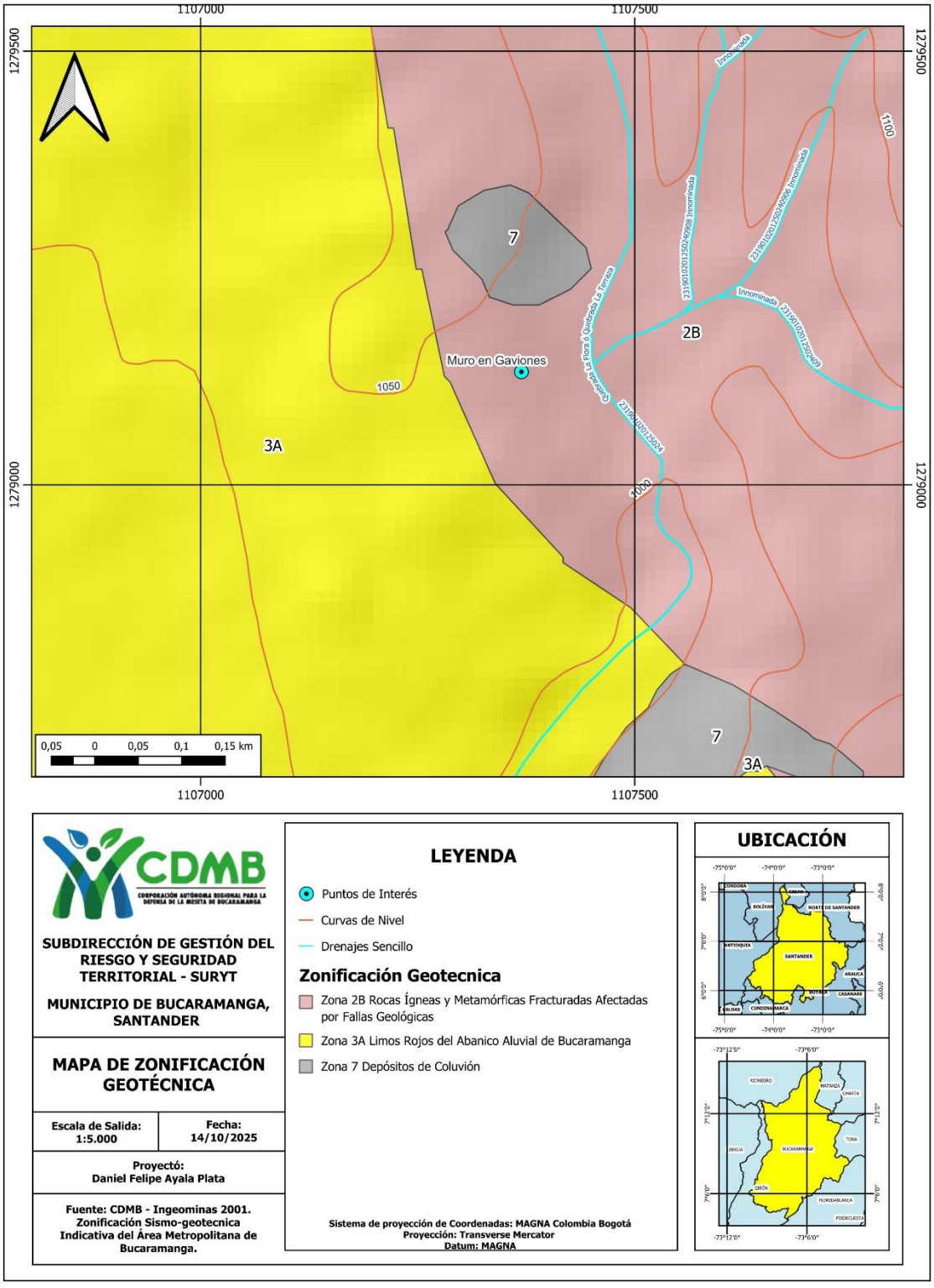


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio El Jardín en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

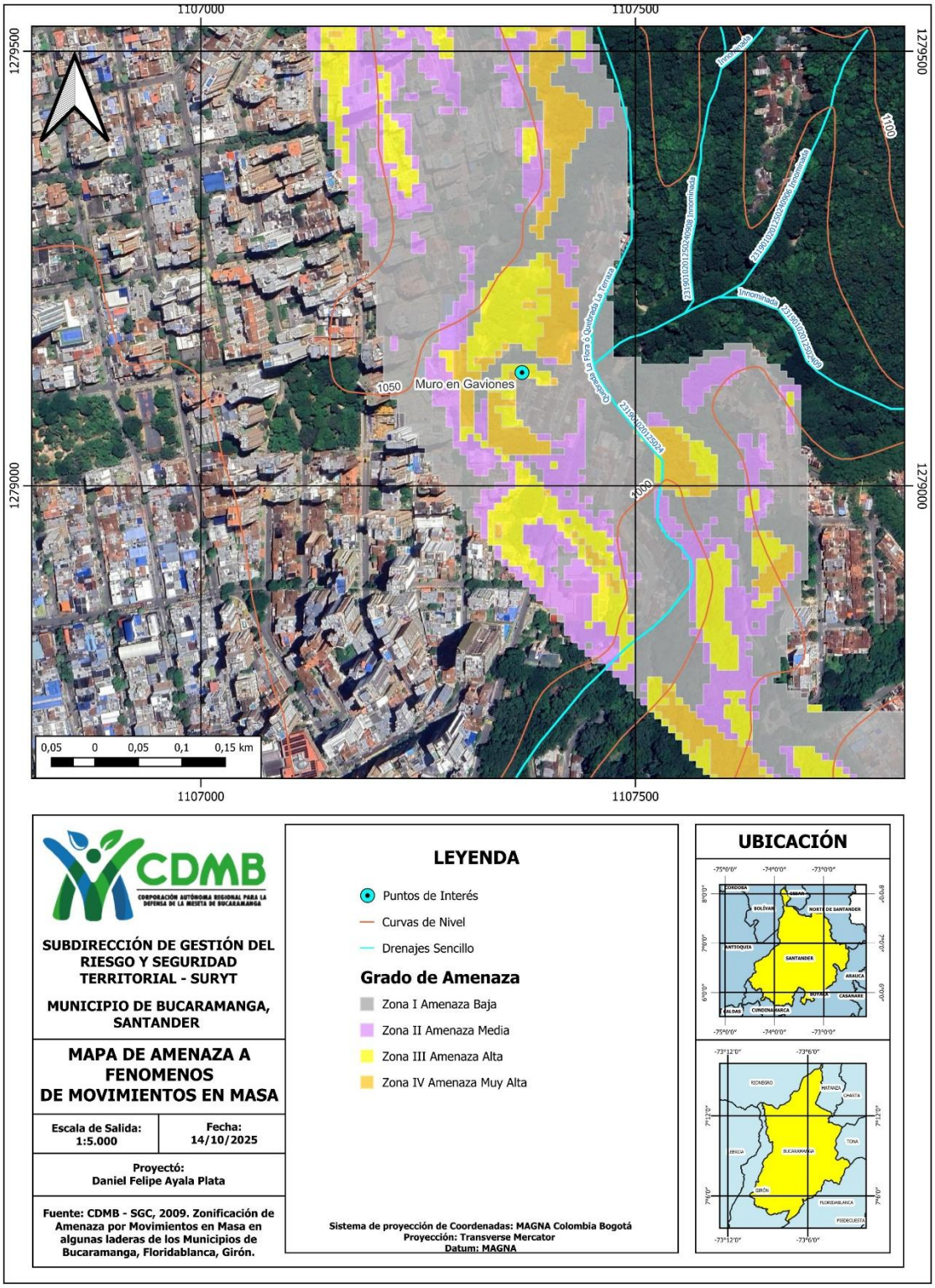


Figura 3. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio El Jardín en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

OBRAS BARRIO MANZANARES MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Sector Manzanares, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 1):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (Miembro Órganos) y el nivel superior (Miembro Gravoso) en contactos netos plano paralelos. Es una extensa capa lenticular horizontal, más o menos continua, de unos 15 m de espesor promedio, donde alternan niveles arcillosos, limoarenosos y arenolimosos, de colores gris verdosos. Los mejores afloramientos se encuentran en las canteras de la antigua ladrillera Bucaramanga y en la empresa de ladrillos y tubos donde es explotada para la producción de ladrillos y tejas. Otros sectores donde aflora son los barrios Ciudadela Real de Minas, Campo Hermoso y La Feria entre otros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

La geometría de sus niveles es tabular a lenticular, con espesores que oscilan entre 5 y 40 cm, de estratificación plana paralela, cruzada y ondulosa.

La secuencia del miembro Finos se puede dividir en dos conjuntos: 1) Conjunto Arcilloso: Localizado hacia la base, se caracteriza por ser arcillo-limoso, masivo, de colores grises a verdes, con estratificación plana paralela, en donde

el espesor varía ampliamente, como en el barrio el Porvenir (9m) y cuchilla de Palomitas (2m) (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

2) Conjunto Arenoso: Se localiza hacia el techo, donde muestra una alternancia de niveles arenolimosos con niveles limoarenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento. Hacia la base de este conjunto predominan costras y un nivel arcilloso pardo oscuro. En la cuchilla Palomitas solo se observan las arcillas grises a verdes en contacto erosivo con el suprayaciente miembro Gravoso (Qbg).

En los sitios donde aflora su geomorfología corresponde a escarpes, observándose un grado de alteración moderada con consistencia plástica para el Conjunto Arcilloso. El Miembro Finos es, en gran parte del área, un nivel guía de baja permeabilidad.

El ambiente de depositación de este miembro es de depósitos de ambiente aluvial de intercanales poco profundo, de baja energía y de escasas interdigitaciones de flujo de escombros de facies arenosas (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 4B Miembro Órganos Afectada por Procesos Erosivos

Descripción General

Esta zona conforma la escarpa occidental y sur del Abanico-Terraza de Bucaramanga, así como parte de las zonas norte y occidental de la mesa de Ruitoque, parte superior de los valles aluviales del río de Oro, río Frío y quebrada de la Iglesia.

El drenaje es dendrítico y subparalelo, con cañadas en V, con una densidad de drenaje muy alta y altas pendientes en los cauces laterales; generalmente cada quebrada presenta un cauce principal de pendientes variables de 3% a 10% y cañadas laterales con pendientes superiores al 10%. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a cárcavas y depresiones limitadas por colinas alargadas, algunos sectores están sometidos a erosión intensa (Bad Lands). Litológicamente está constituida por los denominados miembros Órganos (Qbo) y Finos (Qbf) de la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas areno arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes a la formación Órganos.

No aparecen niveles freáticos subsuperficiales, pero en la mayoría de los casos se presentan niveles freáticos profundos o acuíferos colgados sobre el basamento de la formación Órganos.

Problemas geotécnicos

- La zona 4B se encuentra amenazada por procesos muy intensos de erosión activa, los cuales no es posible estabilizar con obras normales de ingeniería.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, contribuiría a magnificar el proceso erosivo.
- Se recomienda diseñar e implementar un programa para el establecimiento de cobertura vegetal protectora en toda el área afectada por procesos de erosión.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta (III): Corresponde a laderas de pendiente alta, superior a 35º grados, con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 2 metros; asociados a suelos residuales, coluviales recientes, rocas intermedias y algunas blandas. Esta zona presenta alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

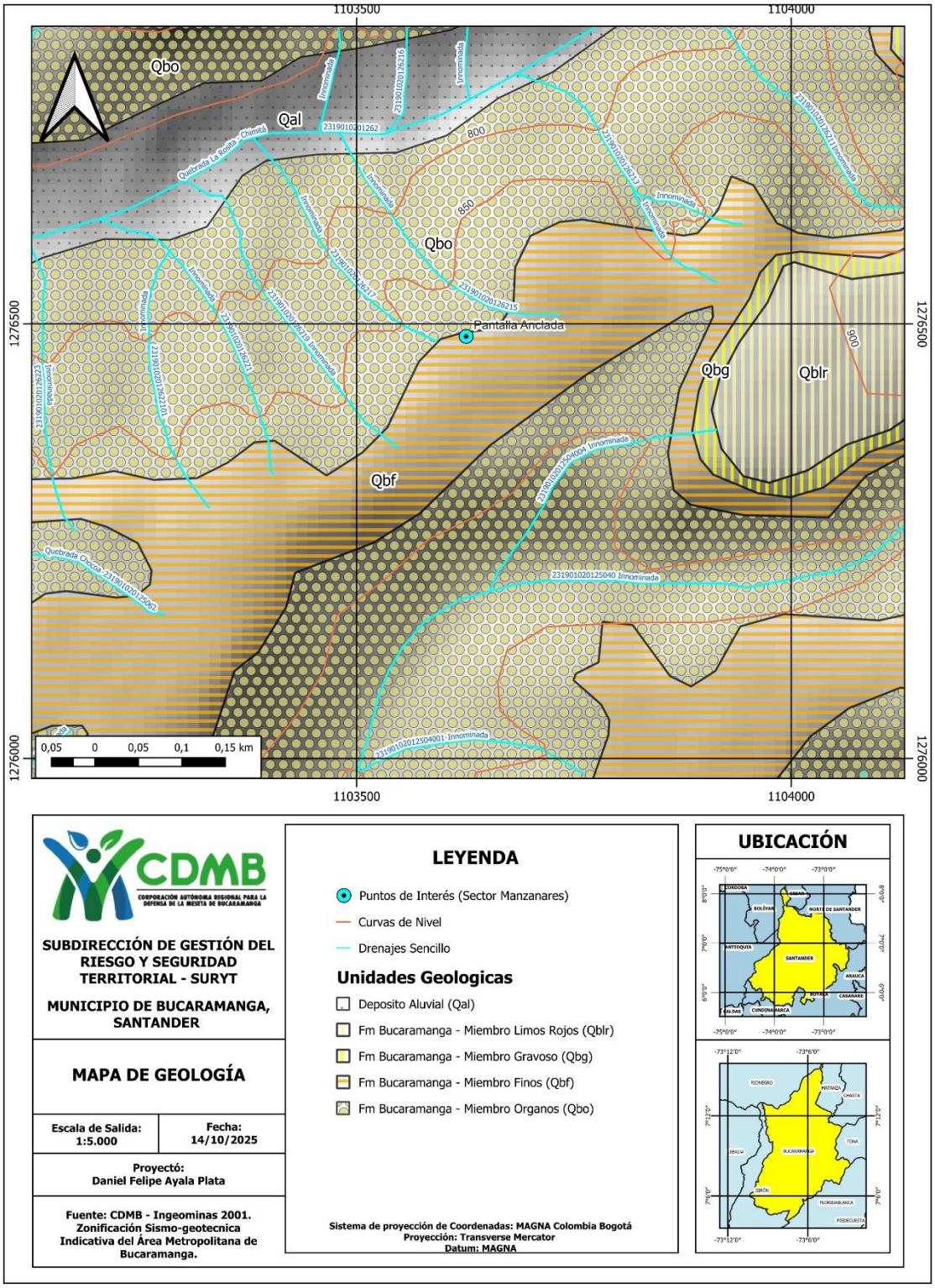


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Sector Manzanares en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

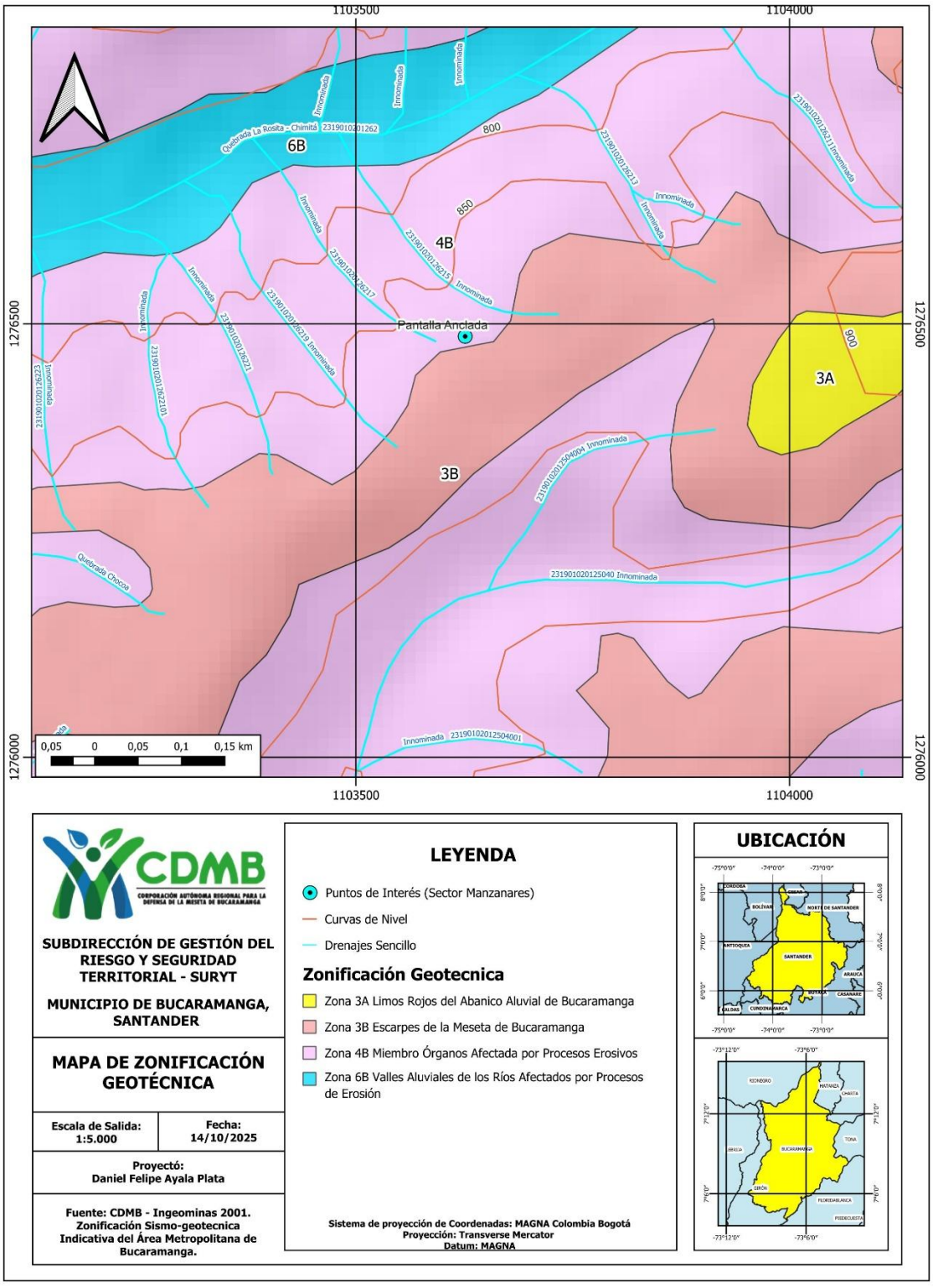


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Sector Manzanares en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

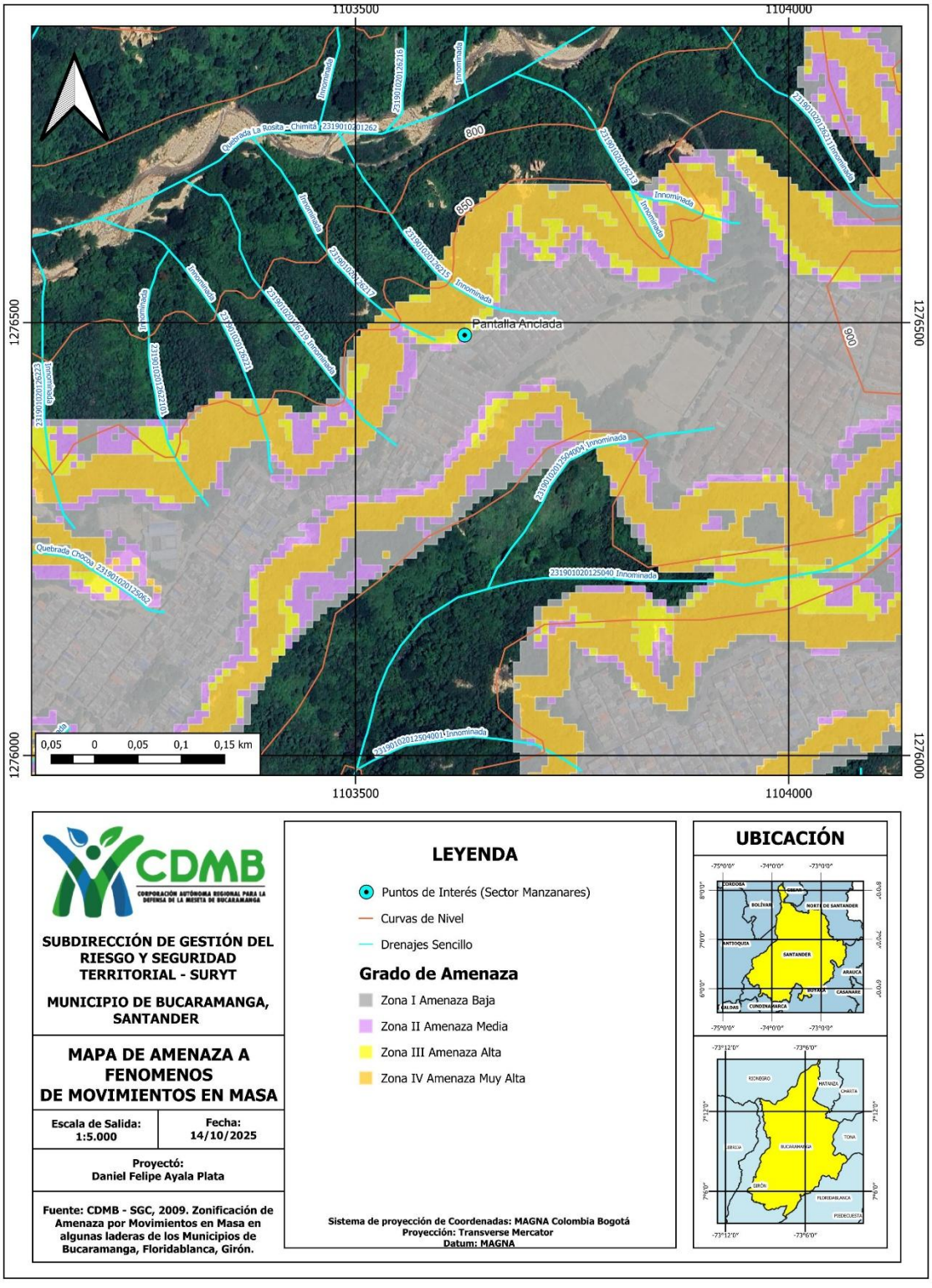


Figura 3. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Sector Manzanares en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

OBRAS – MUNICIPIO DE MATANZA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Localización
El punto objeto de interés en del municipio de Matanza. Para esta zona, se describe la siguiente unidad geológica (Figura 1):

Formación Simití (Kis)

Según Ward *et al*., (1973) esta unidad fue designada por geólogos de la International Petroleum Company en 1953, porque presentaba muy buenos afloramientos en el sector de la Ciénaga de Simití al sur del Departamento de Bolívar. En esta zona, la Formación Simití tiene un espesor de 410 m, consiste de shale blando, laminado, carbonáceo, gris a negro, localmente calcáreo y concrecional. Cerca del tope de esta unidad también se presentan delgados niveles conglomeráticos con guijos pequeños, nódulos fosfáticos, dientes de peces y arena.

Los suelos residuales que se derivan del macizo rocoso de esta Formación pueden alcanzar espesores superiores a 1 m con densidades de fracturamiento altas debido a su asociación directa con fallas y lineamientos locales, tanto en veredas de Rionegro como Charta y Lebrija.

En toda la zona de estudio se considera un predominio de shales por lo cual esta Formación se ha calificado en cuanto a textura como clástica consolidada y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría dura.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Localización
El punto objeto de interés del municipio de Matanza. Para esta zona, se describe la siguiente subunidad geomorfológica (Figura 2):

Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)

Corresponde a una ladera con estratos a favor de la pendiente topográfica que conforma una sierra homoclinal. Dicha ladera es de longitud moderadamente larga, de forma recta a convexa con pendiente escarpada a muy escarpada. El material predominante son rocas duras e intermedias que desarrollan suelos residuales de poco espesor.

La mejor expresión de esta unidad se observa en la vereda Cuesta Rica del Municipio de Rionegro, en donde se encuentra asociada a una ladera de contrapendiente de sierra homoclinal. En este sector el material que predomina son rocas sedimentarias de las Formaciones Girón (Jg) y Tambor (Kita).

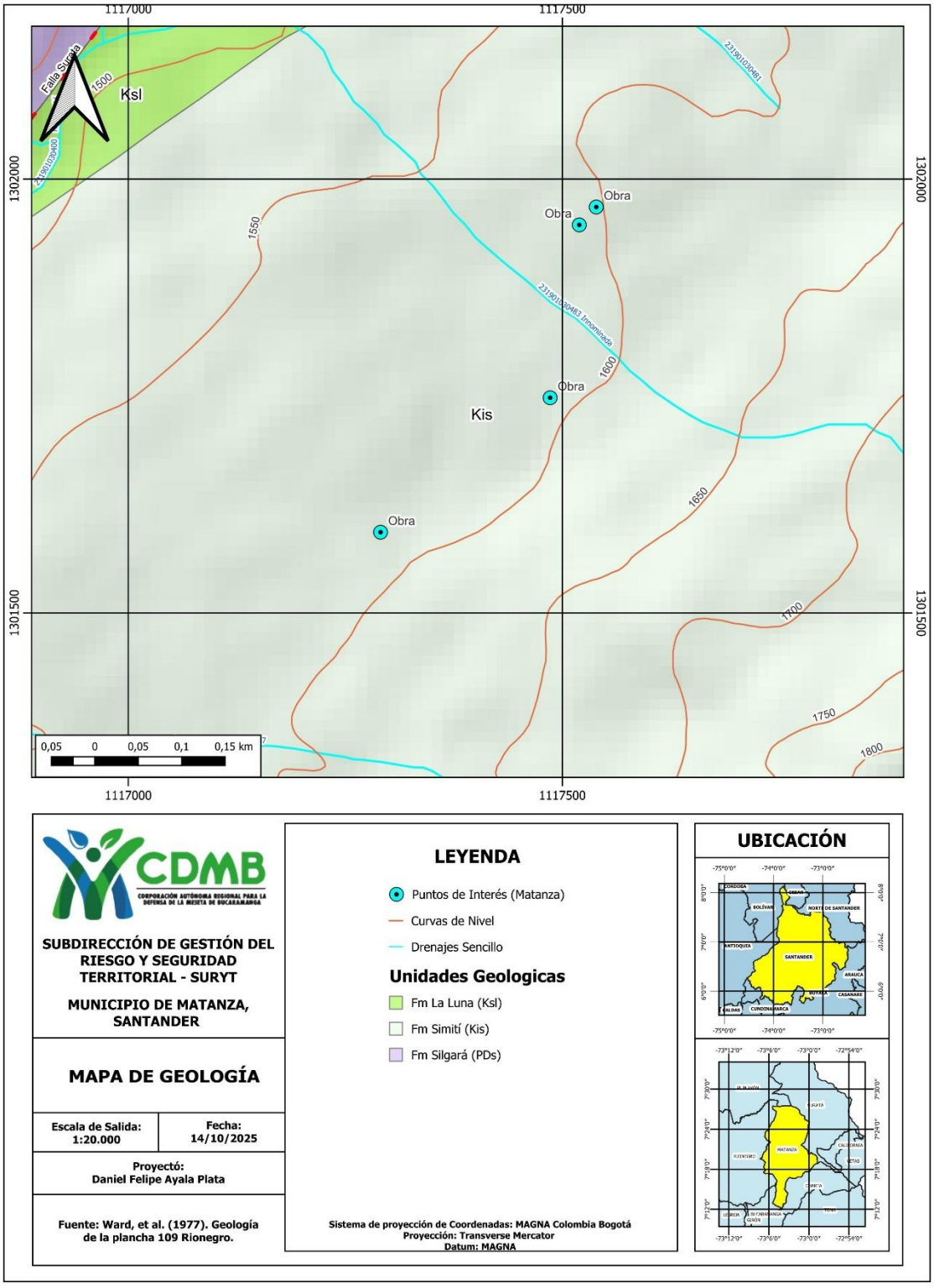


Figura 1. *Mapa Geológico del municipio de Matanza – Escala 1:100.000*. Fuente: INGEOMINAS, 2010. Geología de la Planchas 109 Rionegro y 110 Pamplona.

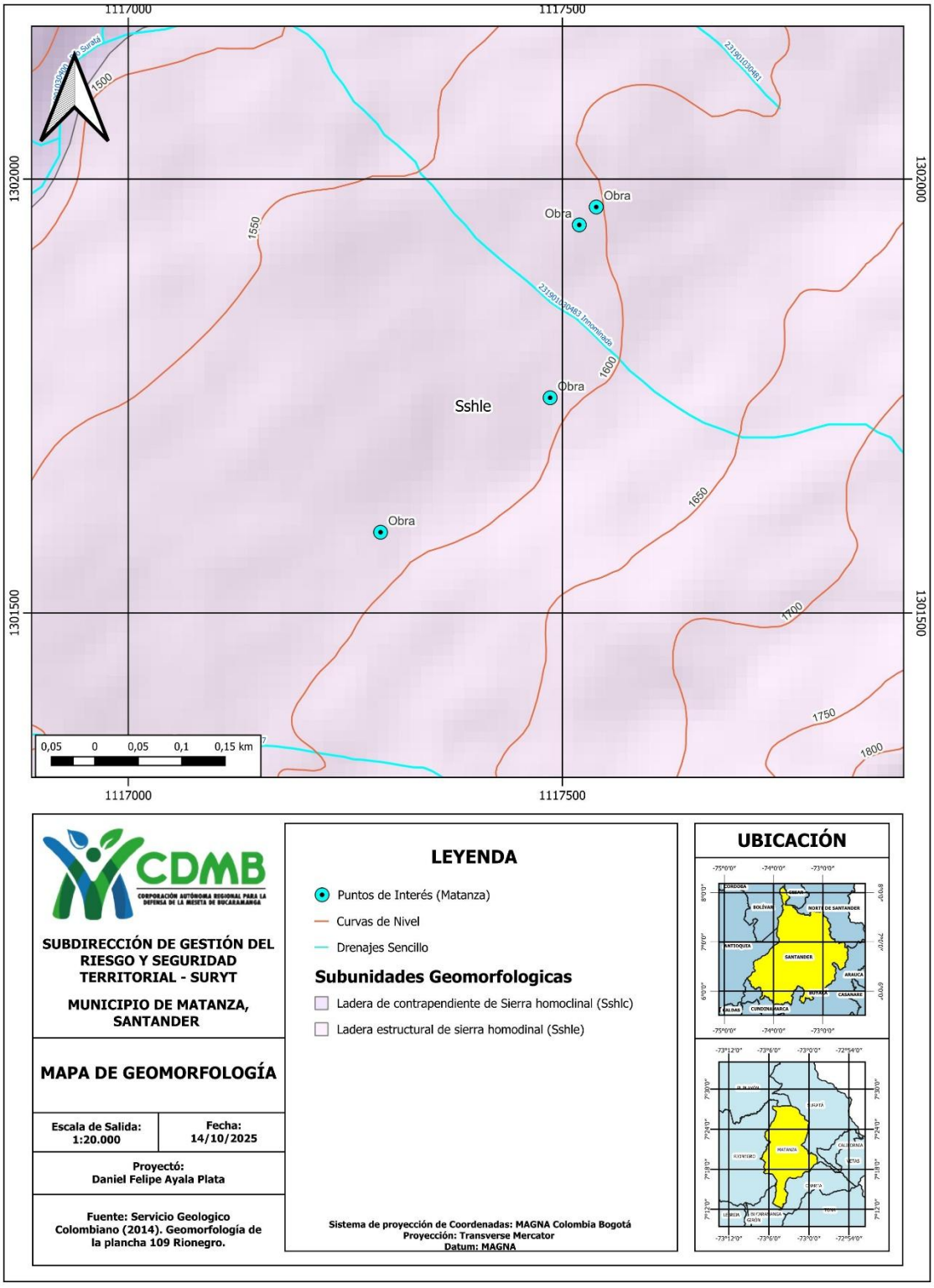


Figura 2. *Mapa Geomorfológico del municipio de Matanza – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2014. Geomorfología de la Plancha 109 Rionegro y 110 Pamplona.

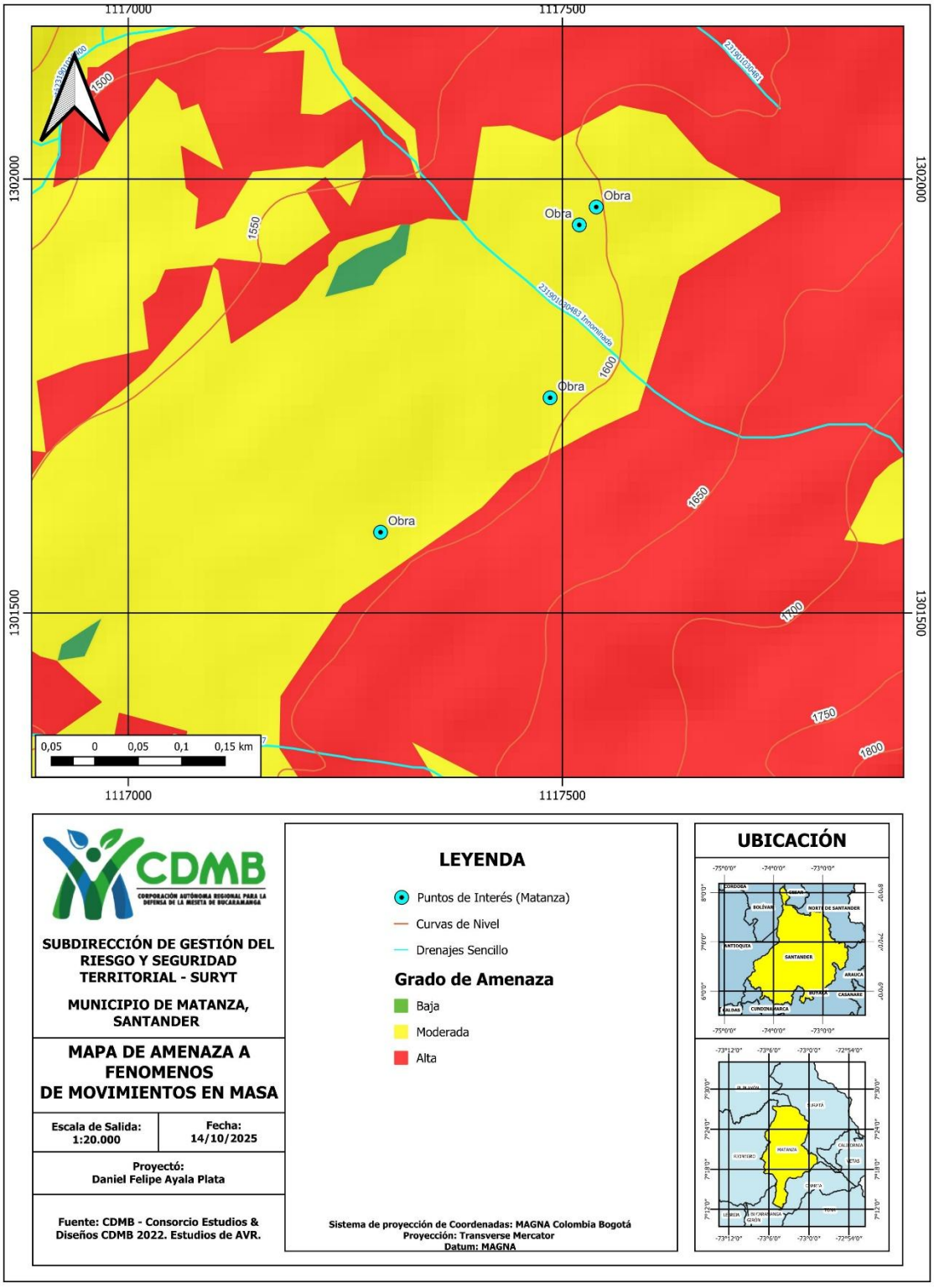


Figura 3. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Movimientos en Masa del municipio de Matanza – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

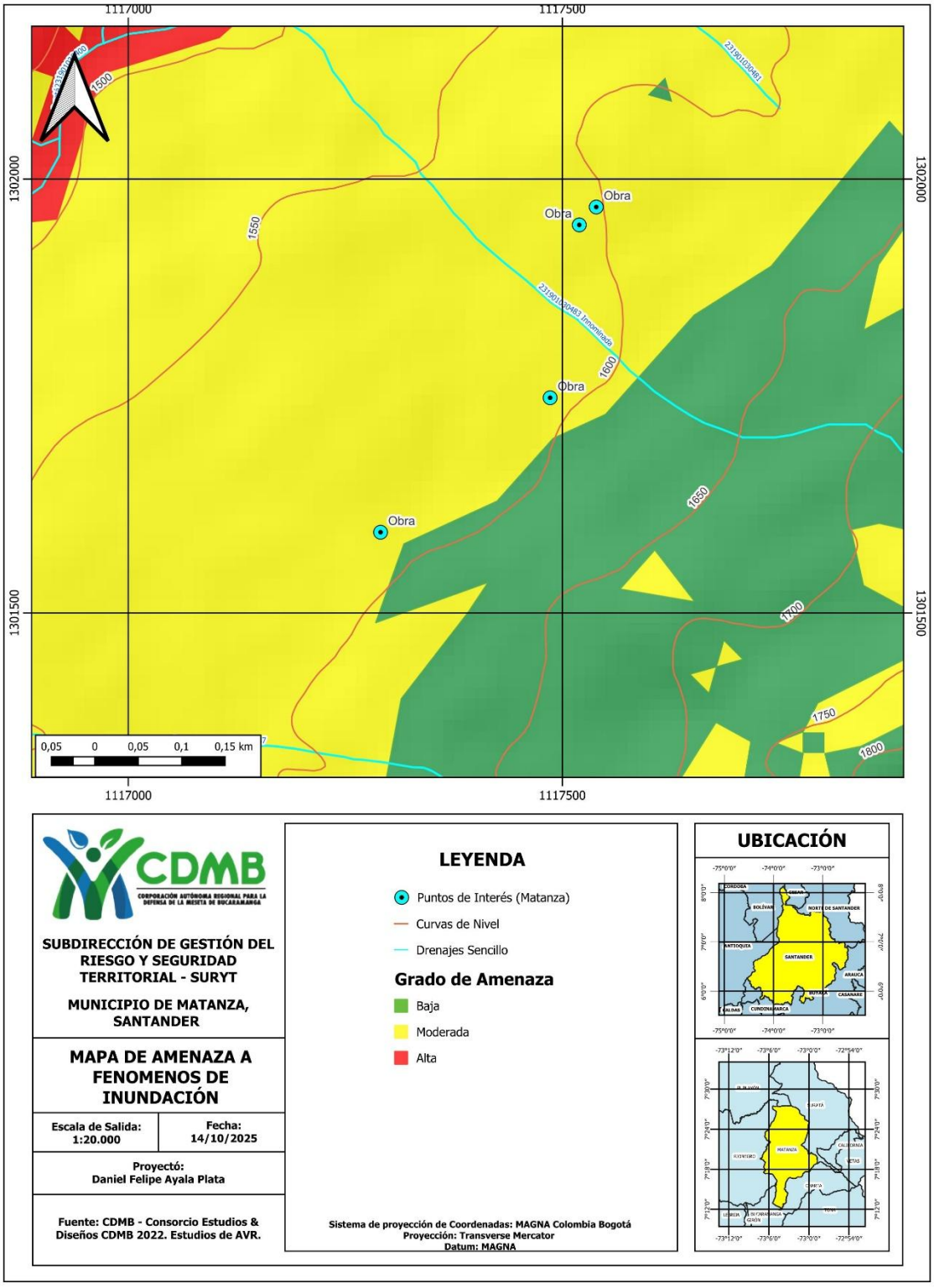


Figura 4. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Inundación del municipio de Matanza – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

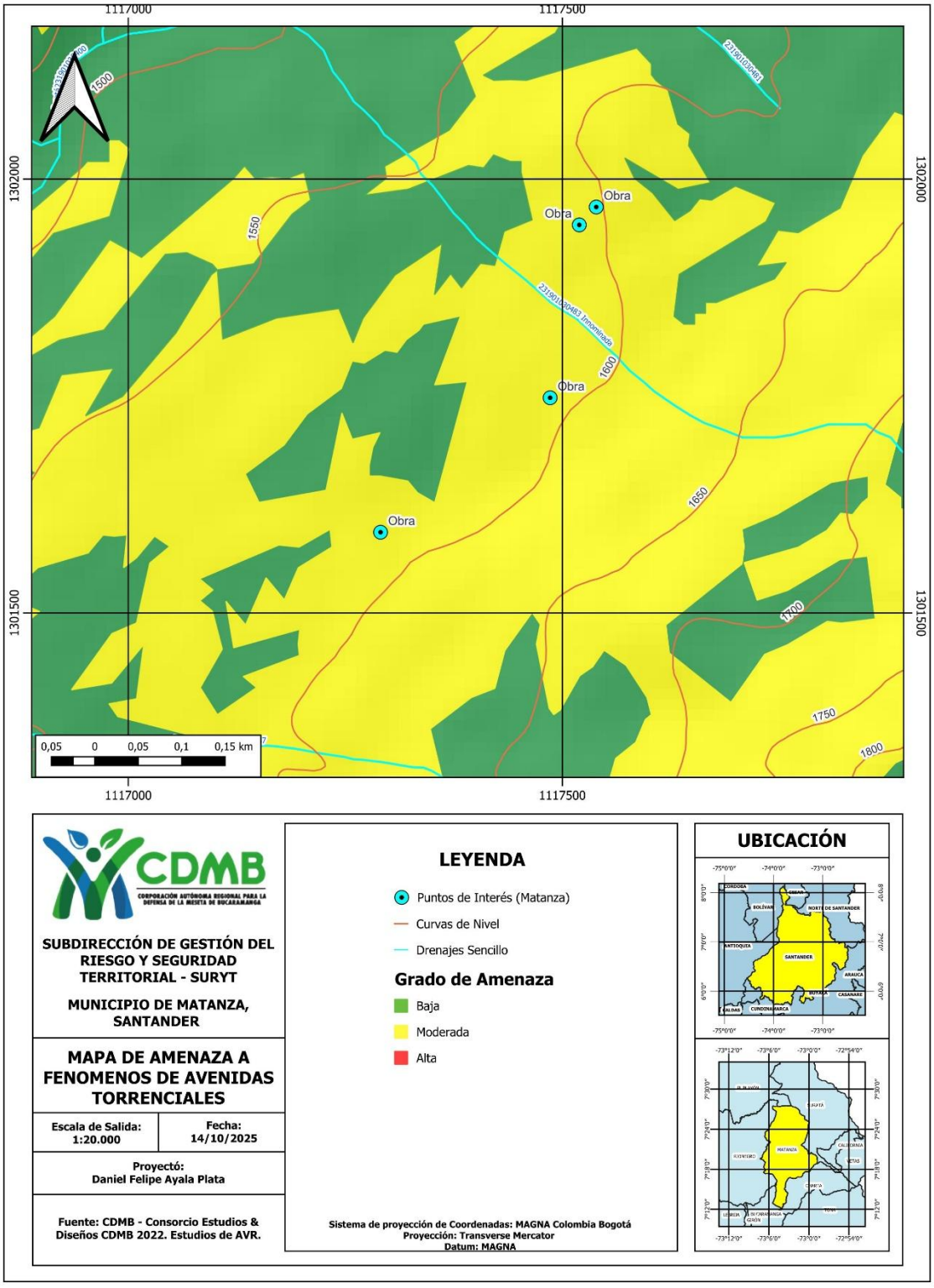


Figura 5. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Avenidas Torrenciales del municipio de Matanza – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- Consorcio Estudios y Diseños CDMB, 2022.

OBRAS BARRIO MORRORICO– MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Morrorico, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Neis de Bucaramanga (PEb)

Nombre propuesto por Goldsmith y otros (1971, en Ward et al. 1973), para el conjunto de rocas cristalinas de edad Precámbrico que aflora al oriente del Área Metropolitana de Bucaramanga. Se localiza al oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, siendo su límite occidental fallado en dirección N30° W; de acuerdo a Mancera y Salamanca (1993), los mejores afloramientos se encuentran al oriente del cementerio Las Colinas, el barrio Pan de Azúcar, sobre la vía que conduce a las antenas de RCN, al oriente del barrio Los Alares y en el carreteable de la vereda Vericute (municipio de Floridablanca).

Dicha unidad forma parte del Macizo de Santander, el cual se distingue por presentar relieve marcadamente sobresaliente por su elevada topografía, pendientes abruptas (entre 25° y 40°) y un patrón de drenaje dendrítico a subdendrítico y subparalelo.

Esta unidad consta de rocas metamórficas de alto grado, con fábrica orientada y textura gruesa a media. Entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación. Está compuesta, principalmente, de neis semipelítico, neis hornbléndico, anfibólita y esquisto; incluye también zonas de migmatitas (Ward et al., 1973) y es posible la existencia de rocas cataclásticas, cerca de los planos de las fallas principales. También se han detectado pequeñas cantidades de mármol.

Se encuentran dos tipos de neis: Uno de color blanco a rosado, constituido esencialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero 1991). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, Ward et al. (1973), suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis. El otro es un paraneis, de color gris verdoso y alternancia de bandas máficas, principalmente anfibólicas y bandas félsicas cuarzofeldespáticas.

De los minerales constituyentes el único que se conserva casi inalterado es el cuarzo y la muscovita; esta última se presenta en láminas muy finas. Los feldespatos y ferromagnesianos, por lo general, se encuentran en estado de meteorización alta.

La mayoría de los afloramientos del Neis de Bucaramanga se encuentran parcialmente saprolitizados, en estado de meteorización entre moderada y alta. Esta unidad litológica, en especial dentro de una franja aproximada de unos 500 metros paralela al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, se presenta intensamente fracturada y es altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa que involucran saprolito y fragmentos de roca de tamaño diverso. Los desprendimientos ocurren en las laderas o cortes de talud y la roca superficial descompuesta es variable en espesor, con un promedio entre 3 y 8 metros

Hacia el oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, y sobre las cotas alrededor de 1400 y 1600 m.s.n.m, el Neis de Bucaramanga se presenta intruído por una masa de origen ígneo denominada Cuarzomonzonita de La Corcova (JRcg). Ward et al. (1973), le han asignado al Neis de Bucaramanga una edad de 940-945 m.a, debido a que puede reflejar el ciclo de Orogenia del Pre-Cámbrico.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 2B Rocas Ígneas y Metamórficas Fracturadas Afectadas por Fallas Geológicas

Descripción General

Se presenta como una franja alargada de dirección nornoroeste, correspondiente a la zona de alto fracturamiento asociado al sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta, incluyendo las laderas nororientales de Bucaramanga ocupadas por asentamientos humanos, el cerro de Morrorico y las colinas del piedemonte del macizo de Santander.

El drenaje es subdendrítico y subparalelo, las geoformas son principalmente de origen estructural, asociadas a la actividad del sistema de fallas Bucaramanga - Sta. Marta, con topografía abrupta. Su litología corresponde a rocas metamórficas e ígneas, fuertemente cizalladas, pertenecientes al Gneis de Bucaramanga (PEb).

Características geotécnicas

Los suelos son residuales con perfil de meteorización profundo a muy profundo y gran cantidad de estructuras heredadas. Los suelos corresponden a arenas arcillosas y limosas de color claro en los sectores metamórficos, y arcillas arenosas y arenas arcillosas en los sectores ígneos.

En las temporadas lluviosas se forman corrientes subterráneas de agua especialmente en la zona de roca fracturada por debajo del perfil de suelo. La mayoría de estas corrientes están controladas por las discontinuidades de las rocas y en la zona de contacto entre las rocas ígneo-metamórficas y el abanico de Bucaramanga, afloran cantidades importantes de agua presentándose niveles freáticos colgados sobre las laderas.

Problemas geotécnicos

Esta zona presenta una susceptibilidad muy fuerte a problemas geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- Deslizamientos masivos de los suelos residuales.
- Formación de cárcavas profundas de erosión en el suelo residual.
- Susceptibilidad a la denudación en eventos lluviosos de gran magnitud.
- Agrietamiento cosísmico del terreno en el momento de eventos de gran magnitud.
- Afectación sísmica de las construcciones.

En algunos sectores existen procesos activos de deslizamiento o erosión, asociados al sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta, los cuales, en algunos casos, están siendo acelerados por la intervención antrópica.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda realizar un estudio detallado de zonificación de amenazas geotécnicas en los sectores

actualmente ocupados por asentamientos humanos y obras de infraestructura urbana, con el objeto de diseñar e implementar proyectos de prevención y mitigación de riesgos, en especial en aquellos sectores poblados que se encuentren en condición de grave peligro.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Media (II): Comprende zonas de ladera de pendiente media a alta entre 25º y 35 grados aproximadamente, afectando suelos de tipo aluvial, residual, coluvial antiguo y algunos fluviotorrenciales, entre 2.0 y 4.0 metros de espesor aproximadamente y rocas intermedias con algún grado de meteorización. Esta zona presenta probabilidad media a los movimientos en masa de menor magnitud de tipo caída, falla en cuña y falla planar en macizos rocosos y deslizamientos traslacionales en depósitos de suelo y se asocia a algunos procesos erosivos y de flujos en las zonas de escarpes de terrazas medias, por lo cual se esperarían daños localizados comprometiendo algunas zonas habitadas de la zona urbana. En zonas no habitadas se recomienda la ejecución de estudios detallados de estabilidad en caso de que se quiera realizar desarrollos urbanísticos u obras de infraestructura. En zonas habitadas se recomienda la implementación de obras y medidas de mitigación y control definidas a partir de estudios de estabilidad detallados.

Amenaza Alta (III): Corresponde a laderas de pendiente alta, superior a 35º grados , con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 2 metros; asociados a suelos residuales, coluviales recientes, rocas intermedias y algunas blandas. Esta zona presenta alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

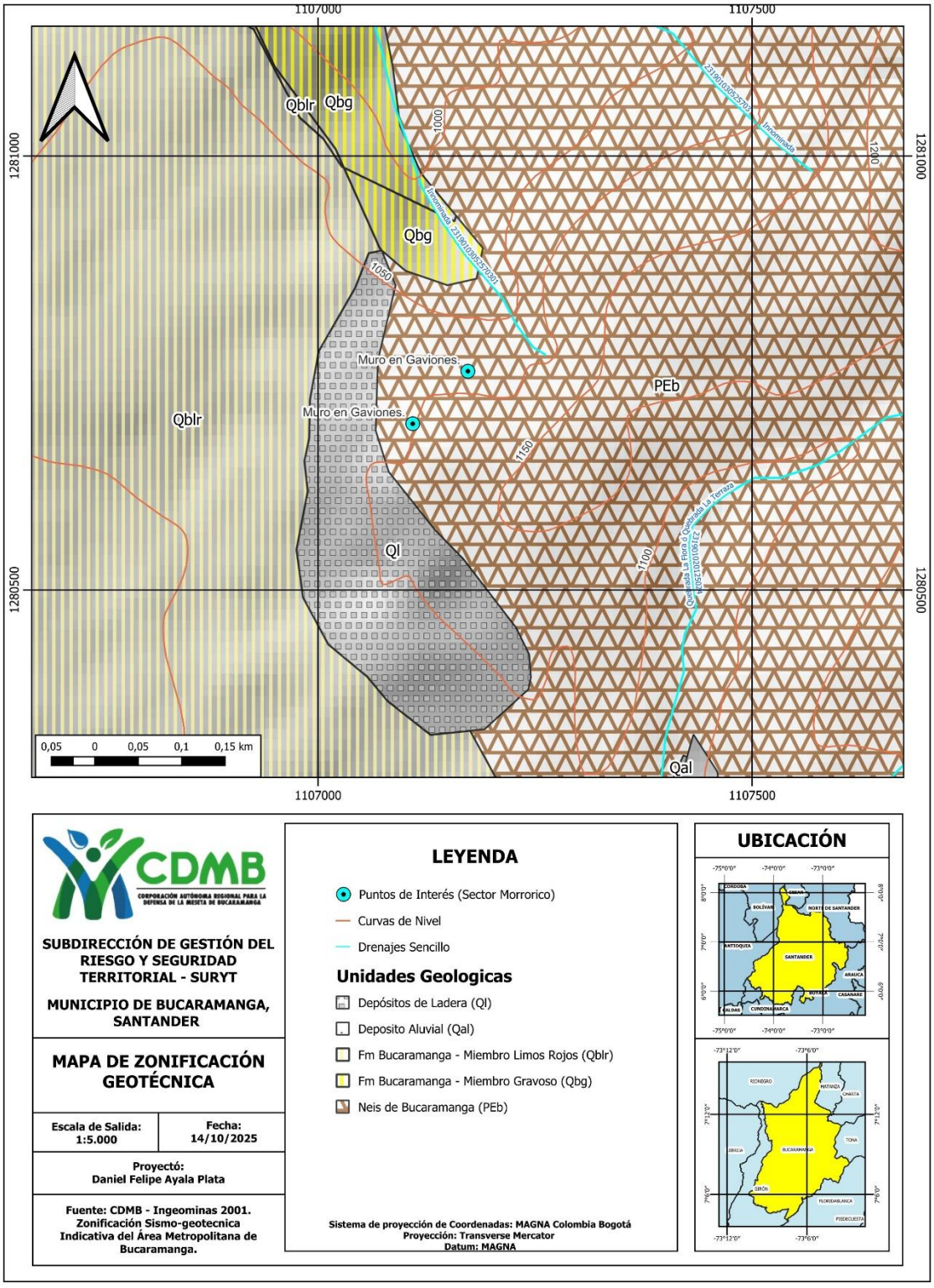


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Morrorico en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

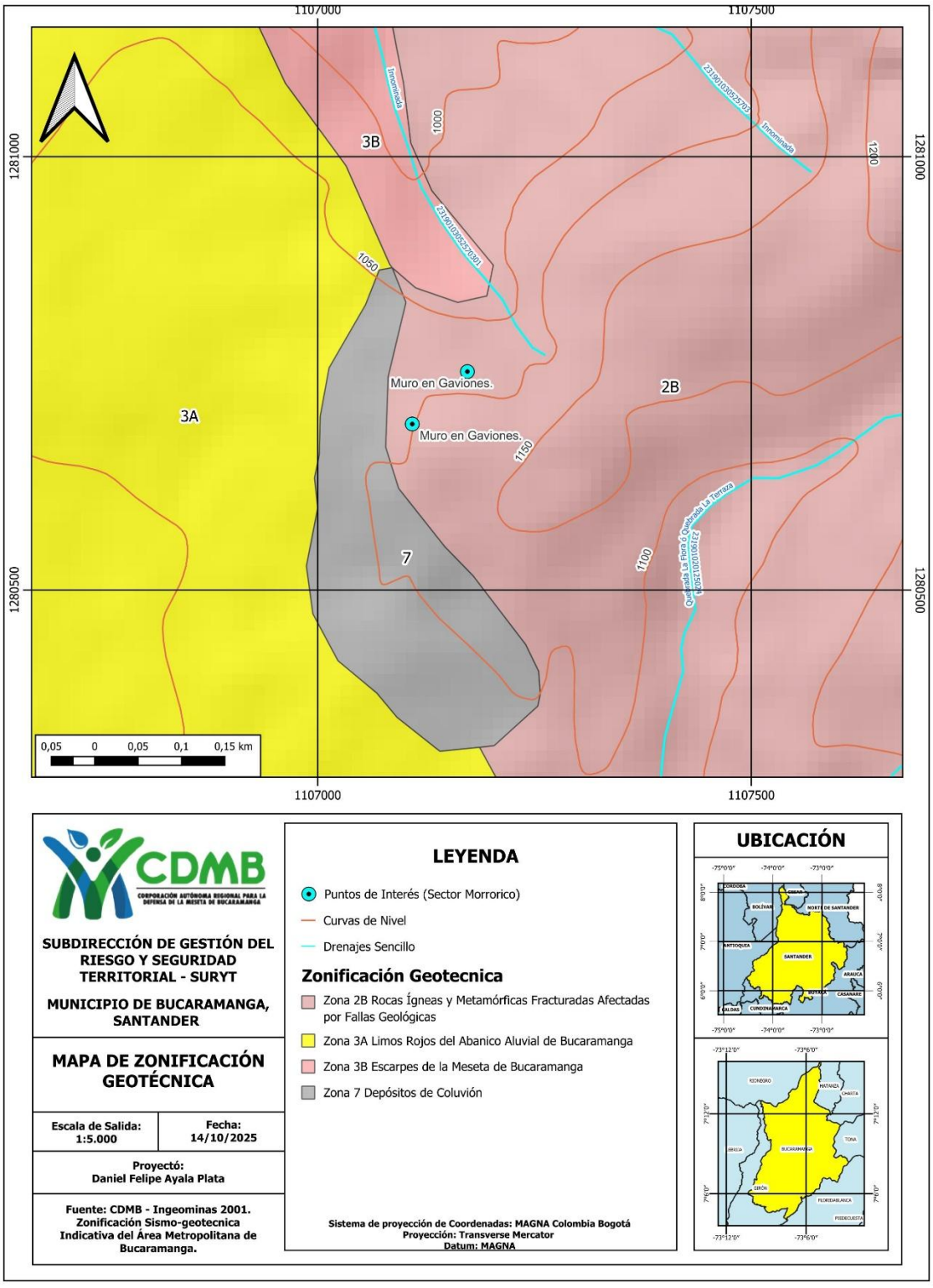


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Morrorico en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

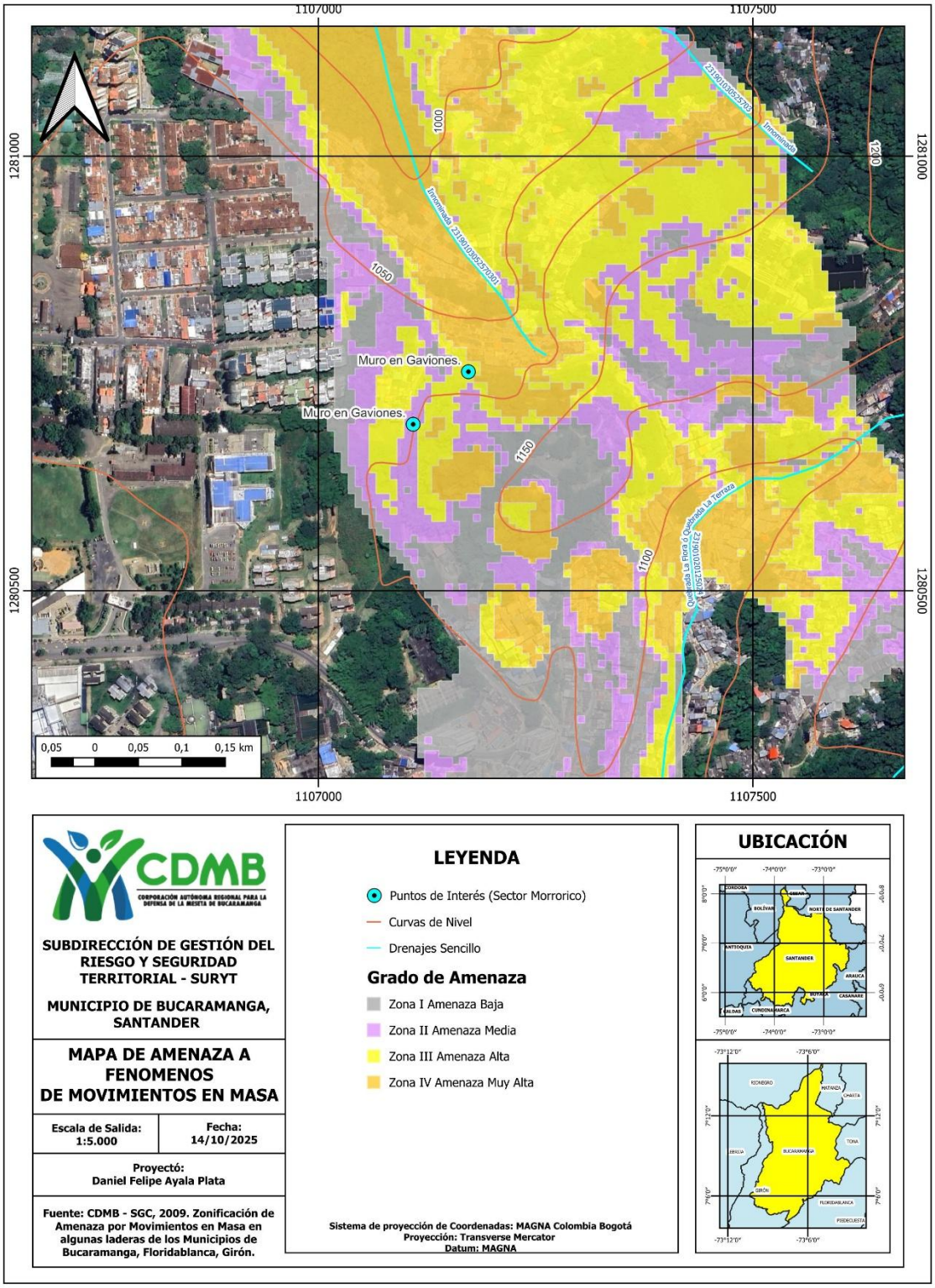


Figura 3. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Morrorico en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

OBRAS– MUNICIPIO DE SURATA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés en del municipio de Surata. Para esta zona, se describe la siguiente unidad geológica (Figura 1):

Formación Umir (Ksu)

En la parte inferior presenta shales gris azulosos a negros, con laminaciones carbonáceas y micáceas. La parte superior está conformada por shale blanco, gris oscuro a gris verdoso, con capas de arenisca dura de grano fino y delgados mantos de carbón. Esta Formación también se caracteriza porque presenta capas delgadas, pequeños lentes y concreciones de arcilla marrón, con ironstones.

En el valle del Magdalena se han encontrado shales carbonáceos de color gris, blandos, con laminación delgada. Son comunes los mantos de carbón que alcanzan los 3 m de espesor, así como bandas y nódulos de siderita (Ward *et al*., 1973).

La Formación Umir también suele aparecer intercalada con otras unidades cretácicas formando flancos de pliegues afectados por fallamiento. Aunque esta unidad aflora en climas cálidos y fríos húmedos, el carácter lodoso-arcilloso de su litología, da lugar a la Formación de suelos residuales arcillo-limosos de espesor moderado (50-100 cm). En cercanías a la Falla de Suratá, el macizo rocoso de esta Formación, presenta un alto grado de fracturamiento y por tratarse de arcillolitas físiles, se presentan movimientos en masa tanto de suelo (reptación) como del macizo rocoso (caídos).

En los sectores de Cerro de La Aurora, El Líbano, El Centenario y Chingua, los suelos residuales que desarrolla esta unidad, pueden superar los 150 cm de espesor. Sin embargo, en estos sectores la ausencia de control estructural por fallas hace que el material que allí aflora, presente densidades de fracturamiento bajas.

En toda la zona de estudio se considera un predominio de shales por lo cual esta Formación se ha calificado en cuanto a textura como clástica consolidada y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría dura.

Formación Simití (Kis)

Según Ward *et al*., (1973) esta unidad fue designada por geólogos de la International Petroleum Company en 1953, porque presentaba muy buenos afloramientos en el sector de la Ciénaga de Simití al sur del Departamento de Bolívar. En esta zona, la Formación Simití tiene un espesor de 410 m, consiste de shale blando, laminado, carbonáceo, gris a negro, localmente calcáreo y concrecional. Cerca del tope de esta unidad también se presentan delgados niveles conglomeráticos con guijos pequeños, nódulos fosfáticos, dientes de peces y arena.

Los suelos residuales que se derivan del macizo rocoso de esta Formación, pueden alcanzar espesores superiores a 1 m con densidades de fracturamiento altas debido a su asociación directa con fallas y lineamientos locales, tanto en veredas de Rionegro como Charta y Lebrija.

En toda la zona de estudio se considera un predominio de shales por lo cual esta Formación se ha calificado en cuanto a textura como clástica consolidada y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría dura.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés del municipio de Surata. Para esta zona, se describe la siguiente subunidad geomorfológica (Figura 2):

Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)

Esta geoforma corresponde a una ladera compuesta por interestratificación de rocas sedimentarias duras, intermedias y blandas cuya estratificación presenta buzamiento en contra de la pendiente del terreno. Esta ladera forma parte de una sierra homoclinal y es de longitud moderada a larga, de forma cóncava, festoneada a irregular con pendientes abruptas a escarpadas. En esta unidad es frecuente encontrar procesos de reptación de suelos y depósitos coluviales así como disección intensa por escorrentía.

Esta unidad presenta buena expresión en la vereda Cuesta Rica del Municipio de Rionegro, en donde se encuentra asociada a una ladera de estructural de sierra homoclinal. En este sector el material que predomina son rocas sedimentarias de las Formaciones Girón (Jg) y Tambor (Kita), con desarrollo de suelos residuales de espesor moderado.

También se desarrolla una ladera de contrapendiente de sierra homoclinal denudada en la vereda Salteras en donde nacen las quebradas Caño Seco y Guatemala. Allí afloran rocas sedimentarias de la Formación Bocas que ha desarrollado suelos residuales.

Las laderas de este tipo se caracterizan porque forman parte de una sierra homoclinal y los estratos se encuentran dispuestos en contra de la pendiente topográfica. La longitud de ladera es corta a moderadamente larga, de formas que varían entre cóncavas, festoneadas a irregulares, con pendiente abrupta a escarpada. El origen de esta geoforma se asocia a interestratificación de rocas duras, intermedias y blandas, generalmente denudadas. Es frecuente encontrar en dicha unidad, movimientos en masa menores, de tipo reptación y coluviones, así como disección intensa por escorrentía.

En el sector de Cuesta Rica, se puede observar que esta geoforma estructural aparece como una ladera corta, de forma recta, de pendiente escarpada, con índice de relieve bajo, con patrón de drenaje sub-paralelo, poco denso y de baja frecuencia. La cobertura vegetal predominante es de matorrales, bosques y en menor proporción hierba. En esta unidad se observó algunos procesos de disección debidos a la acción de corrientes superficiales. Así mismo, se presentan esporádicos procesos de reptación, en el pie de dichas laderas.

Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)

Corresponde a una ladera con estratos a favor de la pendiente topográfica que conforma una sierra homoclinal. Dicha ladera es de longitud moderadamente larga, de forma recta a convexa con pendiente escarpada a muy escarpada. El material predominante son rocas duras e intermedias que desarrollan suelos residuales de poco espesor.

La mejor expresión de esta unidad se observa en la vereda Cuesta Rica del Municipio de Rionegro, en donde se encuentra asociada a una ladera de contrapendiente de sierra homoclinal. En este sector el material que predomina son rocas sedimentarias de las Formaciones Girón (Jg) y Tambor (Kita).

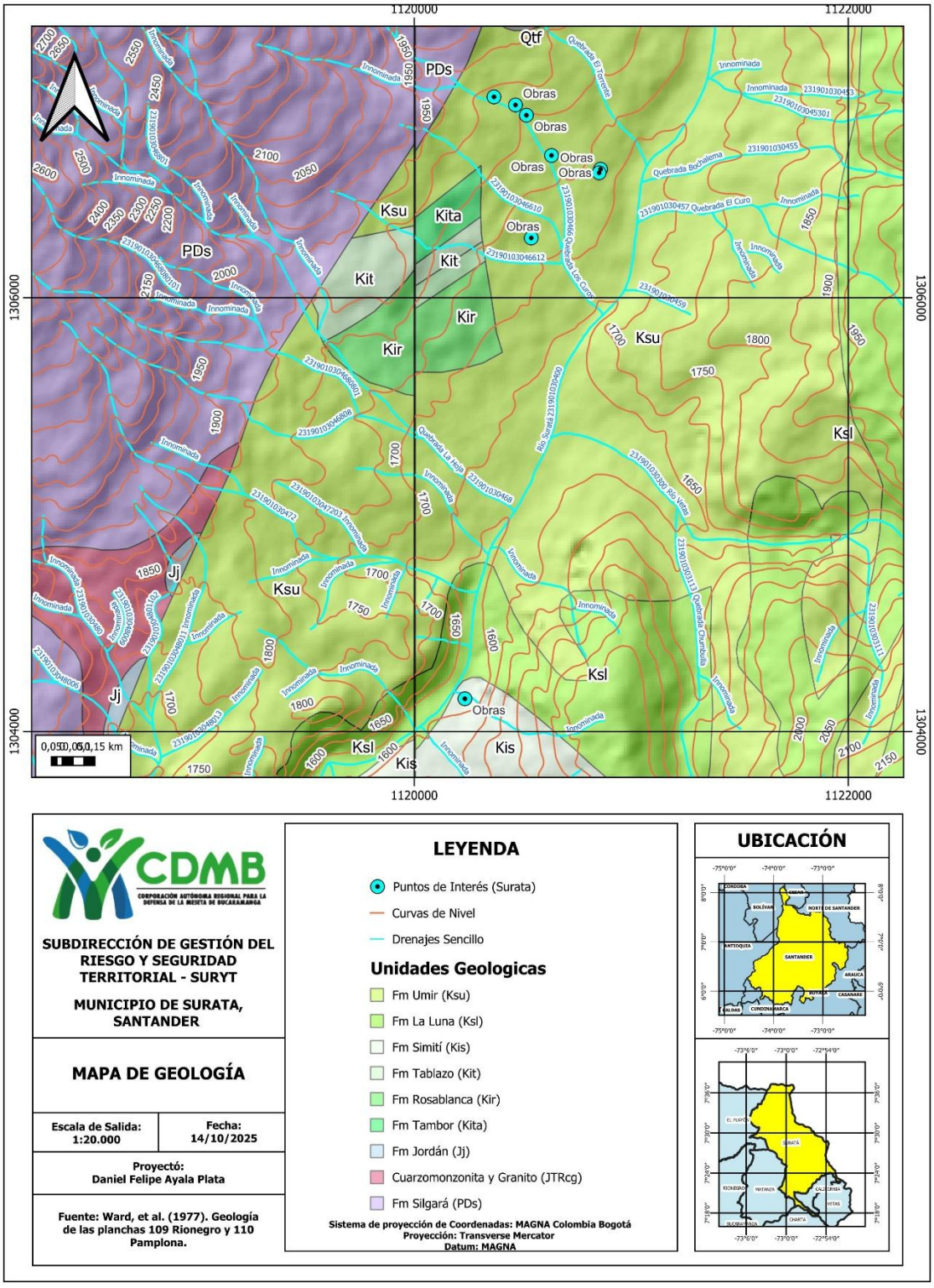


Figura 1. *Mapa Geológico del municipio de Surata – Escala 1:100.000*. Fuente: INGEOMINAS, 2010. Geología de la Planchas 109 Rionegro y 110 Pamplona.

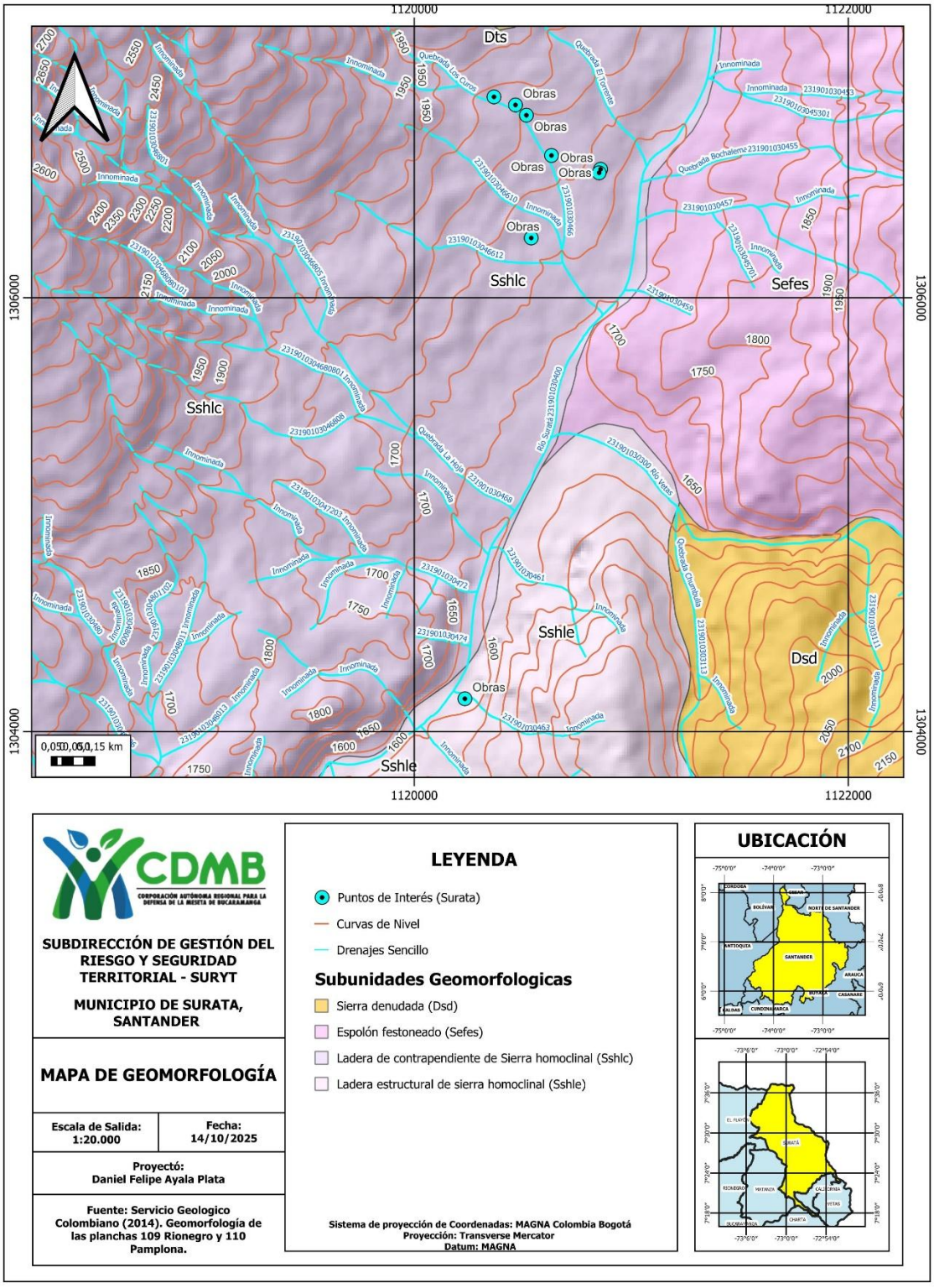


Figura 2. *Mapa Geomorfológico del municipio de Surata – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2014. Geomorfología de la Plancha 109 Rionegro y 110 Pamplona.

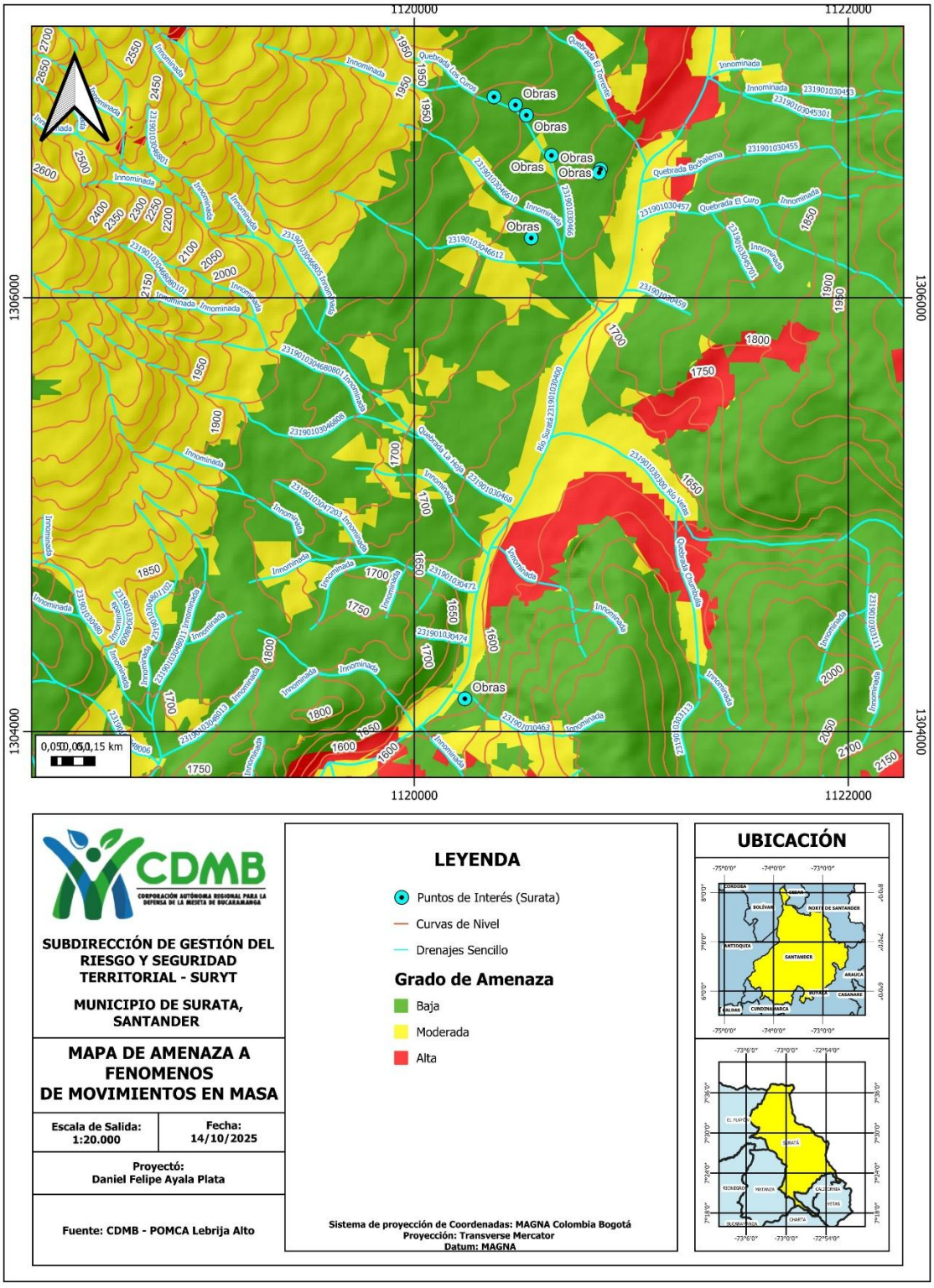


Figura 3. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Movimientos en Masa del municipio de Surata – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- POMCA Lebrija Alto

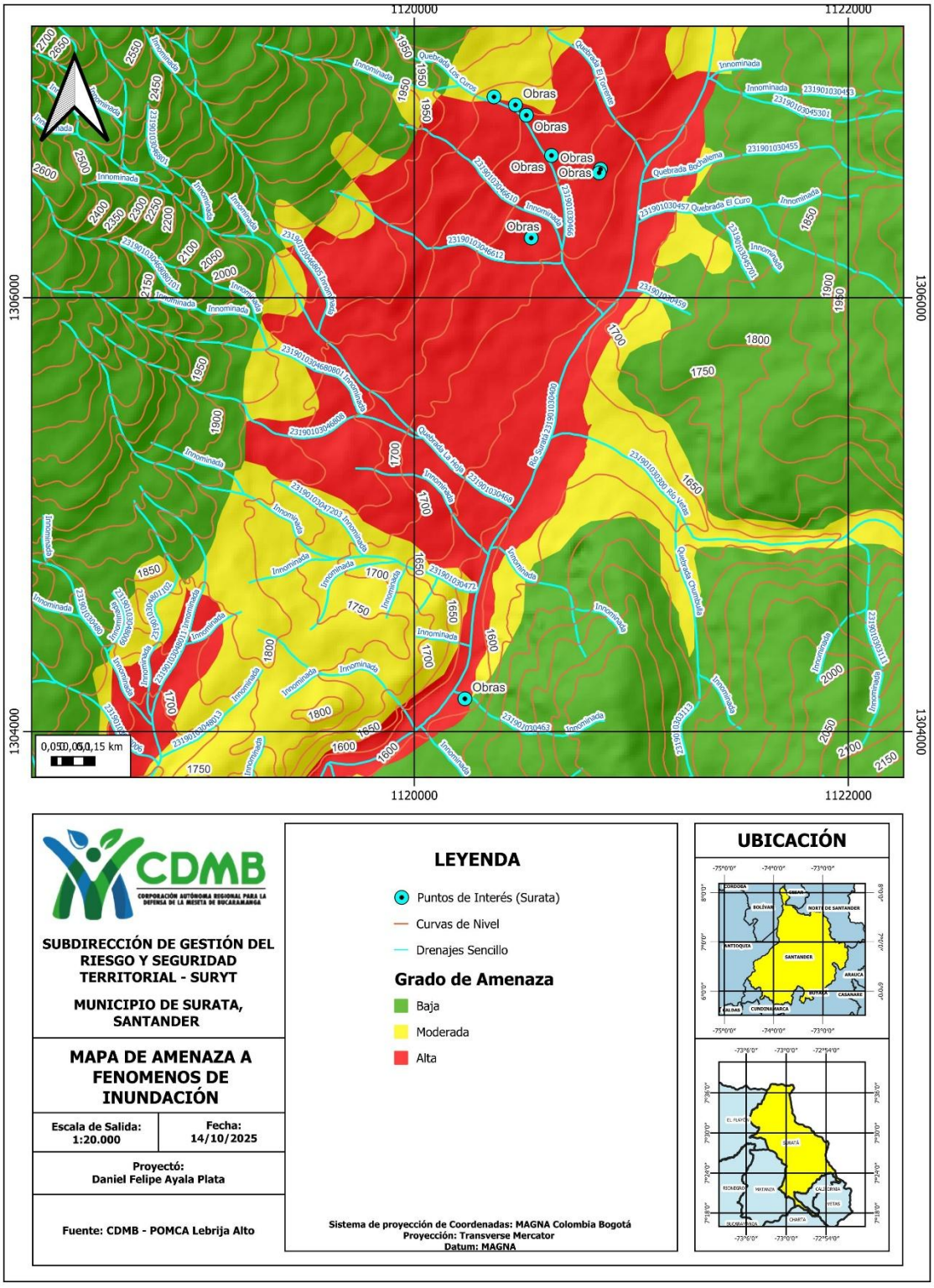


Figura 4. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Inundación del municipio de Surata – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB- POMCA Lebrija Alto

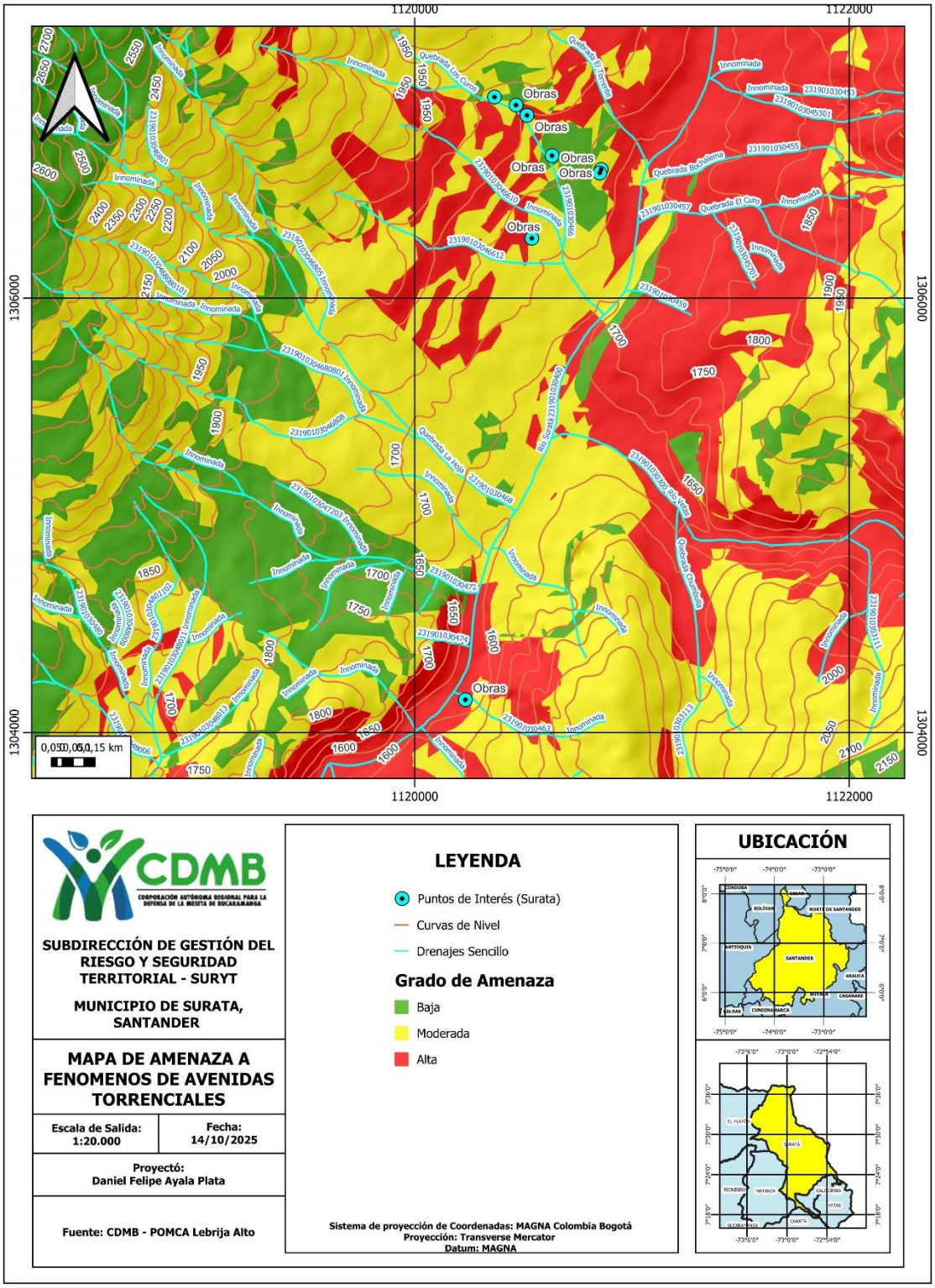


Figura 5. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Avenidas Torrenciales del municipio de Surata – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB- POMCA Lebrija Alto