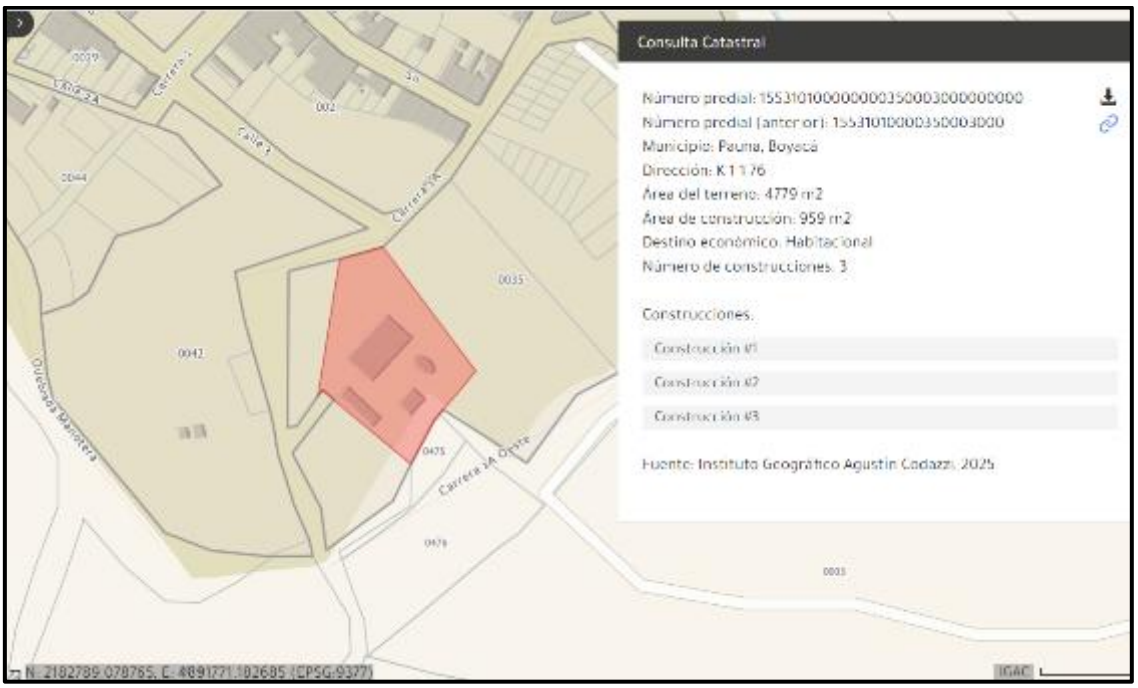
CONCEPTO TÉCNICO ACTUALIZADO SOBRE LA ZONA DE INESTABILIDAD IDENTIFICADA EN EL EOT 2015, SECTOR PARTE BAJA DE LA ANTIGUA PISCINA MUNICIPAL, SALIDA HACIA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

FORMULADO POR:

GEO. JOAN SEBASTIÁN PUENTES PÉREZ

PRESENTADO A:

ING FABIAN SUAREZ MARTINEZ



30 DE SEPTIEMBRE DE 2025

PAUNA - BOYACÁ

Vo Bo Secretaria de Planeación y Obras Publicas

INTRODUCCIÓN

El presente concepto busca determinar el grado de estabilidad de taludes y si existen evidencias actuales que apoyen o desestimen las determinantes de riesgo y amenaza en el área zonificada por los instrumentos de ordenamiento territorial del municipio de PAUNA como zona de AMENAZA DE DESLIZAMIENTO en una franja este - oeste aledaña a un talud de más de 30 metros al borde de la vía de la Carrera 1ª adyacente al predio de la piscina municipal de Pauna, Infraestructura que actualmente se encuentra en abandono y que mediante una visita técnica realizada el 27 de Septiembre 2025 busco determinar, si se presentan indicadores cinemáticos mediante inspección visual en terreno, así mismo se buscó identificar la existencia de fenómenos de reptación, movimiento en masa, deslizamiento de material o caída de bloques, que en sus condiciones actuales puedan generar afectaciones a la vía, predios de terceros, sus drenajes actuales y tuberías de acueducto existentes.

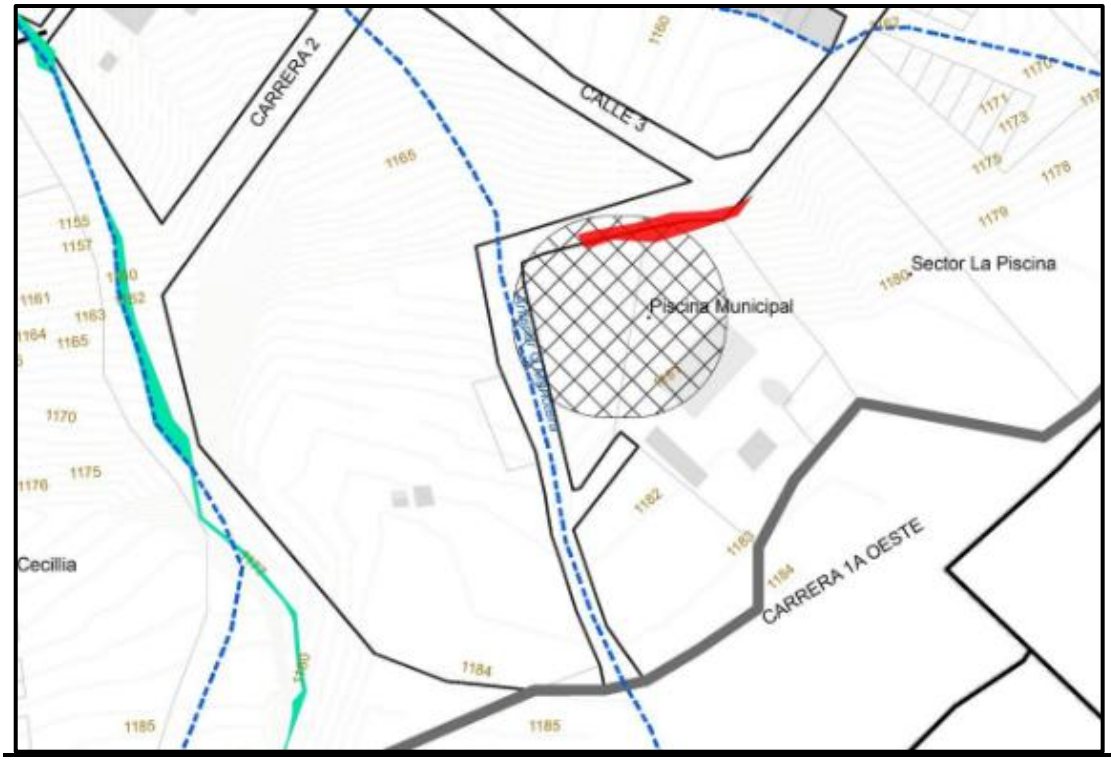


FIGURA 1. Predio "piscina municipal" zonificado con un talud en el área urbana con una franja este – oeste como amenaza por movimientos en masa en rojo

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación
y Obras Publicas

Palabras clave:

1. *Reptación: La reptación de suelo o creep en ingles se denomina a un tipo de movimiento de ladera en masa superficial muy lento (≈16 mm/año) a extremadamente lento (<16 mm/año), generalmente de unos pocos centímetros por año. Involucra al suelo subsuperficial y en el cual no se puede apreciar una superficie de falla definida.*

1.2 Reptación: son movimientos extremadamente lentos del suelo superficial, la velocidad de desplazamiento es de unos pocos centímetros por año, pero puede llegar a afectar grandes extensiones de terreno.

Este movimiento se puede identificar cuando se presentan inclinación en los árboles, postes y cercados, desacoples de tuberías, etc

2. *Movimiento en masa: conocidos también como volcanes, derrumbes, deslizamientos o fenómenos de remoción en masa. Es el desplazamiento (de manera súbita o lenta) de material de suelo, roca o ambas, sobre una pendiente, y cuya ocurrencia se puede presentar de manera natural o influenciada por acciones antrópicas.*
3. *DESLIZAMIENTOS: Los deslizamientos pueden presentarse de forma progresiva, es decir; se puede iniciar el deslizamiento, quedarse quieto y luego reactivarse nuevamente de forma gradual. Aquí radica la importancia de no acercarse al lugar del deslizamiento una vez este se ha activado.*

   Este tipo de movimiento se en algunos casos como un Deslizamiento Rotacional: la masa deslizada presenta un giro.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

CONCEPTO TÉCNICO ACTUALIZADO SOBRE LA ZONA DE INESTABILIDAD IDENTIFICADA EN EL EOT 2015, SECTOR PARTE BAJA DE LA ANTIGUA PISCINA MUNICIPAL, SALIDA HACIA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

MARCO GEOLÓGICO.

El municipio de Pauna está ubicado en la Cordillera Oriental colombiana, en la parte occidental del departamento de Boyacá, sobre la vertiente que comunica con el río Minero y sus subcuencas afluentes como es el caso local de la Subcuenca de la Quebrada Manotera.

A continuación, se describen las principales unidades litoestratigráficas que atraviesan el departamento, muchas de las cuales son aplicables al entorno del municipio Pauna. En las inmediaciones limítrofes se destacan los cerros Fura y Tena, que están vinculados a estructuras locales y posiblemente a cambios litológicos regionales compresivos y extensivos.

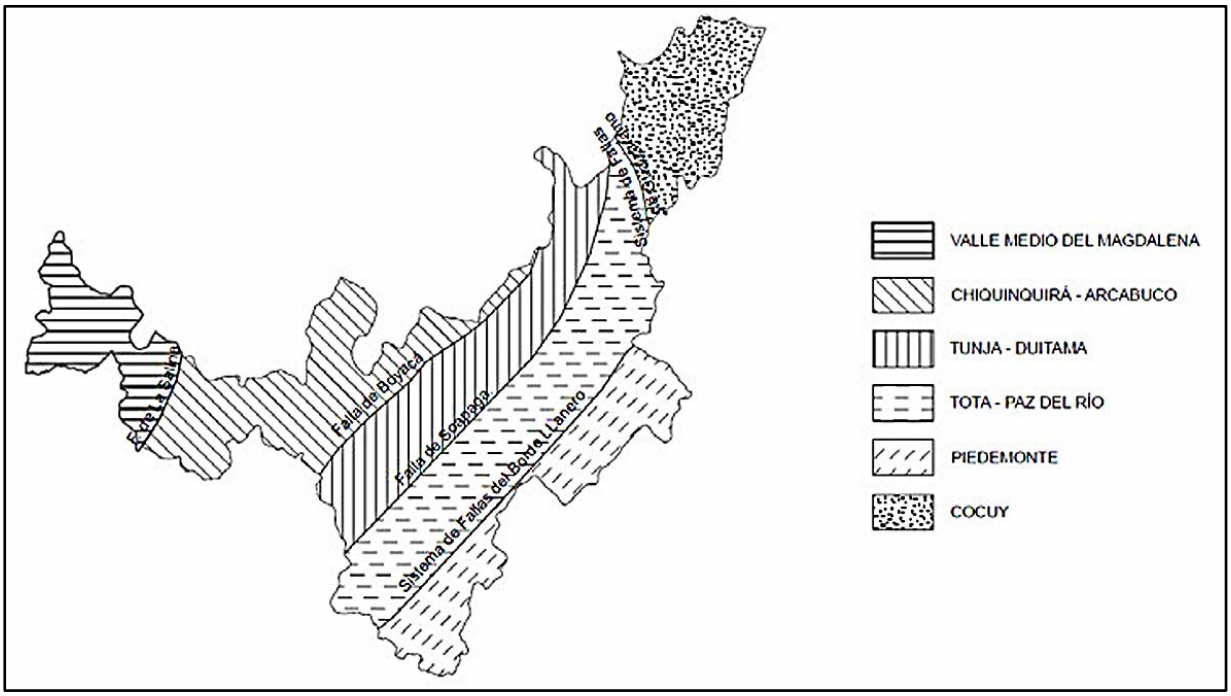


Figura 2. Distribución de Cuencas en el Departamento de Boyacá (Tomado Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000)

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

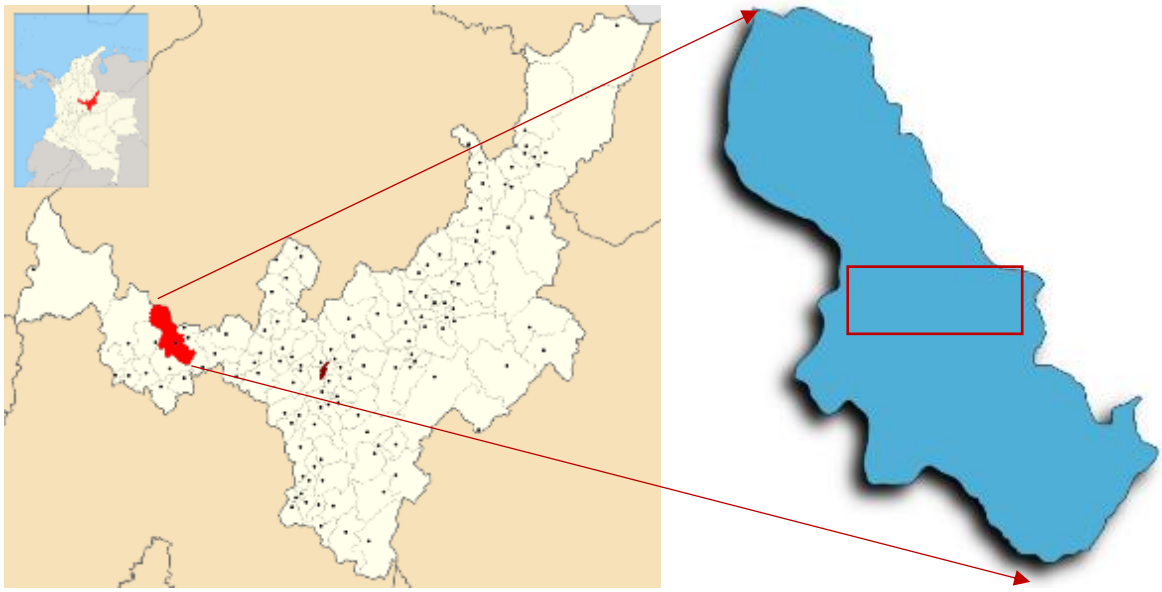
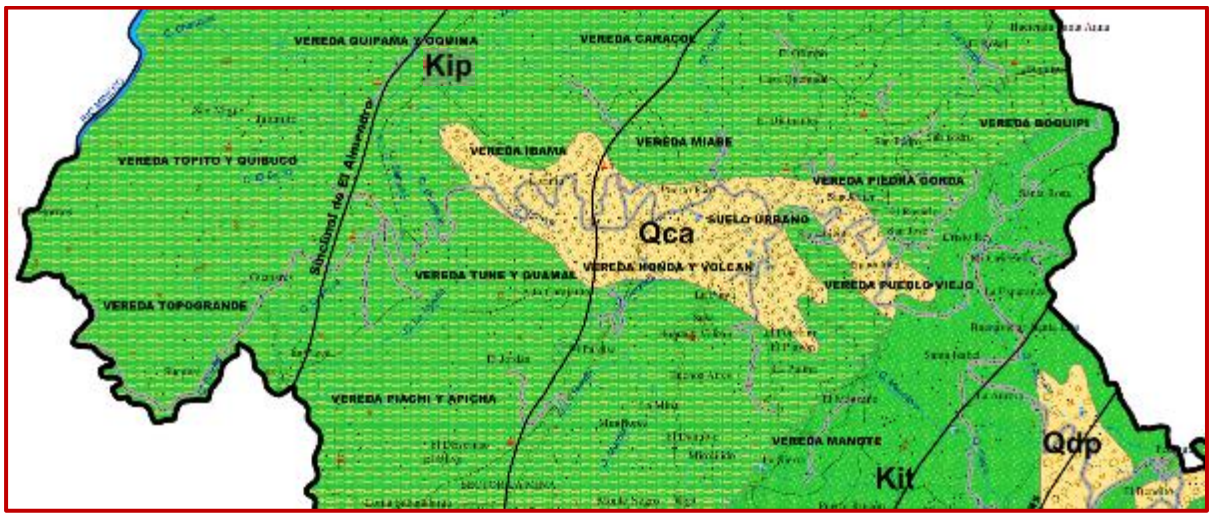


Figura 3. Ubicación Municipio de Pauna



	NID	CE	Qca	Depositos Coluviales	Consisten en bloques redondeados, a subredondeados principalmente de arenitas, en una matriz areno-arcillosa, presentan una morfologia plana	NO IDENTIFICADO	CENOZOICO	Cuaternario
	CHA	ME	Kichi	Formación Areniscas de Chiquinquirá	Consta de areniscas finas, cuarzosas, de color gris claro a oscuro y negro, en capas delgadas a gruesas, con delgadas intercalaciones de lodolitas y limolitas. Su contacto inferior es concordante y se traza en la base de la capa más baja de arenitas que suprayace a las lodolitas y limolitas de la Formación Limolitas de Pacho	CHIQUINQUIRA-ARCABUCO	MESOZOICO	Albiano Medio al Cenomaniano
	CHA	ME	Kir	Formación Rosa Blanca	Calizas duras, gris azules, de textura gruesa, macizas y fosiliferas, con estratos margosos que traspasan a calizas negras, arcillosas de textura muy fina en la parte alta. El contacto superior con la Formación Paja es neto y está definido por la desaparición de los estratos importantes de calizas y el comienzo de los niveles predominantemente arcillosos	CHIQUINQUIRA-ARCABUCO	MESOZOICO	Valanginiano
	NID	NI	Kit	Formación Tablazo	Compuesta por una sucesión de calizas, muy fosiliferas, azulosas, duras predominantemente en la mitad superior y predominio de margas en la mitad inferior. El contacto con la infrayacente Formación Paja es concordante y gradual. Le suprayace la Formación Simit en un contacto concordante.	NO IDENTIFICADO	NO IDEN	Aptano Superior - Albiano Infe

Figura 4. Formaciones Locales al área Urbana de Pauna

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

MARCO ESTRATIGRÁFICO.

Qca Depósitos Coluviales: Cuaternario producto de materiales erodados de materiales acumulados en el monoclinal cercano, poca cohesión con materiales de diferente granulometría predominando suelos areno-limosos de color amarillo y bloques caídos con poco transporte y alta angularidad.

Formación Paja (Kip) Edad Valanginiano Superior hasta el Aptiano superior (Etayo 1979). Conjunto de lutitas grises oscuras a negras, intercaladas con areniscas arcillosas de grano fino en capas gruesas y ocasionales estratos de caliza en capas gruesas. Es propia de esta unidad la presencia de láminas de yeso en su porción media. Rodríguez y Ulloa (1991 y 1994)

Formación Tablazo (Kit)

Edad Aptiano Superior - Albiano Inferior, según Morales (1958). Compuesta por una sucesión de calizas, muy fosilíferas, azulosas, duras predominantemente en la mitad superior y predominio de margas en la mitad inferior. (Rodríguez y Ulloa, 1991).

• Formación Simití (Kis)

Edad Albiano temprano y tardío con base en amonites (Petters, 1954). Está constituida por una intercalación de lutitas grises claras a negras, micáceas, con areniscas arcillosas blancas amarillentas, de grano fino a medio. (Morales, 1958).

CARTOGRAFÍA DISPONIBLE.

- ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EOT 2015 DEL MUNICIPIO DE PAUNA EN EL MAPA DE TRATAMIENTO DE SUELO URBANO
- PROYECTO DE RIESGOS URBANOS EOT 2015

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

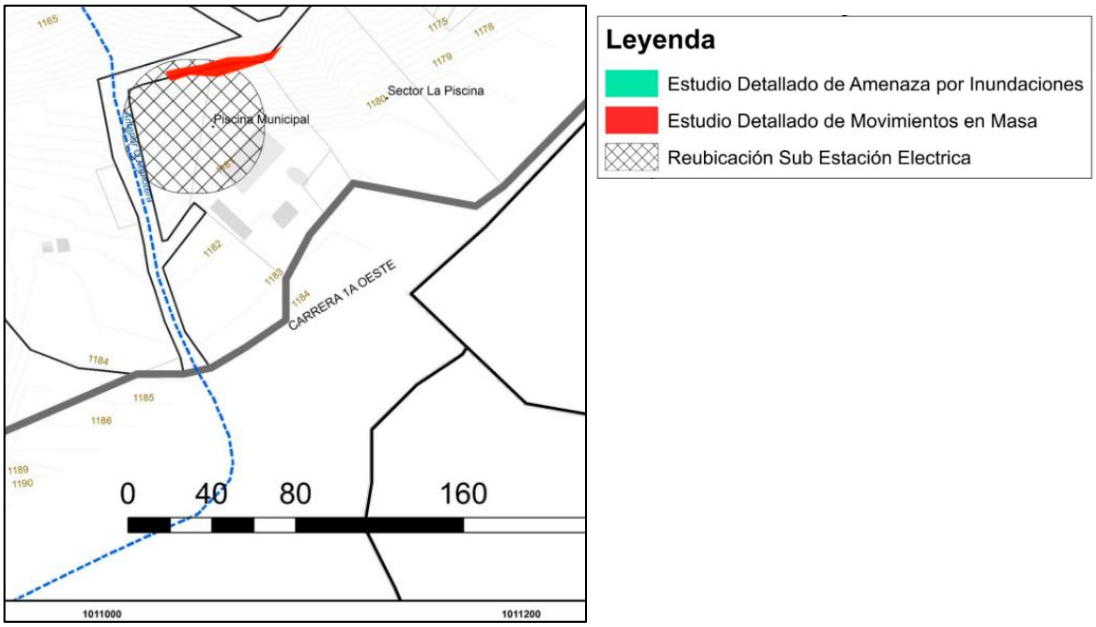


Figura 5. Zonificación de Amenaza por EOT 2015 Pauna en el Área Urbana a desarrollar

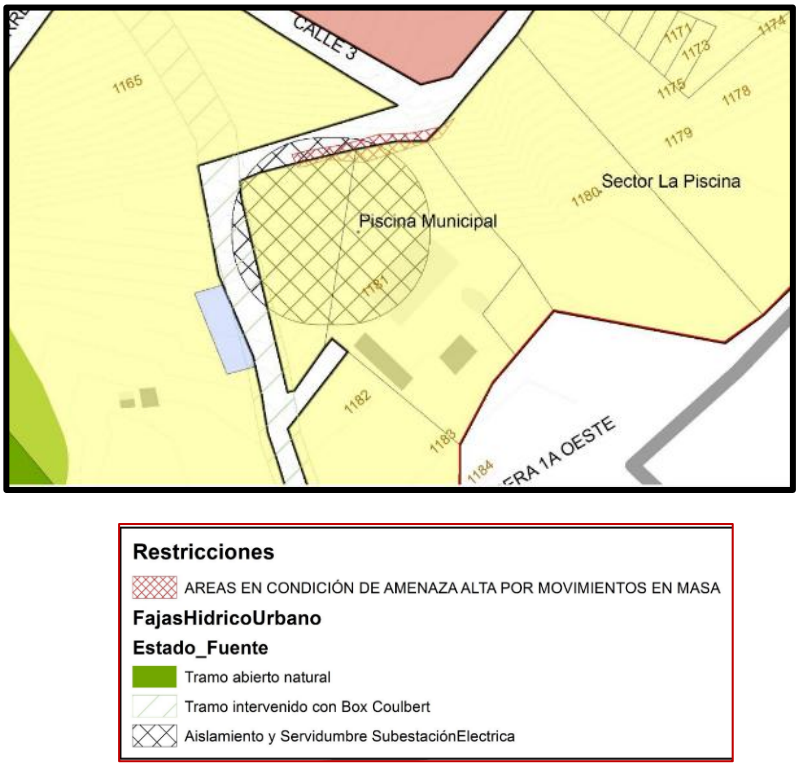


Figura 6. Estudios detallados por amenaza en el proyecto de riesgos urbanos EOT 2015 del Municipio de Pauna

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

SERIES HISTÓRICAS DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE LA ZONA URBANA ALEDAÑA AL PREDIO PISCINA MUNICIPAL

A continuación, se ilustran diferentes imágenes disponibles de la zona en orden cronológico

Imágenes satelitales y Orto imágenes	Año y descripción
	2010 - 2015 Fuente: Google Earth Pro Piscina llena y poca o nula capa vegetal en el talud
	2015 - 2020 Fuente: Google Earth Pro Piscina en abandono con vegetación en el talud

Tabla 1. Orto imágenes Predio piscina municipal

El municipio de Pauna, Boyacá en su cronología histórica ha presentado grandes retos a nivel geotécnico a razón de que en sus temporadas de lluvia en la última década ha llegado a declararse alerta naranja por diferentes fenómenos de amenaza de remoción en masa a causa de un pobre manejo de sus aguas lluvias, la baja capacidad instalada en el área rural de sus acueductos rurales existentes y dando muestra que siguen siendo necesarias

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

inversiones de mejoras en su infraestructura tanto en tuberías de drenaje de mayor capacidad como en estabilización de taludes y mejora en el estado de arte de sus vías.

ANTECEDENTES DE AFECTACIONES POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL MUNICIPIO DE PAUNA

Año / Fecha	Evento / Alerta	NOTICIA
2011-09-01	Demanda de indemnización por lluvias de 2011	Hubo lluvias entre septiembre y diciembre de 2011 que causaron daños a personas en Pauna. Esa oleada de lluvias generó efectos que llevaron a presentar demandas porque el municipio no gestionó completamente los auxilios.
2014-05-09	Alerta naranja por deslizamientos	Alerta naranja por deslizamientos
2018-10-08	Lluvias y alerta en múltiples municipios	Boyacá declara alerta por deslizamientos en 48 municipios; Pauna figura entre los municipios con **alerta naranja** por riesgo de derrumbes.
2020-09-30	Inicio de temporada de lluvias	Se anuncia inicio de la segunda temporada de lluvias en Boyacá; Pauna aparece como uno de los municipios que podrían verse afectados con inundaciones, deslizamientos, etc.
2024-02-08	Alerta por deslizamientos	Boyacá en general tiene 29 municipios en alerta por deslizamientos; Pauna es mencionado como uno de los municipios en alerta roja para amenaza de deslizamientos

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

Año / Fecha	Evento / Alerta	NOTICIA
2025-05-06	Alerta roja por ola invernal	Intensificación de lluvias; varios municipios en Boyacá con alerta roja por deslizamientos, incluidos sectores de alto riesgo; Pauna podría estar en condiciones similares al resto del departamento.
2025-06-25	Deslizamientos con familias damnificadas	En Pauna, más de 200 familias damnificadas por la ola invernal. Se reporta que algunas viviendas están en riesgo por deslizamientos, terreno inestable, necesidad de reubicación

Tabla 2. Eventos de afectaciones en el municipio de Pauna por Fenómenos de Remoción en masa

VISITA TÉCNICA AL ÁREA DE ESTUDIO

Durante la inspección se levantó un registro fotográfico de la zona y se realizó un recorrido dentro del predio como también sobre la vía y el talud a analizar así:

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 1. Estado ambiental actual en inmediaciones de la piscina municipal en el cual se evidencia un terreno nivelado con vegetación predominante de arbustos, plantas y un anclaje de una subestación eléctrica

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 2. Vegetación tupida en inmediaciones de la subestación, se observan postes que sostienen transformadores y pilares polo a tierra verticales.
	Fotografía N° 3. Piso / placa en concreto nivelado sin evidencia de agrietamiento, inclinación o fracturamiento en la subestación eléctrica cuya instalación fue anterior al EOT 2015 de Pauna según información secundaria.
	Fotografía N° 4 y 5. Piso / placa en concreto nivelado sin evidencia de agrietamiento, inclinación o fracturamiento en la subestación eléctrica cuya instalación fue anterior al EOT 2015 de Pauna según información secundaria.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	
	Fotografía N° 6. Estado ambiental metros abajo de la subestación eléctrica mostrando alta vegetación y pastizales.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaria de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 7 y 8. Caja de control nivelada y sin evidencias de fracturamiento
	
	Fotografía N° 9. Estado ambiental del terreno con inclinaciones y pendientes bajas

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 10. Poste en la parte alta de la vía indicando inclinación del poste N1 por mala cimentación y socavación de la base vista al Oeste 1
	Fotografía N° 11. Poste en la parte alta de la vía indicando inclinación del poste N1 por mala cimentación y socavación de la base vista al Noroeste
	Fotografía N° 12. Material areno limoso de coloración amarilla que compone la capa más superficial del suelo y es la matriz del depósito coluvial.
	Fotografía N° 13. Empantanamiento del margen izquierdo de la vía en la parte alta de la misma. - Margen izquierdo de la Vía Carrera 1A

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 14. Bloques de arenisca caídos semi cubiertos parte del Qca en predios de terceros mostrando alta angularidad y superficies de caras planas siendo posibles indicadores de morrenamiento glacial. Vista Oeste
	Fotografía N° 15. Bloques parte del Qca en predios de terceros mostrando alta angularidad y superficies de caras planas siendo posibles indicadores de morrenamiento glacial. Vista Noroeste - Margen izquierdo de la Vía Carrera 1A
	Fotografía N° 16. Bloques parte del Qca en predios de terceros mostrando alta angularidad y superficies de caras planas siendo posibles indicadores de morrenamiento glacial. Vista al Norte - Margen izquierdo de la Vía Carrera 1A

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 17. Bloques parte del Qca en predios de terceros mostrando alta angularidad y superficies de caras planas siendo posibles indicadores de morrenamiento glacial. Vista al Noreste margen izquierdo de la Vía Carrera 1A
	Fotografía N° 18. Vía periferia urbana Carrera 1A con el talud a analizar a la derecha mostrando alta vegetación. Vista al Este
	Fotografía N° 19. Vía periferia urbana Carrera 1A con el talud a analizar a la derecha mostrando alta vegetación.
	Fotografía N° 20. Talud a analizar a la derecha mostrando alta vegetación y afloramiento cubierto.

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 21. Talud a analizar margen derecha mostrando alta vegetación y afloramiento cubierto.
	Fotografía N° 22. Base del Talud a analizar a la derecha mostrando alta vegetación y afloramiento cubierto y en su base un canal en mampostería en la cuneta .

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 23. Base del poste N1 con socavamiento por el drenaje superficial en la base y una baja o mala cimentación del mismo poste
	Fotografía N° 24. Poste N2 y N3 indicando inclinaciones contrarias siendo indicadores de reptación, pero sin movimientos en masa aparentes y que por su pobre cimentación presentan inclinaciones contrarias.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN OBSERVACIÓN
	Fotografía N° 25. Talud cubierto vista Suroeste aparentemente estable
	Fotografía N° 26. Poste N3 Inclinado en una dirección Noroeste indicando mala cimentación

Tabla 3. Registro Fotográfico visita técnica del 27 de septiembre de 2025

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

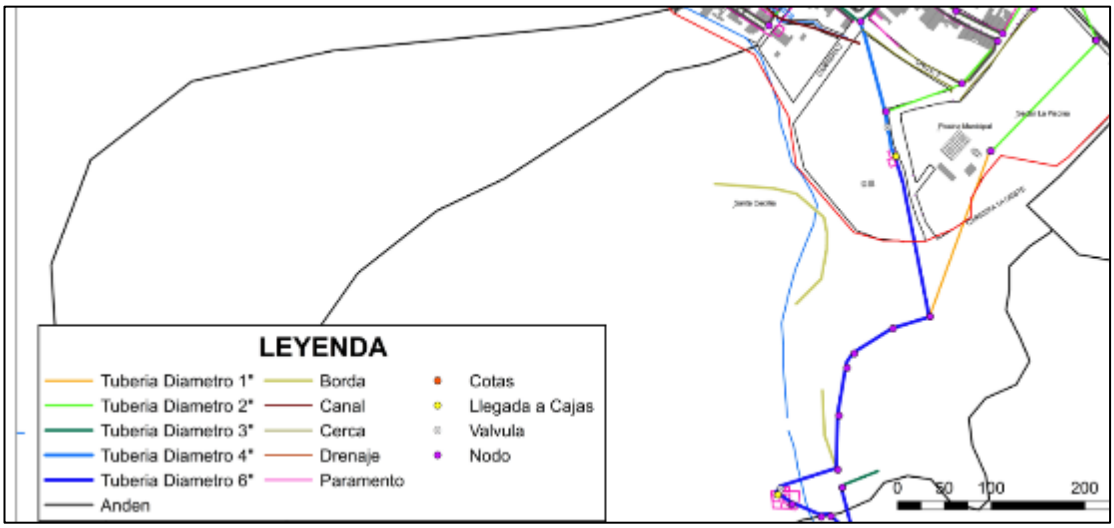


Figura 7. Mapa red de acueducto reconocido en el EOT 2015 del Municipio de Pauna área aledaña a la Piscina municipal

La presente figura indica que en cercanías de la zona del estudio pasa bajo el subsuelo superficial una tubería de 2" la cual no ha sido comprometida, desacoplada, fracturada o deformada por el fenómeno de reptación o la amenaza de deslizamiento o movimiento en masa zonificada en el EOT de 2015 del municipio de Pauna. indicando que la estabilidad se ha mantenido a lo largo del tiempo en la última década mas, se aclara que dicha tubería no pasa por la zona inestable.

CONCLUSIONES

1. La inclinación contraria de los postes N1, N2 y N3 a la base del talud indican que no es predominante el fenómeno de reptación que si bien no son apreciables los indicadores de deslizamiento o movimiento en masa en la última década, si están indicando una mala o pobre cimentación (Ver Fotografía n°23) que por su cercanía a la vía y a un drenaje artesiano en épocas de crecida y alta pluviosidad incrementa el socavamiento como también parece indicar que en el momento que se instalaron pudieron encontrar bloques superficiales de arenisca y bloques enterrados que dificultaron su profundización y que probablemente están presentes más bloques de manejo complejo en el subsuelo, bajo la vía y como se evidencia son materiales característicos de un Cuaternario con depósitos coluviales que en épocas glaciales fueron movilizados y acumulados en los predios vecinos pendiente abajo pero que no son fenómenos recientes.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

2. Es necesaria una mejora en los drenajes y alcantarillas existentes para garantizar el funcionamiento óptimo de la vía que presenta un reciente aprestamiento de recebo en materiales calcáreos de la Fm Paja y que buscan la mejora vial con intervención reciente de maquinaria y que por lo tanto se deben realizar obras para el drenaje correcto que no permitan la acumulación o encharcamiento de flujos aportantes a la Quebrada Manotera o a algún afluente de la misma sobre la vía.
3. La placa de la subestación y el tanque en desuso muestran estar nivelados y sin agrietamientos indicando una estabilidad de terreno sobre la franja y la corona del talud. no se evidenciaron más indicadores de movimiento más allá de las inclinaciones de los postes que, aunque en direcciones contrarias por principio de precaución se deben buscar medidas de mitigación a la vulnerabilidad del Talud.
4. Como recomendación es necesario un monitoreo más exhaustivo a la corona del talud con Mojones Topográficos y amarre de coordenadas GPS con controles semestrales como una sugerencia a la secretaria de Planeación y órganos de gobierno como lo es el CMGRD del municipio de Pauna.
5. Se debe tomar en cuenta la posibilidad de que al realizar excavaciones para instalar nuevas tuberías de mayor diámetro deban ser instaladas idealmente al centro de la vía y es posible se presenten bloques de difícil manejo y gran tamaño.
6. La temporalidad de las imágenes satelitales indican que en el momento de funcionamiento de la piscina anterior a la anualidad de 2015 en cuya ocasión presentaba un riesgo diagnosticado y que según imágenes históricas su carga estática con la piscina llena; que por su peso y posibles malos manejos saturaron el suelo circundante; que adicional a la pobre vegetación en el momento que se llevó a cabo la fase diagnostica de la actualización EOT del municipio de Pauna se llegó a la conclusión que se zonificara esa franja como un área de amenaza de movimiento en masa, que al presente con un correcto manejo, más vegetación en el terreno y en el talud, no muestran señales de inestabilidad.
7. Por principio de precaución se concluye que se deben tomar medidas de mitigación como la instalación de Gaviones, Zanjas de Drenado tipo Drenes Californianos, Zanjas de Coronación y/o pasto Vetiver en la corona o parte alta del Talud para una mayor garantía en su estabilidad futura de posibles nuevas obras y mejoras a realizar en la vía.

PROPUESTAS DE MITIGACIÓN

VETIVER

Se propone por parte del consultor la implementación de plantaciones de pasto tipo VETIVER en áreas zonificadas como amenaza de movimiento en masa buscando mediante vegetación

2021.

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

con enraíce profundo que drene y de anclaje al suelo. Se aclara que las raíces pueden llegar a alcanzar profundidades de hasta 3 metros o mas

Los taludes, con su inclinación pronunciada, a menudo representan desafíos significativos en términos de estabilidad del suelo y prevención de la erosión. El pasto Vetiver, con un crecimiento veloz, puede ser funcional para estabilizar taludes en tan solo 3- 5 meses.



Figura 8. Ilustración de crecimiento semestral del vetiver

GAVIONES

Los gaviones son estructuras metálicas, de hierro galvanizado o acero inoxidable, en forma de canastas o jaulas, que se llenan de diferentes tipos de materiales.

El más común es la piedra. Pero también se usan otros materiales como ladrillos, troncos, etc. Se colocan a pie de obra sin armar y, una vez colocados en el lugar adecuado, se procede a rellenarlos. Tienen diferentes formas, en función del uso o el lugar donde se quiera colocar.



Figura 9. Ilustración de gaviones de diferentes tamaños.

Geo. Joan Sebastián Puentes Pérez - Jpuentesp@unal.edu.co – 3228446734 – TPD D-7072

Vo Bo Secretaría de Planeación
y Obras Publicas

Drenes Californianos y Zanjas de Coronación



Figura 10. Ilustración de instalación de Drenaje Californiano en mallado y concreto lanzado.

Drenes horizontales Se trata de un tipo de drenaje profundo de orientación predominantemente horizontal que se emplea comúnmente en el drenaje de taludes mediante una tubería perforada de pequeño diámetro y gran longitud en relación con el diámetro. El dren californiano parte de la superficie del talud y consta de un tubo ranurado de pequeño diámetro.

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

Bibliografía

|Tipo de fuente | Referencia / Fuente | Detalle / Observaciones |

| **Bibliografía** | Etayo, F. (1979). Formación Paja. | Citada en la descripción estratigráfica. |

| | Rodríguez, G. y Ulloa, C. (1991 y 1994). Descripción de Formaciones Tablazo y Paja. | Referencias litoestratigráficas. |

| | Morales, L. (1958). Formación Tablazo y Simití. | Fuente geológica clásica sobre Boyacá. |

| | Petters, V. (1954). Formación Simití, con base en amonites. | Referencia paleontológica para la datación. |

| | Ingeominas (1999). *Mapa Geológico del Departamento de Boyacá*, escala 1:250.000. | Fuente cartográfica base. |

| | Proyecto de Riesgos Urbanos – EOT 2015 Municipio de Pauna. | Utilizado para zonificación de amenazas y mapas urbanos. |

Vo Bo Secretaría de Planeación y Obras Publicas

Cibergrafía

| **Cibergrafía** | URL / Fuente | Detalle / Observación

| Google Earth Pro | [https://www.google.com/earth/] | Fuente de imágenes satelitales históricas (2010–2020) para análisis de cobertura y cambios.|

| Corpoboyacá | [https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-movimientos-en-masa/]

| Fuente de Palabras clave | [https://www.geosoluciones.com.ar/blog/post/el-sistema-vetiver-para-regenerar-ecosistemas]

Fuente de ilustraciones Geo soluciones

Vo Bo Secretaria de Planeación y Obras Publicas

CONSEJO PROFESIONAL DE GEOLOGÍA

COLOMBIA



JOAN SEBASTIAN PUENTES PÉREZ

CC. 1.054.093.937

MATRÍCULA PROFESIONAL DEFINITIVA D-7072

FECHA DE EXPEDICIÓN: 19/12/2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - BOGOTÁ

El presente documento es
PERSONAL E INTRANSFERIBLE

Puede obtener una certificación de vigencia
con el número de Matrícula Profesional en:
https://cpgcolombia.org/certificaciones

O escaneando el siguiente código QR:

Firma Presidente

Firma Geólogo

CONSEJO PROFESIONAL DE GEOLOGÍA
SEDE SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO
Diag. 53 No. 34 -53 of. 138
SEDE ADMINISTRATIVA
Calle 59 A Bis # 5-37 of. 503, Edificio el Gran Duque
secretaria@cpgcolombia.org
Tel: (601) 942 4571 - (+57) 320 307 3353
Bogotá, Colombia