


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

TABLA DE CONTENIDO



3	CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	6
3.2	MEDIO ABIÓTICO	6
3.2.1	Geología	6
3.2.1.1	Geología Regional	6
3.2.1.2	Geología histórica	8
3.2.1.3	Estratigrafía	10
3.2.1.3.1	Cretácico	12
3.2.1.3.2	Paleógeno	12
3.2.1.3.3	Neógeno	13
3.2.1.3.4	Cuaternario	14
3.2.1.4	Geología Local	14
3.2.1.4.1	Formación Guayabo Miembro Superior (N2-Sc)	18
3.2.1.4.2	Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-IIa)	21
3.2.1.4.3	Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-IIi)	24
3.2.1.4.4	Depósitos Aluviales Recientes (Q2-alr)	25
3.2.1.5	Geología Estructural	26
3.2.1.5.1	Geología estructural regional	26
3.2.1.5.2	Geología estructural local	27
3.2.1.6	Corte geológico	29
3.2.1.7	Unidades geológicas superficiales (UGS)	32
3.2.1.7.1	Suelo residual arenoso de la Formación Guayabo Miembro Superior (Srarfc)	34
3.2.1.7.2	Suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior (Srarfc)	35
3.2.1.7.3	Suelo transportado de Terraza Aluvial (Strta)	35
3.2.1.7.4	Suelo transportado de Llanura de Inundación (Strlli)	36
3.2.1.7.5	Suelo transportado Aluvial Reciente (Stalr)	37
3.2.1.7.6	Suelo transportado de Cauce Aluvial (Strca)	38
3.2.1.7.7	Suelo transportado lacustre (Strlg)	38
3.2.1.7.8	Suelo transportado antrópico (Stran)	39

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.2.1.8	Conclusiones	40
3.2.1.9	Amenazas naturales	41
3.2.1.9.1	Amenaza sísmica	41
3.2.1.9.2	Amenaza por generación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM)	51
3.2.1.9.3	Factor detonante precipitación	53
3.2.1.9.4	Factor detonante sismicidad	55
3.2.1.9.5	Resultado de amenaza por generación de procesos erosivos y FRM	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.2.1-1	Unidades geológicas del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	15
Tabla 3.2.1-2	Coordenadas de los puntos de control geológico	17
Tabla 3.2.1-3	Unidades geológicas de superficie (UGS) en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	32
Tabla 3.2.1-4	Intensidad máxima observada para el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	45
Tabla 3.2.1-5	Localización de los sismos registrados en los alrededores del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	47
Tabla 3.2.1-6	Magnitud y profundidad de los sismos registrados en los alrededores del el Bloque CPO-5	49
Tabla 3.2.1-7	Zonas de estabilidad geotécnica en el Área de Influencia	52
Tabla 3.2.1-8	Rangos de amenaza por generación de procesos erosivos y FRM	53
Tabla 3.2.1-9	Valores medios mensuales de precipitación máxima en 24 horas	54
Tabla 3.2.1-10	Valor del factor detonante por precipitación (Fp) según la precipitación máxima en 24 horas	54
Tabla 3.2.1-11	Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante precipitación (AGp)	54
Tabla 3.2.1-12	Valor del factor detonante por sismicidad (Fs) según las zonas de amenaza sísmica de la NSR-10	56
Tabla 3.2.1-13	Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante sismicidad (AGs)	56
Tabla 3.2.1-14	Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG)	58

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.2.1-1	Cuenca sedimentaria de los Llanos Orientales y localización del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	7
Figura 3.2.1-2	Corte esquemático de la cuenca de los Llanos Orientales y localización aproximada del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	10
Figura 3.2.1-3	Columna estratigráfica de la cuenca de los Llanos Orientales	11
Figura 3.2.1-4	Mapa geológico del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	16
Figura 3.2.1-5	Columna litológica de la Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso (N2-Sc-arc)	19
Figura 3.2.1-6	Columna litológica de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar)	21
Figura 3.2.1-7	Columna litológica de los Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-Ila)	22
Figura 3.2.1-8	Columna litológica y registros físicos de los Depósitos de Llanura de Aluvial (Q2-Ila) y Formación Guayabo Miembro Superior (N2-Sc) en el pozo de observación Indico 3	23
Figura 3.2.1-9	Columna litológica observada en Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-al1)	24
Figura 3.2.1-10	Perfil esquemático de la configuración de la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales	27
Figura 3.2.1-11	Entorno estructural del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	28
Figura 3.2.1-12	Línea sísmica Noroeste – sureste amarrado a pozos exploratorios del Bloque CPO-5	29
Figura 3.2.1-13	Localización del perfil geológico A-A'	30
Figura 3.2.1-14	Corte geológico A-A'	31
Figura 3.2.1-15	Distribución de las unidades geológicas de superficie (UGS) en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	33
Figura 3.2.1-16	Ubicación de suelo transportado antrópico (Stran)	39
Figura 3.2.1-17	Aceleración PGA en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	43
Figura 3.2.1-18	Mapa de intensidad máxima observada en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	44
Figura 3.2.1-19	Zonificación de amenaza sísmica para el área de evaluación y alrededores según la NSR-10	46
Figura 3.2.1-20	Distribución y clasificación de sismos registrados por la RSN en un radio 25 km respecto al Bloque CPO-5 y su Área de Influencia	50





	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	



Figura 3.2.1-21	Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM -Factor detonante precipitación (AGp)	55
Figura 3.2.1-22	Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM -Factor detonante sismicidad (AGs)	57
Figura 3.2.1-23	Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG)	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.2.1-1	Corte de carretera en Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso en la vereda Yurimena, Puerto López	19
Fotografía 3.2.1-2	Costras ferruginosas generadas a partir de la laterización en la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López	19
Fotografía 3.2.1-3	Excavación en superficie de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso en la vereda Unión de San Juan, Puerto López	20
Fotografía 3.2.1-4	Arenas medias friables de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso en la vereda Unión de San Juan, Puerto López	20
Fotografía 3.2.1-5	Afloramiento en Depósitos de Llanura Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro	22
Fotografía 3.2.1-6	Afloramiento en Depósitos de Llanura Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro	22
Fotografía 3.2.1-7	Escarpe de 1 m en Depósitos de Llanura de Inundación en la vereda San Isidro, Cabuyaro	25
Fotografía 3.2.1-8	Arenas finas en matriz limosa en Depósitos de Llanura de Inundación en la vereda San Isidro, Cabuyaro	25
Fotografía 3.2.1-9	Vista panorámica de Depósitos aluviales recientes en la vereda San Isidro, Cabuyaro	26
Fotografía 3.2.1-10	Arenas finas a medias en matriz limosa en depósitos aluviales recientes, vereda San Isidro, Cabuyaro	26
Fotografía 3.2.1-11	Vista panorámica de deslizamiento de suelos a borde de carretera en la vereda Yurimena, Puerto López	34
Fotografía 3.2.1-12	Suelos de arenas lodosas friables y poco plasticas en la vereda Yurimena, Puerto López	34
Fotografía 3.2.1-13	Corte superficial de suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López	35
Fotografía 3.2.1-14	Prueba índice de plasticidad para el suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López	35

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p style="text-align: center;">CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

Fotografía 3.2.1-15	Suelo transportado de Terraza Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro	36
Fotografía 3.2.1-16	Corte superficial de suelo transportado de Terraza Aluvial en la vereda El Vergel, Cabuyaro	36
Fotografía 3.2.1-17	Suelo transportado de Llanura Inundación en escarpe por socavación lateral asociado al Río Humea en la vereda San Isidro, Cabuyaro	37
Fotografía 3.2.1-18	Suelo transportado de Llanura de Inundación asociado al Río Humea en la vereda San Isidro, Cabuyaro	37
Fotografía 3.2.1-19	Suelo transportado aluvial reciente en la vereda San Isidro, Cabuyaro	37
Fotografía 3.2.1-20	Vista panorámica de Suelo transportado de cauce aluvial en barras compuestas del río Cabuyarito, vereda San Miguel, Cabuyaro	38
Fotografía 3.2.1-21	Vista panorámica suelo transportado lacustre en la vereda Unión de San Juan, Puerto López	39
Fotografía 3.2.1-22	Prueba índice de plasticidad en suelo transportado lacustre en la vereda Unión de San Juan, Puerto López	39

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p style="text-align: center;">CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

3 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 Geología

El principal objetivo de la caracterización geológica, es definir las unidades litoestratigráficas que afloran en superficie y que se hallan presentes en el subsuelo, determinando sus características litológicas, contactos, relaciones estratigráficas y estructurales, con el fin de comprender y establecer el modelo geológico del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia, este componente servirá de base para caracterización de otros componentes como la geomorfología, las amenazas naturales, la estabilidad geotécnica y la hidrogeología.

Para la caracterización geológica regional del área de estudio, se tomó como base la cartografía geológica oficial del Servicio Geológico Colombiano – SGC (antes INGEOMINAS) en escala 1:100.000 y las memorias técnicas, en donde se relacionan los aspectos tectónicos, estructurales y estratigráficos del área de estudio complementada con la interpretación de la imagen satelital del año 2023-2024 con resolución espacial de 1,5 m a 4 bandas y el modelo de elevación digital de terreno de 12 m (satélite ALOS de Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial – JAXA). La metodología para la caracterización geológica se describe con detalle en el **Anexo 3.2.1 Geología**.

Los análisis y resultados de este componente del estudio son apoyados en la cartografía desarrollada de manera específica y en el contexto de este proyecto, a través del mapa temático Geología (**Anexo 10_Cartográfico/Mapa 10.7 Geología**).

3.2.1.1 Geología Regional

Geológicamente el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se localiza al costado suroccidental de la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales (**Figura 3.2.1-1**), que corresponde a una cuenca de antepaís (*Foreland basin*) que se ha formado como resultado del levantamiento de la Cordillera Oriental durante el periodo del Mioceno-Plioceno. Su evolución se ha dado en el marco del desarrollo de la margen convergente occidental de Suramérica. Geográficamente la cuenca está limitada al norte por la frontera con Venezuela, al sur por la Serranía de la Macarena y el Arco del Vaupés, al oeste por el sistema de fallas del Borde Llanero y al este por los afloramientos de rocas cristalinas del Precámbrico que forman el Escudo de Guyana¹.

¹ AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS - ANH, Colombian Sedimentary Basin: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal, Bogotá, 2007. p. 69.

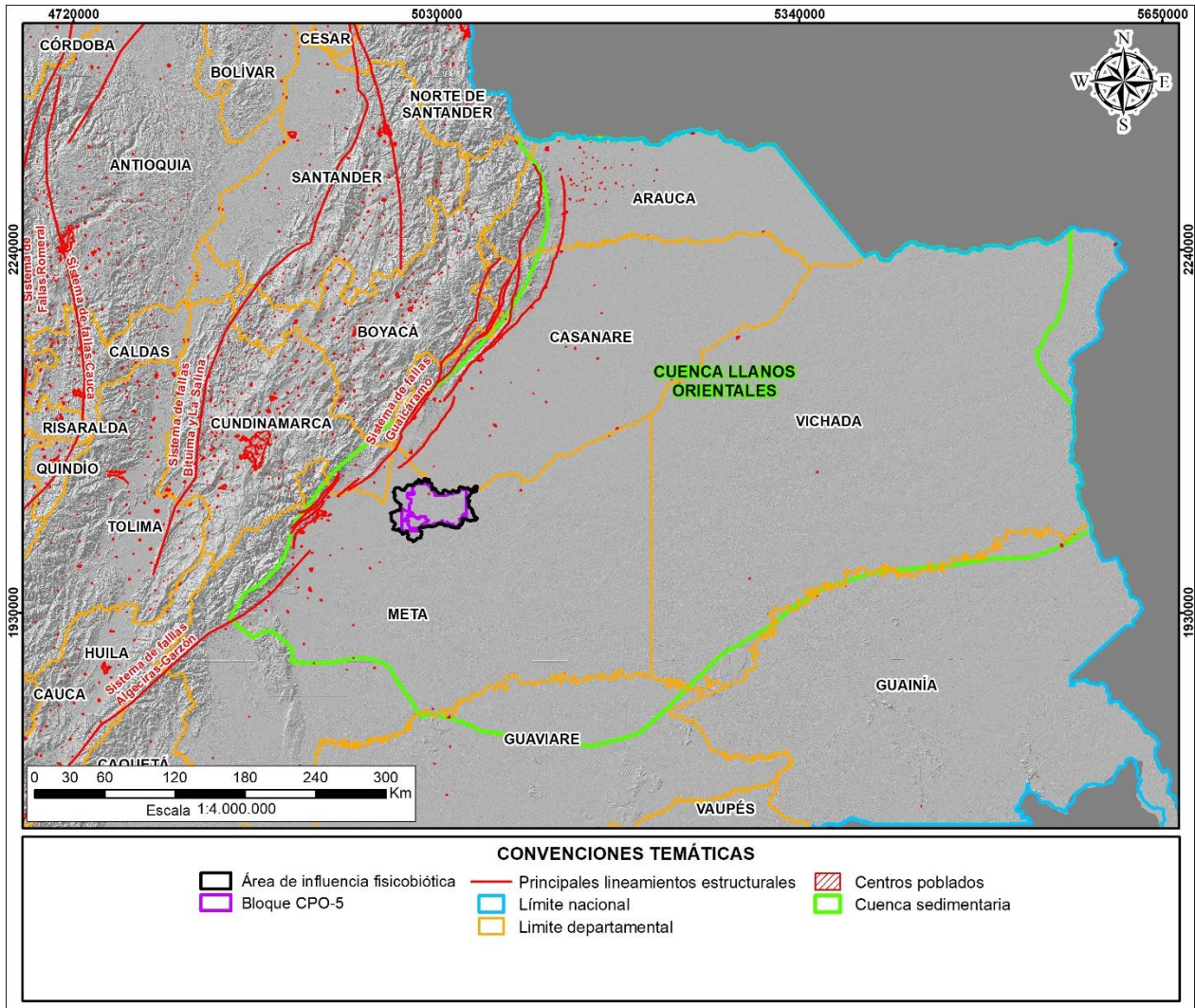




Figura 3.2.1-1 Cuenca sedimentaria de los Llanos Orientales y localización del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

La cuenca se compone por una espesa secuencia de rocas sedimentarias que han sido depositadas durante el Mesozoico al Cenozoico. Estas capas sedimentarias alcanzan su máximo espesor hacia el borde occidental y progresivamente se acuñan hacia el oriente². Además, a lo largo del tiempo, los procesos fluviales han dado lugar a la formación de depósitos cuaternarios en la zona.

En la cuenca se pueden distinguir dos dominios diferenciados: el Piedemonte Llanero que se ubica en las estribaciones de la Cordillera Oriental, y se caracteriza por un relieve montañoso y quebrado. Por otro lado, está la llanura de gran extensión que corresponde a los Llanos Orientales.

² INGEOMNAS - UIS. Geología del Piedemonte Llanero en la Cordillera Oriental, departamentos de Arauca y Casanare - Memoria. 2015. p. 19.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

Como efecto de la Orogénesis Andina el dominio del Piedemonte Llanero presenta un estilo estructural compresivo que ha dado lugar a la presencia de pliegues, fallas inversas y cabalgamientos. En la sección central a distal de la llanura, no se aprecian estructuras en superficie; no obstante, prevalece un estilo estructural extensivo que se evidencia en fallas normales con alto ángulo de buzamiento³.

A su vez, el dominio de los Llanos puede subdividirse en dos subdominios bien definidos: Llanos de Casanare-Arauca y Llanos del Meta⁴. El Bloque CPO-5 y su Área de Influencia, se encuentra localizado en el dominio de los Llanos Orientales, en el subdominio de los Llanos del Meta.

3.2.1.2 Geología histórica

La evolución geológica de la cuenca de los Llanos Orientales comenzó durante el Paleozoico inferior (Cámbrico-Ordovícico) momento en el que se presentó una fase de rifting continental que propició la aparición de fosas tectónicas en las que se depositó material siliciclástico erosionado del cratón y que se asentó sobre el basamento cristalino Precámbrico⁵.

Posteriormente, en la Orogenia Caledoniana (Silúrico – Devónico) se produjo metamorfismo en los sedimentos Cambordovícos y se levantó en una zona de aporte sedimentario parcialmente emergida la cual con posterioridad conformaría la actual Cordillera Central⁶.

Para el Paleozoico Superior ocurre una transgresión marina que cubrió de manera inconforme las rocas metamórficas e intrusivas con sedimentos. El tectonismo de finales del Paleozoico levantó el área de la ancestral Cordillera Central sometiéndola a erosión y generando una gruesa secuencia de sedimentos continentales⁷.

En la cuenca de los Llanos Orientales la base del Cretácico yace sobre diferentes conjuntos litológicos que abarcan desde el Precámbrico al Jurásico lo que indica que al momento de su depósito estaban expuestos diferentes Bloques fallados y la ocurrencia de un importante periodo erosivo pre-Cretácico. De manera temporal las unidades Jura-Triásicas aportaron sedimentos a las unidades de la parte temprana de la trasgresión cretácica. Este fenómeno transgresivo alcanzó su máximo avance durante el Coniaciano – Santoniano y llegó a cubrir prácticamente toda la megacuenca generando una depositación aparentemente continua hasta comienzos del Cenozoico. Paralelamente, en el periodo comprendido entre el Maastrichtiano y el Paleoceno Temprano ocurrió el evento de la acreción de la Cordillera Occidental lo que ocasionó el levantamiento y erosión de la Cordillera Central⁸ y haciendo que la zona de los Llanos orientales

³ *Ibíd.*, p. 40



⁴ GÓMEZ, Y.; YORIS, F.; RODRÍGUEZ, J.; PORTILLO, F.; ARAUJO, Y. Aspectos hidrodinámicos, estructurales y estratigráficos del Campo Rubiales. Cuenca de los Llanos Orientales, Colombia. Pacific Rubiales Energy. Bogotá D.C. 2009. p. 02.

⁵ ANH, 2007. Op., cit. p. 92.

⁶ AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS - ANH. Levantamiento Aerogravimétrico y Aeromagnético, Sectores norte y oriental de la Cuenca de los Llanos Orientales, Colombia. Contrato No. 034. Informe final de interpretación, 2009. p. 5.

⁷ *Ibíd.*, p. 5.

⁸ COOPER, M.; ADDISON, F.; ALVAREZ, R.; HAYWARD, A.; HOWE, S.; PULHAM, A.; TABORDA, A. Basin development and tectonic history of the Llanos basin, Colombia. En: TANKARD, A.; SUÁREZ, S., y WELSINK H., Petroleum basins of South America: AAPG Memoir 62. 1995. p. 660.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

continuara como una cuenca sedimentaria en la cual el ambiente cambiaría de marino a continental⁹.

Posteriormente, en el Eoceno Medio un evento compresivo ocasionado por el incremento en las tasas de convergencia de las placas de Nazca y Suramérica afectó el Valle del Magdalena y el margen occidental de la Cordillera Oriental. Tiempo después, durante el Eoceno Tardío – Oligoceno Tardío ocurrió una intensa deformación en las cordilleras Occidental y Central lo que generó en la cuenca de los Llanos Orientales un prolongado periodo de subsidencia ocasionado por el desarrollo de fallas normales que surgieron como consecuencia de la flexión de la litosfera en la cuenca de antepaís¹⁰. Este espacio de depósito favoreció la sedimentación de depósitos fluviales, llanuras costeras y perimareales¹¹. Este doblamiento de la cuenca continuó hasta el Mioceno Temprano generando una continua subsidencia en la zona¹². Esta fase de levantamiento de la Cordillera Oriental fue rápida y estableció el Piedemonte Llanero como el depocentro de la cuenca, en donde se presenta el mayor espesor de la secuencia sedimentaria. Se generaron primero ambientes deltaicos y posteriormente ambientes fluviales de alta energía.

Finalmente, desde el Mioceno Tardío hasta el tiempo reciente ha ocurrido una fase de compresión e inversión tectónica asociada al plegamiento y cabalgamiento de la Cordillera Oriental¹³. Los depósitos cuaternarios de los Llanos Orientales se han generado a causa de la erosión, transporte y sedimentación de los materiales de la Cordillera Oriental, proceso que se ha intensificado durante las distintas épocas glaciales pues durante estos eventos fueron generadas abundantes cantidades de sedimentos clásticos que generaron abanicos en las estibaciones de la cordillera y depósitos de llanura en la sabana de los Llanos.

En la **Figura 3.2.1-2** se muestra el corte esquemático sentido NW-SE de la Cordillera Oriental y la cuenca de los Llanos orientales, y la localización regional del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia.

⁹ GOVEA & AGUILERA. Cuencas sedimentarias de Colombia. 1986. Cuadernos Técnicos de ECOPETROL S.A., No. 4, 79. p. 42.

¹⁰ *Ibíd.* COOPER, M. y otros. *Óp. cit.*, p. 660.

¹¹ GÓMEZ, Y. y otros. *Óp. cit.*, p. 01.

¹² *Ibíd.* COOPER, M. y otros. *Óp. cit.*, p. 660.

¹³ *Ibíd.*, p. 660.

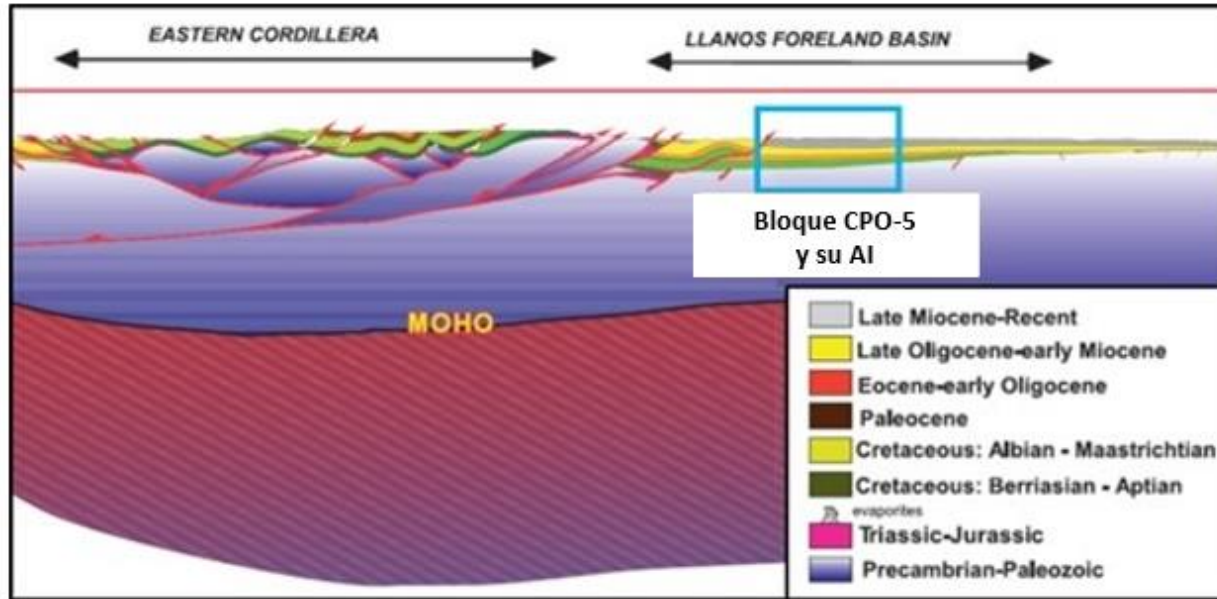


Figura 3.2.1-2 Corte esquemático de la cuenca de los Llanos Orientales y localización aproximada del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: Restrepo Pace, P.A., y otros, 2004¹⁴, modificado por GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.3 Estratigrafía

Es importante destacar que la disponibilidad limitada de datos estratigráficos en la cuenca de los Llanos Orientales, en su mayoría proporcionados por compañías petroleras y no siempre publicados, puede llevar a la falta de definición y descripción precisa de las secciones tipo de muchas unidades estratigráficas, además, los trabajos publicados a menudo son fragmentarios y tienden a centrarse en las áreas cercanas al piedemonte de la Cordillera Oriental y la Sierra de La Macarena¹⁵. En consecuencia, gran parte de la nomenclatura de las unidades litoestratigráficas del Cenozoico en esta región ha sido extrapolada de la cuenca sedimentaria del Catatumbo.

El registro estratigráfico del Cenozoico para la Cuenca de los Llanos Orientales está representado por las formaciones Barco, Los Cuervos, Mirador, Carbonera, León y Guayabo que yacen sobre unidades mesozoicas. En la **Figura 3.2.1-3** se muestra la columna estratigráfica generalizada para la cuenca de los Llanos Orientales.

¹⁴ RESTREPO-PACE, P. A., F. Colmenares, C. Higuera, and M. Mayorga. A Fold-and- thrust belt along the western flank of the Eastern Cordillera of Colombia—Style, kinematics, and timing constraints derived from seismic data and detailed surface mapping, in K. R. McClay, ed., Thrust tectonics and hydrocarbon systems: AAPG Memoir 82, 2004. p. 598–613.

¹⁵ DE PORTA, J. Léxico Estratigráfico Internacional: Terciario y Cuaternario. Unión internacional de Ciencias Geológicas. 1974.

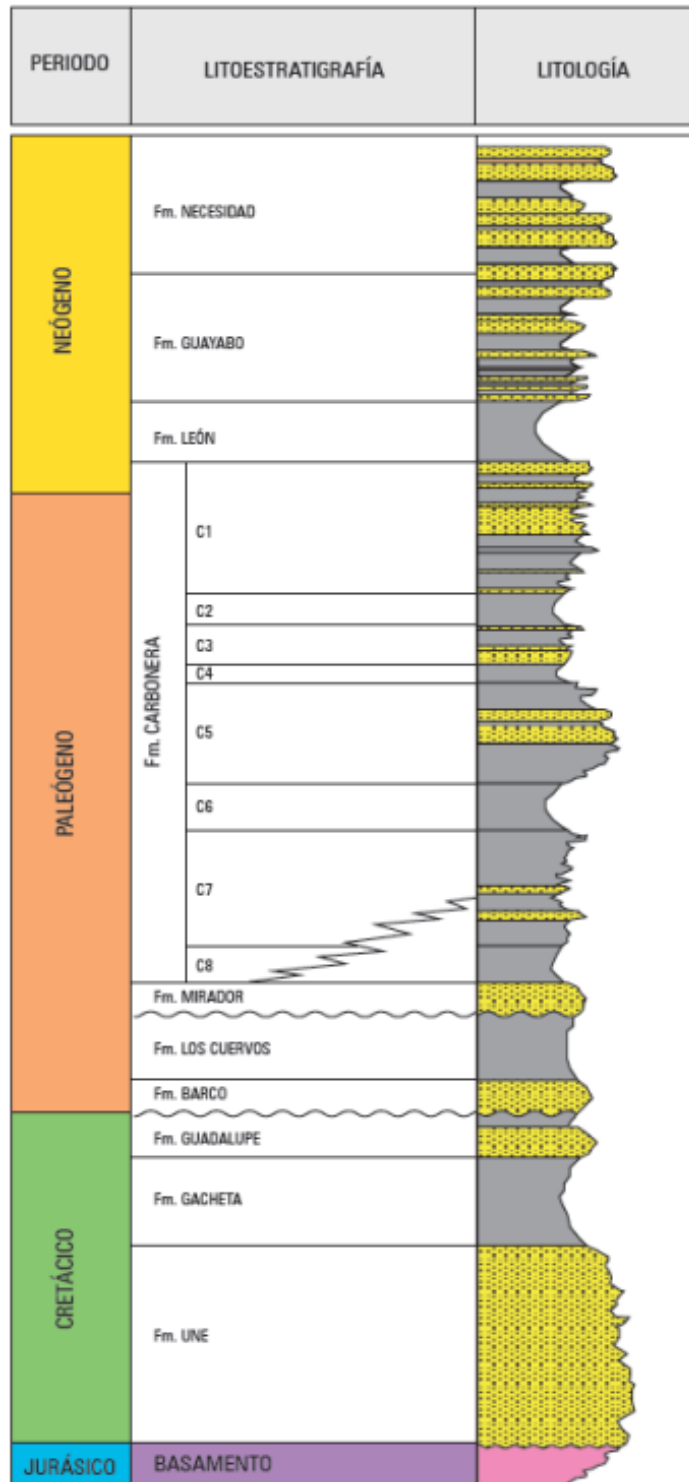




Figura 3.2.1-3 Columna estratigráfica de la cuenca de los Llanos Orientales

Fuente: Tomada y modificada de ANH, 2012

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

3.2.1.3.1 Cretácico

➤ *Formación Une*

Nombre propuesto por Hubach en 1957 para denominar a una secuencia de cuarzo areniscas de grano fino que presenta intercalaciones de lutitas en su parte media. Las areniscas se encuentran en bancos espesos tabulares a sub-tabulares con estratificación inclinada con bajo ángulo, de color gris oscuro a claro¹⁶. Su espesor aumenta hacia el noroeste de la cuenca sedimentaria de los Llanos Orientales y se pincha hacia el oriente y suroriente de la cuenca en donde no se depositó o se erosionó por completo, puede alcanzar 650 pies en el sector del piedemonte Llanero, esto en el pozo Casanare-1 al norte del departamento en cercanías a Hato Corozal¹⁷. Se considera que su edad de formación se dio durante el Albiano al Cenomaniano en un ambiente deltaico con influencia marina¹⁸.

➤ *Formación Gachetá*

La unidad se compone de lutitas de grises oscuras a claras, capas menores de areniscas que contienen de glauconita y ocasionales niveles calcáreos; se acuña o no encuentra presente al oriente y suroriente de la cuenca de los Llanos orientales; el máximo espesor se da hacia el noroccidente con valores superiores a 183 m (600 pies) en el pozo Chigüito-1 en Arauquita, municipio de Arauca. Esta unidad representa la máxima transgresión en dirección oriente y suroriente del mar cretácico sobre el Escudo de Guyana por lo que su registro sedimentológico se halla más al este que el de las formaciones Une y Guadalupe¹⁹.

➤ *Formación Guadalupe*

La formación se compone de areniscas masivas intercaladas con lutitas y algunas capas pequeñas de carbón. Presenta su mayor espesor hacia el piedemonte de la Cordillera Oriental y disminuye en dirección este y sureste hacia el Escudo de Guyana. En la zona de Medina y Cumaral la unidad alcanza alrededor de 183 m (600 pies) de espesor, se formó durante el Campaniano²⁰.

3.2.1.3.2 Paleógeno

➤ *Formación Barco y Los Cuervos*

En el sector del departamento del Casanare la unidad de la Formación Barco está conformada por areniscas masivas con pobre selección con intercalaciones delgadas de carbón. La Formación Los Cuervos se compone de lodolitas de color gris a gris verdoso con intercalaciones delgadas de areniscas. Ambas unidades corresponden a sedimentos depositados en un ambiente continental. El máximo espesor de estas unidades se da hacia el sector occidental de la cuenca en cercanías al piedemonte de la Cordillera Oriental. En el sector del pozo Medina-1, Boyacá, alcanzan un espesor alrededor de 1.710 m²¹.

¹⁶ INGEOMNAS - UIS. 2015., Op., cit. p. 22, 23.



¹⁷ ANH & INGRAIN. 2012., Op., cit. p. 48.

¹⁸ INGEOMNAS - UIS. 2015., Op., cit. p. 22, 23.

¹⁹ Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) & INGRAIN, 2012., Op., cit. p. 48.

²⁰ Ibid.

²¹ Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) & INGRAIN, 2012., Op., cit. p. 49.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

➤ *Formación Mirador*

Está conformada por areniscas masivas heterométricas, generalmente grano-decrecientes desde la base hacia el techo, con clastos de cuarzo, a veces feldespatos, materia orgánica vegetal y glauconita hacia el tope. Su base corresponde a una de las más importantes discordancias de la cuenca sedimentaria y su tope es concordante con la base de la Formación Carbonera. La unidad se acuña hacia el este y sureste de la cuenca de los Llanos Orientales y es más espesa en cercanías al piedemonte de la Cordillera oriental, su espesor máximo corresponde a 290 m (950 pies) en el pozo Floreña-1 ubicado al noroccidente de Yopal²².

➤ *Formación Carbonera*

Comprende una unidad espesa y con amplia extensión en la cuenca sedimentaria, formada por sedimentos depositados en ambientes con ciclos transgresivos y regresivos cortos en medio de un mar epicontinental somero. Se conforma de una alternancia de rocas arcillosas, limos y areniscas que pueden presentar capas de carbón. Operacionalmente, se ha dividido en ocho (8) miembros C1 a C8 de los cuales los números impares son materiales de ciclos regresivos formados por rocas arenosas y los pares representan ciclos transgresivos que depositaron sedimentos finos²³.

3.2.1.3.3 Neógeno

➤ *Formación León*

La Formación León se compone de capas espesas de lodolitas grises. Hacia el sector de Barranca de Upía, Meta, en el pozo Chaparral-1 alcanza más de 762 m (2.500 pies) y hacia Saravena, Arauca presenta 604 m (1.980 pies) de espesor. Esta unidad representa la última transgresión marina en la cuenca sedimentaria²⁴.

➤ *Formación Guayabo*

Unidad compuesta por la alternancia de capas de arcillolitas varicoloreadas de pardo rojizos a grises y de areniscas con mala selección, finas a muy gruesas con niveles de conglomerados y hacia el tope de la unidad niveles carbonosos. La formación en su parte basal se asocia con ambientes marinos y en el tope presenta ambientes continentales. Es una secuencia espesa de sedimentos que marca el último gran pulso de depositación, alcanzando un espesor de 3.962 m (13.000 pies) hacia el sector del piedemonte de la Cordillera Oriental²⁵.

Comúnmente la Formación Guayabo es dividida en dos miembros: Inferior y Superior (El Miembro Superior también es denominado Formación Necesidad). La Formación Guayabo es correlacionable con la Formación Caja, siendo común el primer nombre en la nomenclatura de la industria del petróleo²⁶. En el Área de Influencia, la cartografía oficial del SGC identifica esta



²² Ibid.

²³ Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) & INGRAIN, 2012., Op., cit. p. 50.

²⁴ Ibid.

²⁵ Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) & INGRAIN, 2012., Op., cit. p. 52.

²⁶ INGEOMINAS, 2010., Op Cit. p. 21.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

unidad como Formación Caja (Intervalo arcilloso e intervalo arenoso), no obstante, para efectos del presente estudio, se denominará Formación Guayabo siendo coherentes con la identificación de las unidades en el subsuelo, dada por la operadora en el sitio. De esta manera, la unidad aflorante en el Área de Influencia corresponde con la Formación Guayabo Miembro Superior y se conserva el nombre de intervalo arcilloso e intervalo arenoso asignado por el SGC.

3.2.1.3.4 Cuaternario

Lo componen esencialmente depósitos de origen fluvial, producto de la acumulación de materiales aportados por ríos trezados y antiguos abanicos aluviales, formando terrazas antiguas, recientes y subrecientes, las más antiguas han sido levantadas y plegadas por deformación neotectónica en proximidades de la Cordillera Oriental y actualmente se encuentran diseccionados por los cauces de las corrientes actuales, formando valles extensos sobre los cuales se desarrollan planicies de inundación. Constituidos principalmente de guijos y gravas redondeadas, con areniscas cuarzosas de grano fino a medio, color café claro a blanco en una matriz limo arenosa. Por oxidación toman un color rojizo intenso. Presentan un espesor variable entre 25 a 280 m²⁷.

También se presentan depósitos aluviales asociados y restringidos a los ríos y quebradas principales. Constituidos por arena media a gruesa de color gris, subredondeada a subangular, compuesta principalmente de cuarzo, con fragmentos líticos y micas; con presencia de guijarros y lodos. Su espesor es estima en pocos metros, asociado a procesos de desborde y depositación de los cauces²⁸.

3.2.1.4 Geología Local

En el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia afloran rocas neógenas y depósitos cuaternarios. Las unidades neógenas corresponden a la Formación Guayabo Miembro Superior, compuesta principalmente por rocas sedimentarias de origen continental con un rango de tamaño de grano que varía desde arcillas hasta arenas finas en una matriz lodosa, ubicadas en el sector central y oriental del Bloque. Debido a variaciones laterales en la litología, en el área de estudio la Formación Guayabo Miembro Superior se ha subdividido en dos (2): Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arenoso (N2-Sc-ar) y Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso (N2-Sc-arc).

Los Depósitos Cuaternarios se distribuyen principalmente en la zona noroccidental del Bloque CPO-5, suprayaciendo la Formación Guayabo Miembro Superior. Se definen tres (3) tipos de depósitos: Depósitos Aluviales Recientes (Q2-alar), Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-lli) y Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-lla). En la **Tabla 3.2.1-1** se presentan las unidades aflorantes y su extensión en hectáreas y porcentaje, la distribución se muestra con detalle en el **Anexo 10_Cartográfico/Mapa 10.7 Geología**.

²⁷ Instituto Colombiano de geología y minería (INGEOMINAS), 2010. Integración de la Cartografía de los Llanos Orientales Departamentales del Meta y Sector Suroriental del Departamento de Casanare Planchas 248, 249, 250, 251, 252, 267, 268, 269, 270, 271. p. 22.

²⁸ Ibid. p. 39.

Tabla 3.2.1-1 Unidades geológicas del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Eón	Era	Periodo	Época	Unidad	Símbolo	Área de Influencia		Bloque CPO-5	
						Ha	%	Ha	%
FANEROZOICO	CENOZOICO - CZ	CUATERNARIO - Q	Holoceno-Q2	Depósitos Aluviales Recientes Clastos subangulosos a subredondeados, predominantemente de tamaño arena, compuestos de cuarzo, micas y fragmentos líticos, embebidos en una matriz limo-arcillosa. Incluyen los depósitos del lecho de canal y barras de arena.	Q2-alr	44.081,02	19,3	27.596,94	19,75
				Depósitos de Llanura de Inundación Clastos subredondeados a subangulares de cuarzo, micas y fragmentos líticos, tamaño guijo, arena media a fina, limo y arcilla. Depositados durante periodos de altas precipitaciones, cuando los ríos se saturan y se rompen sus cauces inundando las zonas laterales adyacentes a los mismos.	Q2-lli	31.149,56	13,63	16.263,52	11,64
				Depósitos de Llanura Aluvial Clastos heterométricos que varían desde areniscas hasta gravas embebidos en una matriz arenosa a limosa. Formados por sucesivos eventos de desborde de cauces antiguos que corren desde la cordillera y al cambio de pendiente en la llanura depositan grandes cantidades de material clástico.	Q2-lla	53.723,40	23,52	22.877,54	16,37
		NEÓGENO - N	PLIOCENO - N2	Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arenoso Areniscas cuarzosas poco consolidadas de color pardo rojizo, regularmente seleccionadas, subangulosas, compuestas de granos tamaño arena media a fina de cuarzo, fragmentos líticos y minerales oxidados. Esporádicamente se presentan niveles conglomeráticos.	N2-Sc-ar	65.356,70	28,61	60.450,73	43,26
				Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso Lodolitas y arcillolitas arenosas poco consolidadas color crema a abigarradas, con tonalidades rojizas por oxidación de minerales.	N2-Sc-arc	34.144,62	14,95	12.560,54	8,99
TOTAL						228.455,31	100	139.749,26	100

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En el área de evaluación, se desarrolla una topografía caracterizada por planicies de baja pendiente con una inclinación uniforme hacia el suroriente, principalmente al margen occidental del río Meta. Por otro lado, en el margen oriental, se presenta un relieve colinado y alomado de bajas pendientes. Estas condiciones topográficas dificultan la exposición de afloramientos rocosos que permitan la observación de la litología; solo en ciertos lugares, como los valles de algunos drenajes incisos y cárcavas, es posible encontrar la roca expuesta.

La nomenclatura de las unidades litoestratigráficas aflorantes, se asignó de acuerdo con lo establecido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales²⁹, la cual recomienda usar la Carta Estratigráfica Global (2000) de la ICS (Internacional Comisión of Stratigraphy). Este tipo de codificación se utiliza oficialmente en el Mapa Geológico de Colombia en escala 1:1.000.000 producido por el Servicio Geológico Colombiano - SGC.

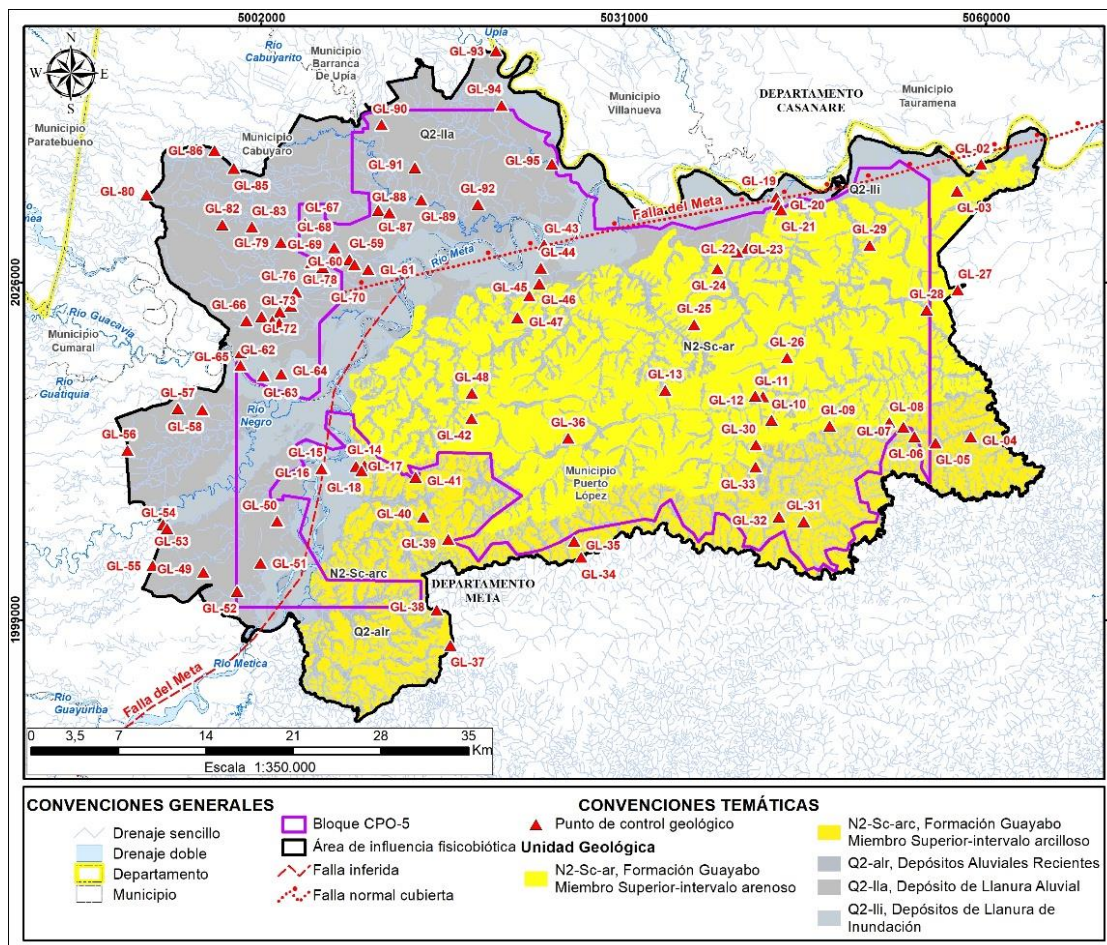


Figura 3.2.1-4 Mapa geológico del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

²⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Viceministerio de Ambiente. Dirección de Licencias, permisos y trámites ambientales. República de Colombia. 2010.

La distribución de las unidades geológicas en el Área de Influencia se presenta en la **Figura 3.2.1-4** junto con los puntos de control geológico cuyas coordenadas se muestran en la **Tabla 3.2.1-2**.

Tabla 3.2.1-2 Coordenadas de los puntos de control geológico

ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional	
	Este	Norte		Este	Norte
GL-01	5059567,42	2035468,53	GL-49	4997373,41	2002809,50
GL-02	5059595,18	2035425,56	GL-50	5003263,12	2006892,51
GL-03	5057677,24	2033308,44	GL-51	5001927,32	2003552,65
GL-04	5058761,44	2013660,69	GL-52	5000059,92	2001284,13
GL-05	5055965,07	2013147,94	GL-53	4994132,42	2006636,27
GL-06	5054257,26	2013642,45	GL-54	4994459,20	2006299,17
GL-07	5053372,87	2014411,95	GL-55	4993314,37	2003328,09
GL-08	5052257,19	2014769,40	GL-56	4991285,65	2012564,18
GL-09	5047473,43	2014508,03	GL-57	4995312,61	2015896,64
GL-10	5042839,87	2014983,87	GL-58	4997285,92	2015791,47
GL-11	5042154,56	2016840,51	GL-59	5009043,94	2027820,71
GL-12	5041527,59	2016909,05	GL-60	5009449,76	2027401,76
GL-13	5034328,14	2017360,84	GL-61	5010560,18	2027009,76
GL-14	5010245,66	2011337,78	GL-62	5000325,60	2019330,92
GL-15	5006927,90	2011126,75	GL-63	5002168,18	2018514,64
GL-16	5006816,51	2011084,09	GL-64	5003581,75	2018653,68
GL-17	5009574,54	2011293,06	GL-65	5000350,89	2020376,73
GL-18	5010024,69	2010941,86	GL-66	5000801,71	2022915,17
GL-19	5043213,17	2032800,72	GL-67	5005472,70	2030721,59
GL-20	5043363,00	2032194,74	GL-68	5006251,38	2029125,70
GL-21	5043599,80	2031804,37	GL-69	5007824,11	2028763,75
GL-22	5040882,33	2028700,34	GL-70	5007567,44	2026125,40
GL-23	5040063,38	2028401,51	GL-71	5004349,94	2024126,82
GL-24	5038498,34	2027079,17	GL-72	5003469,61	2023649,12
GL-25	5036642,51	2022608,56	GL-73	5002012,64	2023252,74
GL-26	5044070,64	2019956,61	GL-74	5002873,05	2022912,01
GL-27	5057745,49	2025376,71	GL-75	5003435,37	2022722,53
GL-28	5055255,38	2023777,75	GL-76	5004771,42	2025210,43
GL-29	5050680,79	2028956,19	GL-77	5006915,87	2027194,35
GL-30	5041568,71	2012996,69	GL-78	5006003,24	2027558,79
GL-31	5045400,86	2006866,81	GL-79	5003559,57	2029192,17
GL-32	5043421,22	2007264,71	GL-80	4992826,50	2033006,07
GL-33	5041557,34	2011213,87	GL-81	4995671,41	2031814,18
GL-34	5027606,37	2004007,65	GL-82	4998885,23	2030619,22
GL-35	5027023,57	2005286,31	GL-83	5001253,43	2030416,03
GL-36	5026560,21	2013529,13	GL-84	5002025,80	2034600,93

ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional	
	Este	Norte		Este	Norte
GL-37	5017141,56	1996977,02	GL-85	4999798,35	2035100,66
GL-38	5016023,55	1999775,34	GL-86	4998266,29	2036543,70
GL-39	5016946,23	2005433,68	GL-87	5011351,68	2031776,49
GL-40	5014954,29	2007228,37	GL-88	5012240,09	2031539,61
GL-41	5014338,66	2010433,75	GL-89	5014777,24	2032594,99
GL-42	5018832,53	2015117,68	GL-90	5011621,17	2038604,62
GL-43	5024623,82	2029018,63	GL-91	5014283,54	2035155,46
GL-44	5024368,00	2027135,32	GL-92	5019321,40	2032229,95
GL-45	5024243,78	2025893,79	GL-93	5020773,32	2044495,21
GL-46	5023452,67	2024924,11	GL-94	5021219,82	2040156,49
GL-47	5022484,60	2023154,76	GL-95	5025252,62	2035470,39
GL-48	5018840,87	2017119,24			

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

A continuación, se describen las unidades geológicas aflorantes en el área de estudio con base en la información adquirida en el trabajo de campo.

3.2.1.4.1 Formación Guayabo Miembro Superior (N2-Sc)

La Formación Guayabo Miembro Superior aflora en la zona oriental del Área de Influencia; a través de sensores remotos y control de campo se diferenciaron dos sectores denominados como: Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar) y Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arcilloso (N2-Sc-arc), no obstante, esta diferenciación cartográfica obedece a cambios texturales del terreno como consecuencia de variaciones laterales en la litología, ya que las capas de esta unidad en general son continuas y se encuentran dispuestas de forma subhorizontal.

➤ *Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso (N2-Sc-arc)*

Se distribuye principalmente al suroriente abarcando el 14,95% del Área de Influencia y el 8,99% del Bloque CPO-5, generando geformas de lomeríos disectados por drenajes dendríticos. Está compuesta por arcillolitas arenosas color crema a rojizo debido a la oxidación, son poco consolidadas, con buena selección y comportamiento plástico. Adicionalmente, presenta alta meteorización y procesos de laterización, dando lugar a la formación de costras ferruginosas color púrpura a negro que pueden alcanzar hasta 20 cm de espesor (**Fotografía 3.2.1-1** y **Fotografía 3.2.1-2**).

Se registró una columna litológica de 1,70 m para esta unidad (**Figura 3.2.1-5**); en la base se hallan lodolitas y arcillolitas arenosas con tonalidades varicoloreadas y al tope un nivel de aproximadamente 20 cm, compuesto por la aglutinación de costras de hierro, clastos de cuarzo y óxidos de hierro.



Fotografía 3.2.1-1 Corte de carretera en Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso en la vereda Yurimena, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5027023,57; N: 2005286,31
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-2 Costras ferruginosas generadas a partir de la laterización en la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5027023,57; N: 2005286,31
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

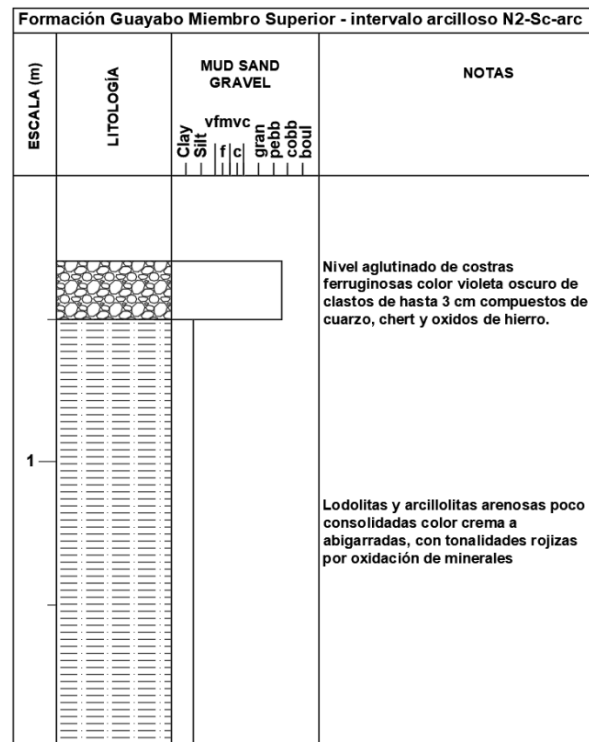


Figura 3.2.1-5 Columna litológica de la Formación Guayabo Miembro Superior - intervalo arcilloso (N2-Sc-arc)

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

➤ *Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar)*

La Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso cubre una amplia extensión en la zona central abarcando el 28,61% del Área de Influencia y el 43,26% del Bloque CPO-5, se caracteriza por conformar un relieve de montículos amplios. Localmente está afectada por meteorización, dando lugar a depósitos de arenas rojizas de pocos metros de espesor.

Está compuesta principalmente por areniscas limosas y areniscas de grano medio a fino, con colores grisáceos a pardos y/o rojizos por oxidación, adicionalmente, se presentan esporádicos niveles conglomeráticos. Los granos se componen principalmente de fragmentos de cuarzo, minerales oxidados y fragmentos líticos, con forma subangular a subredondeados, embebidos en una matriz limosa. Presenta selección moderada, con baja consolidación y grado de meteorización moderado a alto (**Fotografía 3.2.1-3** y **Fotografía 3.2.1-4**).

Se registró una columna litológica de aproximadamente 3 m, evidenciando una secuencia homogénea de areniscas cuarzosas de tamaño fino (**Figura 3.2.1-6**).



Fotografía 3.2.1-3 Excavación en superficie de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso en la vereda Unión de San Juan, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5057745,49; N: 2025376,71
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-4 Arenas medias friables de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso en la vereda Unión de San Juan, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5057745,49; N: 2025376,71
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

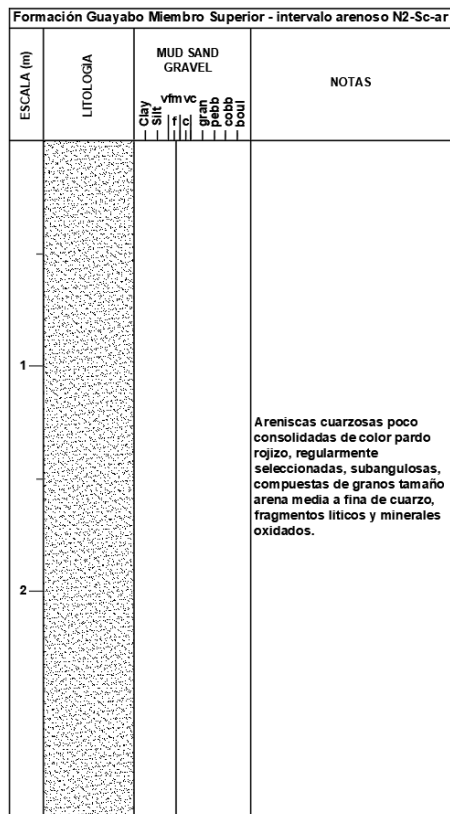


Figura 3.2.1-6 Columna litológica de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar)

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.4.2 Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-Ila)

Corresponden a sedimentos no consolidados de materiales heterogéneos provenientes de la meteorización de rocas y depósitos de la cordillera, piedemonte y llanura, depositados a lo largo de los años por los fenómenos de desborde de los ríos y quebradas inundando las áreas adyacentes y que posteriormente quedaron colgadas en una altura relativa superior por la incisión y evolución de los ríos y caños principales. Presenta morfologías de planicies extensas limitadas por planicies de inundación más recientes, abarcando el costado occidental del área de evaluación, ocupa el 23,52% del Área de Influencia y el 16,37% del Bloque CPO-5.

Litológicamente está compuesta de clastos subangulares a subredondeados de cuarzo, micas y fragmentos líticos, heterométricos que varían desde areniscas a gravas, embebidos en una matriz arenosa a limosa (**Figura 3.2.1-7**). Presenta selección moderada y disposición masiva (**Fotografía 3.2.1-5** y **Fotografía 3.2.1-6**).

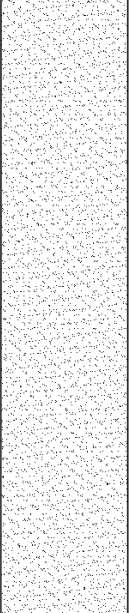
Depósitos de llanura aluvial (Q2-IIa)								
ESCALA (m)	LITOLOGÍA	MUD SAND GRAVEL						NOTAS
		Clay	Silt	vf	vc	gran	cobb	
1								<p>Suelo limoarenoso color amarillo ocre a pardo naranja</p> <p>Depósitos de llanura aluvial color pardo naranja, con granos tamaño arena media a fina, limo y arcilla: presenta niveles conglomeráticos. Compuesta de cuarzo y fragmentos líticos.</p>

Figura 3.2.1-7 Columna litológica de los Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-IIa)

Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-5 Afloramiento en Depósitos de Llanura Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5007567,44; N: 2026125,40
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-6 Afloramiento en Depósitos de Llanura Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5007567,44; N: 2026125,40
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Mediante prospección geofísica en modalidad de SEV realizado como parte de la caracterización hidrogeológica se interpretó un espesor promedio de 93 m para esta unidad. El pozo de observación Indico 3 ubicado en la plataforma Indico 3 en las coordenadas Planas Magna sirgas Origen Nacional E: 5004512,24 N: 2026643,28, tiene profundidad de 130 m y la columna litológica reportada³⁰ muestra para el depósito en los primeros 68 m presencia de arenas finas a gruesas con intercalaciones de gravas de gránulos y guijarros, y algunas capas de arcillas y limos, a partir de esta profundidad se reportan intercalaciones de arcillolitas, areniscas y conglomerados los cuales corresponden a la Formación Guayabo Miembro Superior (ver **Figura 3.2.1-8**).

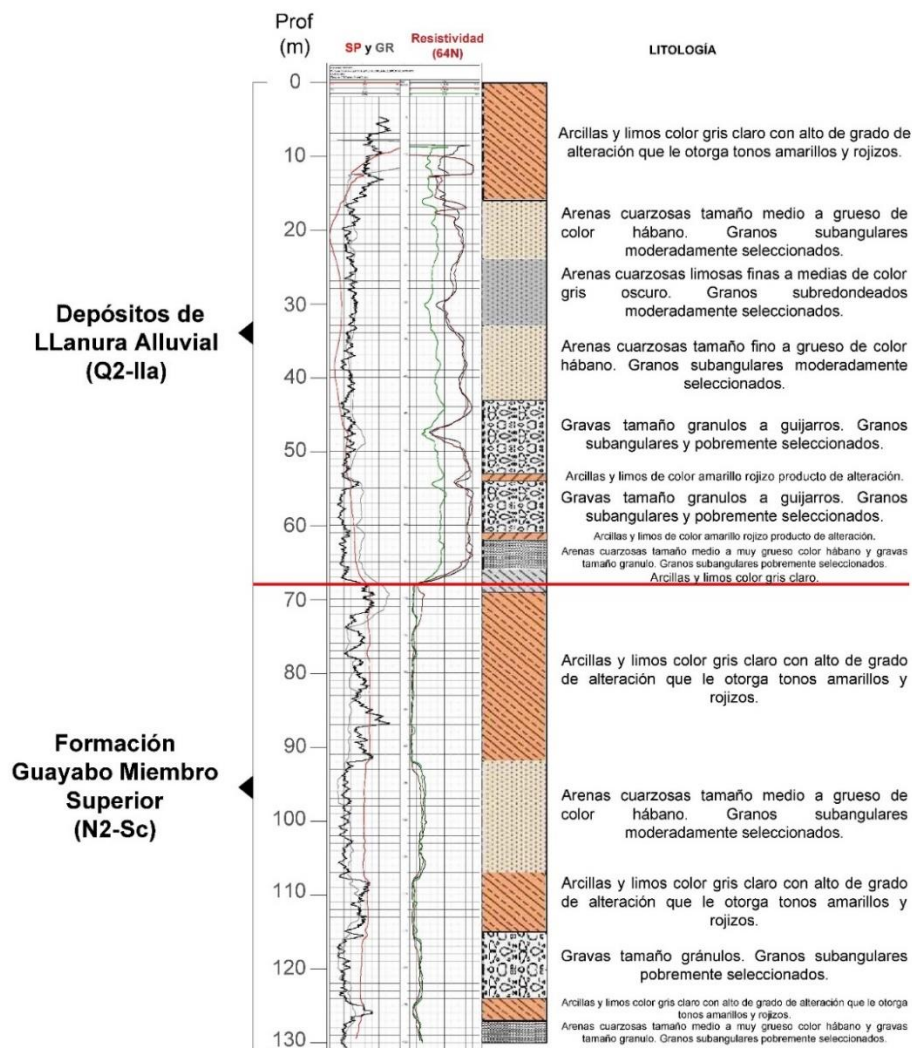


Figura 3.2.1-8 Columna litológica y registros físicos de los Depósitos de Llanura de Aluvial (Q2-IIa) y Formación Guayabo Miembro Superior (N2-Sc) en el pozo de observación Indico 3

Fuente: Tomado y modificado de P&S – ONGC VIDESH, 2025

³⁰ P&S – ONGC VIDESH. Informe técnico perforación de pozo de agua y piezómetro Indico 3. 2024.

3.2.1.4.3 Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-IIi)

Corresponden a sedimentos no consolidados de materiales heterogéneos formados durante prolongados regímenes pluviométricos, que permiten la saturación de los ríos y la ruptura de sus cauces inundando las zonas laterales adyacentes a los mismos. Presentan topografías generalmente planas que se extienden paralelas a lado y lado del cauce a una distancia proporcional al caudal y extensión del drenaje. Así, los drenajes más desarrollados como los ríos Humea y Meta presentan valles amplios y kilométricos, con materiales que varían desde granulometrías gruesas a finas, debido a su capacidad de arrastrar material antes de perder su energía y depositarse.

Estos depósitos afloran en la parte centro-occidental y norte del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia ocupando el 11,64% y 13,63% respectivamente, asociados a la dinámica de los ríos Meta, Humea, Metica, Negro y Upía. Litológicamente están compuestos por clastos subredondeados a subangulares de cuarzo, micas y fragmentos líticos, tamaño guijo, arena media a fina, limo y arcilla con colores de marrón claro a gris (**Figura 3.2.1-9**). (**Fotografía 3.2.1-7** y **Fotografía 3.2.1-8**). Mediante prospección geofísica en modalidad de SEV realizado como parte de la caracterización hidrogeológica se interpretó que esta unidad puede alcanzar alrededor de 11 m de espesor aproximadamente.

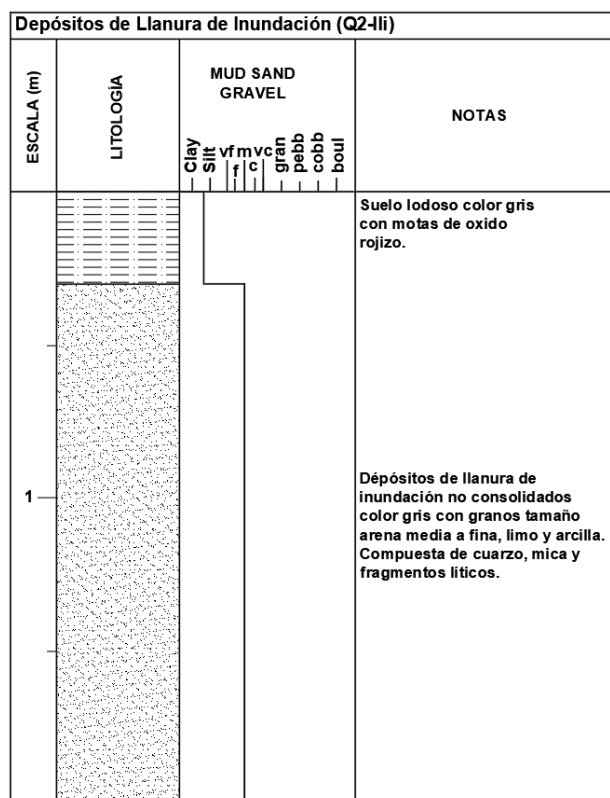


Figura 3.2.1-9 Columna litológica observada en Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-al1)

Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-7 Escarpe de 1 m en Depósitos de Llanura de Inundación en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5000325,60; N: 2019330,92
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-8 Arenas finas en matriz limosa en Depósitos de Llanura de Inundación en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5000325,60; N: 2019330,92
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.4.4 Depósitos Aluviales Recientes (Q2-alr)

Corresponden a sedimentos no consolidados, depositados en los valles intercolinados y las planicies, asociados a los drenajes que discurren por el área de evaluación. Incluyen los depósitos del lecho de canal y barras de arena. Estos materiales han sido transportados desde aguas arriba, y por pérdida de energía de la corriente, el material que se encuentra en suspensión es depositado en las zonas de sedimentación activa de las corrientes.

Teniendo en cuenta la morfología de baja pendiente en el área de estudio, estos depósitos están en su mayoría constituidos por materiales finos. En los drenajes más desarrollados como los ríos Meta, Metica, Humea, Negro, Cabuyarito y Upía, se componen por clastos subangulosos a subredondeados, predominantemente de tamaño arena, compuestos de cuarzo, micas y fragmentos líticos, embebidos en una matriz limo-arcillosa, de colores grisáceos a marrones. Presentan una selección buena a moderada, dispuestos de firma subhorizontal, alcanzando un espesor de 1 m (**Fotografía 3.2.1-9** y **Fotografía 3.2.1-10**).



Fotografía 3.2.1-9 Vista panorámica de Depósitos aluviales recientes en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:

E: 5000325,60; N: 2019330,92

Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-10 Arenas finas a medias en matriz limosa en depósitos aluviales recientes, vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:

E: 5000325,60; N: 2019330,92

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.5 Geología Estructural

3.2.1.5.1 Geología estructural regional

El Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se localiza en la cuenca de antepaís de los Llanos Orientales, que se caracteriza por conformar un monoclinial con una inclinación suave hacia el oeste, variando entre 1° y 5° de este a oeste. La porción occidental de esta cuenca experimenta intensos procesos de fallamiento y plegamiento, los cuales gradualmente disminuyen en intensidad hacia el oriente donde las fallas son de tipo normal, de alto ángulo a verticales, presentando saltos moderados a bajos (ver **Figura 3.2.1-10**). La dirección predominante de estas fallas NE – SW e involucran rocas que abarcan desde el basamento hasta el Paleógeno. Adicionalmente, a partir de interpretaciones sísmicas en esta cuenca se han identificado fallas normales con direcciones predominantes N30°E y N50°W³¹.

³¹ Ibid. GOVEA & AGUILERA. p. 102

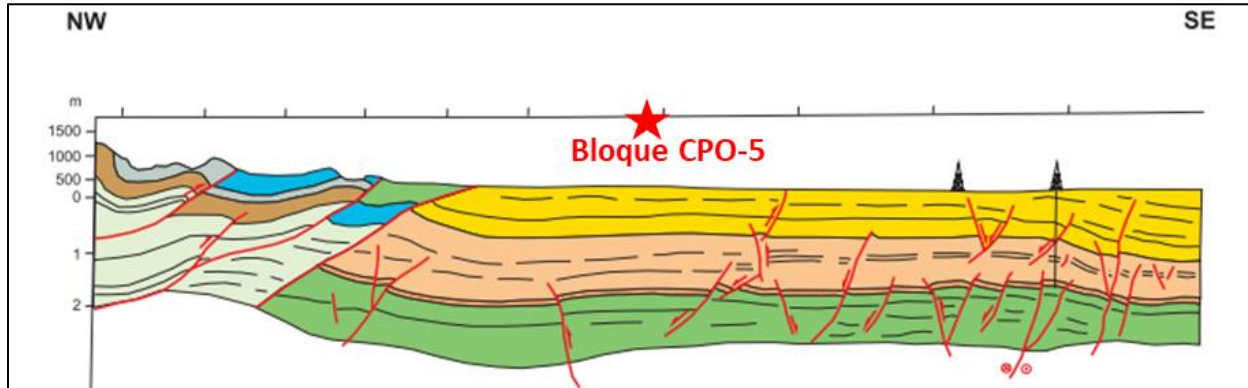


Figura 3.2.1-10 Perfil esquemático de la configuración de la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales

Fuente: Modificado de la ANH, 2007³²

3.2.1.5.2 Geología estructural local

Particularmente, en el área de influencia no se observan estructuras geológicas, con excepción de un lineamiento geomorfológico denominado falla inferida de Meta, las evidencias de su presencia se basan en la diferencia de altura notable en el sector oriental del río Meta, que corresponde a una altillanura donde afloran rocas cenozoicas y el cambio drástico en la geomorfología hacia el occidente que corresponde a una planicie con depósitos del Cuaternario³³.

Su trazo está asociado al cauce del del río Meta, donde se asume el desplazamiento relativo de los bloques. Se trata de una falla normal de alto ángulo y su bloque colgante al occidente que afecta sedimentos de edad Plioceno – Pleistoceno, con un desplazamiento relativo de 70 m. Este movimiento es posterior a los procesos tectónicos y erosivos regionales, probablemente desarrollado en la última fase de la tectónica Andina, lo que explica la diferencia geológica y geomorfológica entre el sector oriental y occidental del río en cercanías del municipio de Puerto López³⁴. El entorno estructural del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se presenta en la **Figura 3.2.1-11**.

Durante el control geológico realizado en la zona, no se evidenciaron rasgos estructurales tales como pliegues o fallas, ni tampoco indicios de actividad tectónica reciente. Por otro lado, dada la disposición subhorizontal de la Formación Guayabo Miembro Superior y los escasos afloramientos como consecuencia del relieve en general plano a ondulado, no fue posible medir datos estructurales de rumbo y buzamiento en la misma.

³² ANH (2007). Óp. cit., p. 44.

³³ INGEOMINAS. Cartografía geológica de la Zona centro y Sur del Departamento del Meta. Planchas 286, 287, 288, 289, 290, 307, 308. Escala 1:100.000. Proyecto exploración de aguas subterráneas. Bogotá D.C., 2010. p. 70

³⁴ Ibid. INGEOMINAS, 2010. p. 47

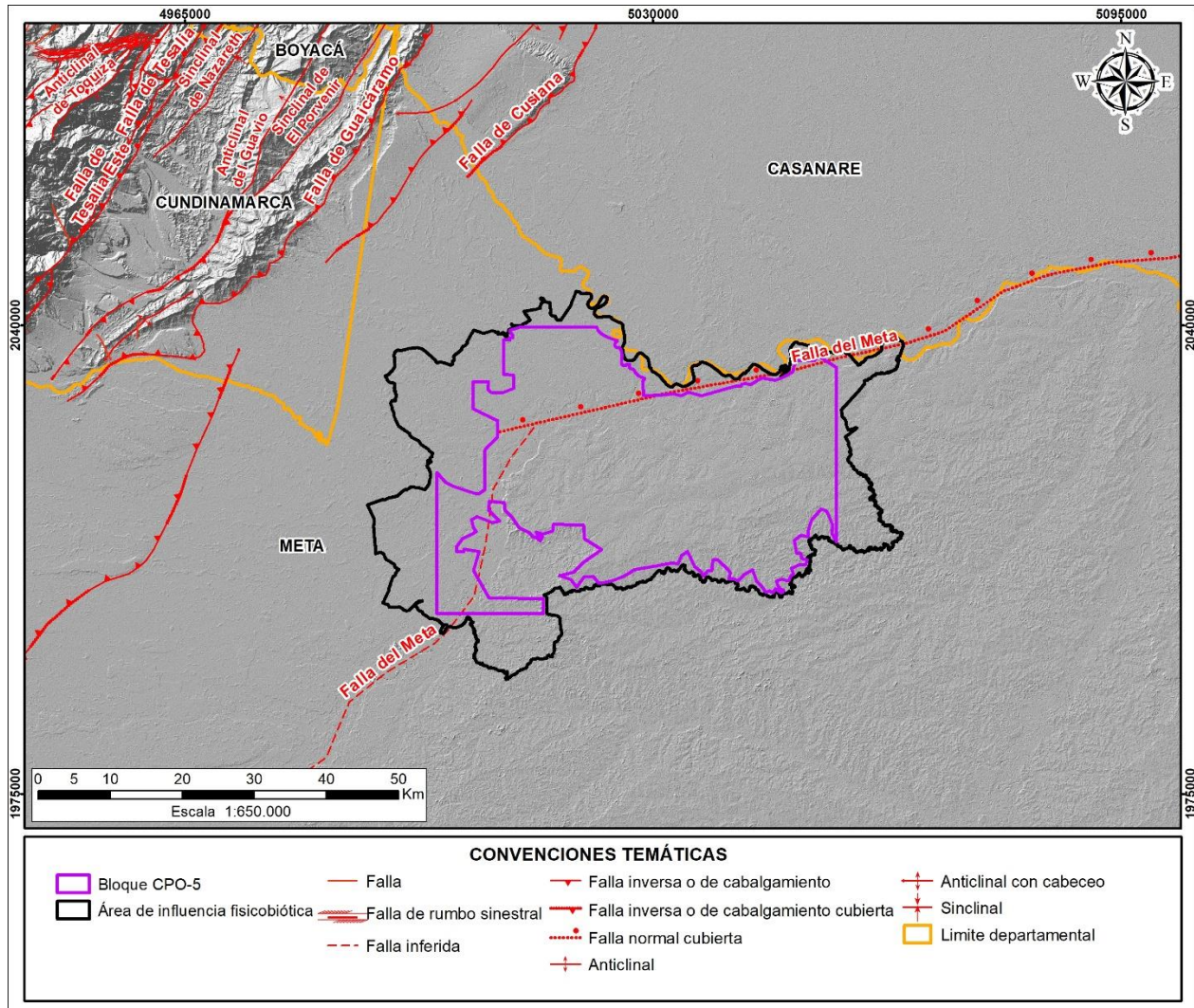


Figura 3.2.1-11 Entorno estructural del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 3.2.1-12** se presenta una sección sísmica que atraviesa el Bloque CPO-5 en dirección NW-SE, con amarre de los pozos Kamal-1, Halcon-1X, Perico-1X, Cante Flamenco-1X, Urraca-1X y Apterix-1X, se observa que en el Bloque CPO5 las unidades litoestratigráficas se encuentran conformado un monoclinas con una inclinación suave hacia el oeste; también se muestra el adelgazamiento de la secuencia sedimentaria siguiendo la estructura monoclinas de la cuenca en sentido oeste - este.

Las fallas presentes son de tipo normal y de alto ángulo, hacia el oeste del Bloque CPO-5 solo llegan hasta la parte basal de la Formación Carbonera y hacia el este se hacen más someras alcanzando hasta la Formación León, sin extenderse hasta la superficie ni cerca de ella. Estas fallas conforman las trampas de hidrocarburos esperadas en el Proyecto de Desarrollo Bloque

CPO-5 donde se generan estructuras que entrapan el aceite, gas y agua comportándose por tanto como zonas de baja permeabilidad.

Si bien en superficie la cartografía oficial del SGC identifica el trazo de la falla inferida Meta mediante la interpretación de un lineamiento geomorfológico, como se describió anteriormente, dicha estructura no se identifica en la sección sísmica.

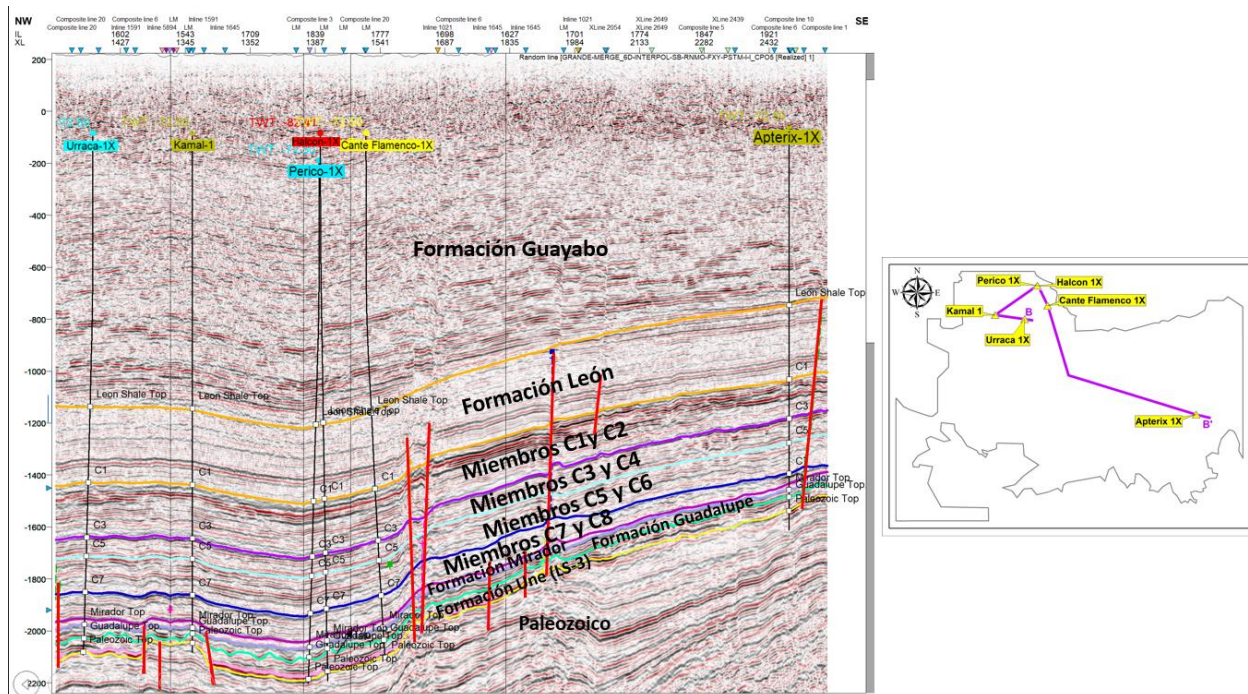


Figura 3.2.1-12 Línea sísmica Noroeste – sureste amarrado a pozos exploratorios del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.6 Corte geológico

En la **Figura 3.2.1-13** se muestra la ubicación del perfil geológico A-A', que atraviesa el Área de Influencia en sentido noroccidente – suroriente. Hacia el sector oriental aflora la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalos arenosos (N2-Sc-ar) y arcilloso (N2-Sc-arc), la cual se extiende al occidente donde infrayace los Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-Ila), que corresponden a los más representativos dada su extensión y espesor. Localmente en el sector centro-occidental se observan los Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-Ili) asociados al río Meta y con muy poco espesor se hallan Depósitos Aluviales Recientes (Q2-ai), relacionados con los drenajes menores que discurren por toda el Área de Influencia (ver **Figura 3.2.1-14**).

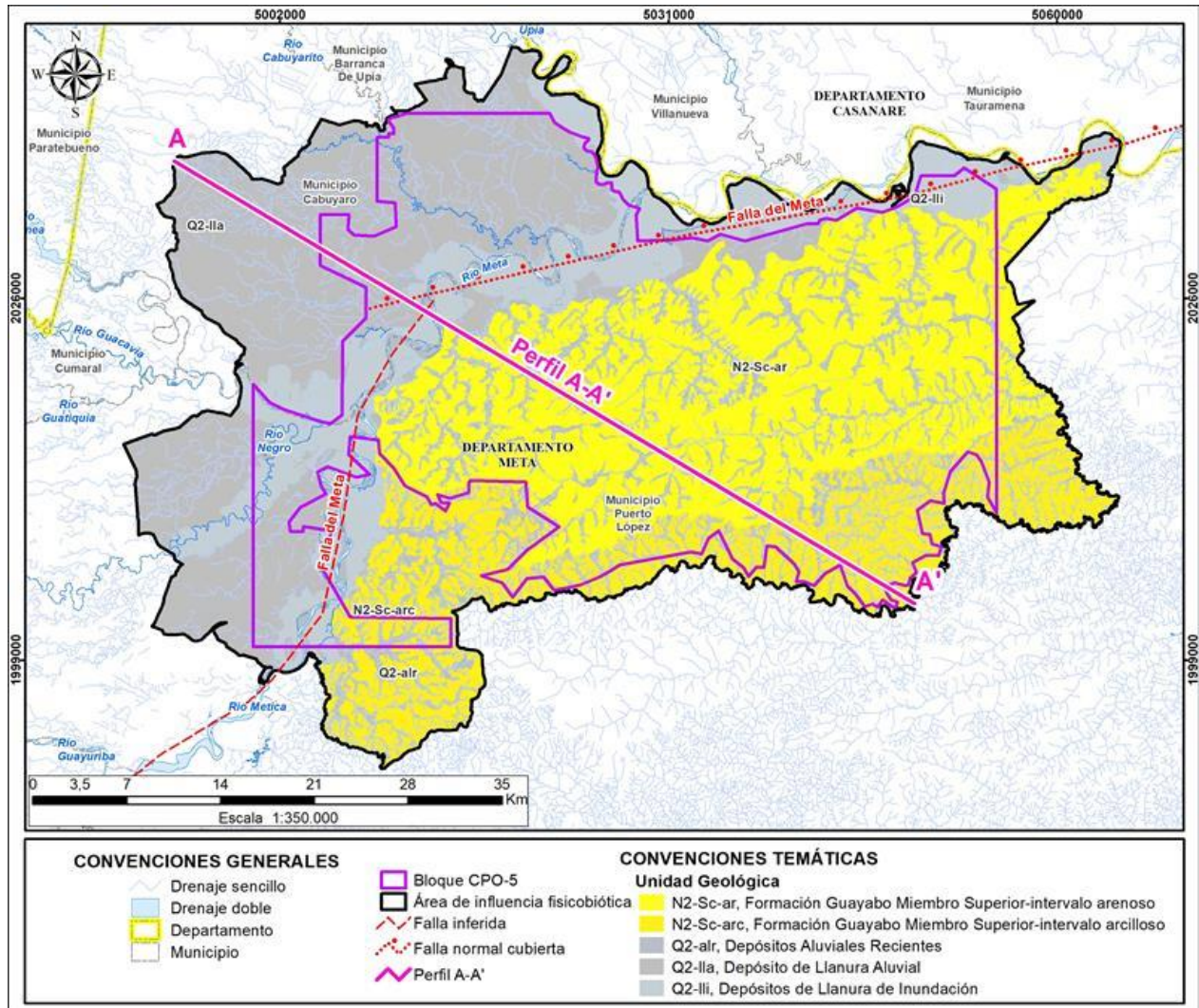


Figura 3.2.1-13 Localización del perfil geológico A-A'

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

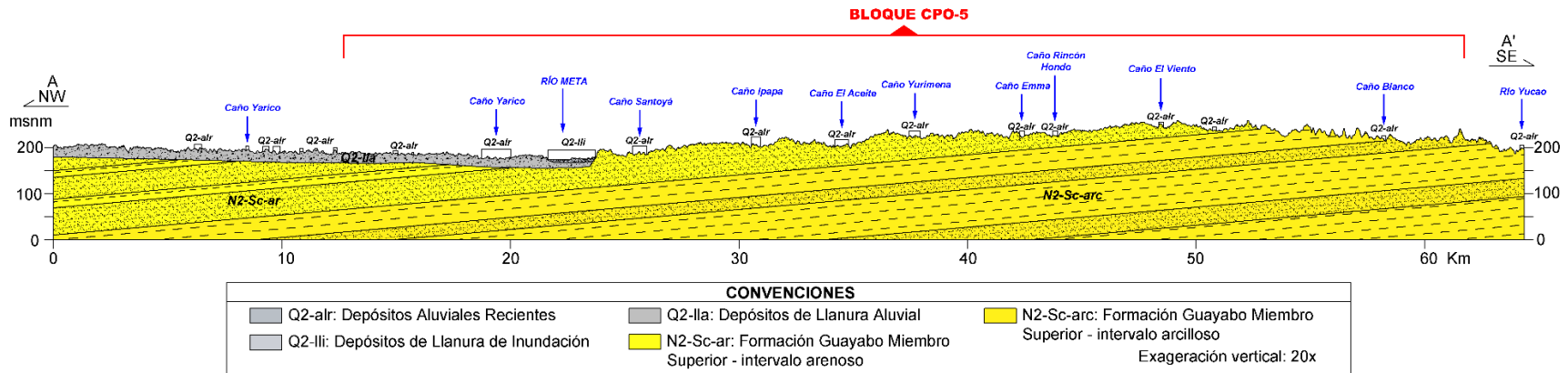


Figura 3.2.1-14 Corte geológico A-A'

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7 Unidades geológicas superficiales (UGS)

Se denomina Unidad Geológica Superficial – UGS o Formación Superficial al conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno, hasta profundidades del orden de decenas de metros, éstas incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados³⁵.

Las UGS se consideran como formaciones correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre, por lo tanto, son unidades cartografiables³⁶. La clasificación de rocas y suelos en las UGS se basa tanto en las propiedades físicas de dichos materiales como en su estado actual. La intervención de factores como origen, diagénesis, historia tectónica y procesos de meteorización gobiernan el comportamiento mecánico de los materiales³⁷.

La caracterización y descripción de las unidades geológicas superficiales en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia, se realizó teniendo en cuenta la información geológica básica como son cartografía geológica y litología (composición y textura), las condiciones de meteorización, la resistencia de los materiales y grado de fracturamiento de las unidades presentes en el sitio. Así mismo se tuvo en cuenta la pendiente y las geoformas del terreno.

Las UGS identificadas corresponden a suelos transportados de origen aluvial y suelos residuales de origen sedimentario, su distribución y área se muestran en la **Figura 3.2.1-15** y en la **Tabla 3.2.1-3**. A continuación, se presenta la descripción de estas unidades basada en las observaciones del trabajo de campo.

Tabla 3.2.1-3 Unidades geológicas de superficie (UGS) en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Tipo de material	Unidad	Origen	Símbolo	Descripción	Área de Influencia		Bloque CPO-5	
					Ha	%	Ha	%
SUELOS (S)	Transportados (Str)	Aluvial	Strca	Suelo transportado de Cauce Aluvial	4.405,38	1,93	3.048,12	2,18
			Stalr	Suelo transportado Aluvial Reciente	39.032,98	17,09	24.179,46	17,30
			Strlli	Suelo transportado de Llanura de Inundación	30.856,10	13,51	16.132,58	11,54
			Strta	Suelo transportado de Terraza Aluvial	52.417,56	22,94	22.453,10	16,07
		Lacustre	Strlg	Suelo transportado Lacustre	918,18	0,40	525,65	0,38
		Antrópico	Stran	Suelo transportado antrópico	2.988,99	1,31	1.838,83	1,32

³⁵ SGC. Unidades geológicas superficiales y subunidades geomorfológicas en un área de la jurisdicción de CARDIQUE a escala 1:25.000. Informe Técnico. Cartagena, 2015. p.52.

³⁶ SGC, Zonificación geomecánica y amenaza por movimientos en masa en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Escala 1:25.000. Bogotá, 2013. p 77.

³⁷ SGC, 2015. Op. cit., p. 52.

Tipo de material	Unidad	Origen	Símbolo	Descripción	Área de Influencia		Bloque CPO-5	
					Ha	%	Ha	%
SUELOS (S)	Residual (Sr)	De rocas sedimentarias (Srs)	Srarcfc	Suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior	33.896,08	14,84	12.439,79	8,90
			Srarcfc	Suelo residual arenoso de la Formación Guayabo Miembro Superior	63.940,05	27,99	59.131,74	42,31
Total					228.455,31	100	139.749,26	100

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

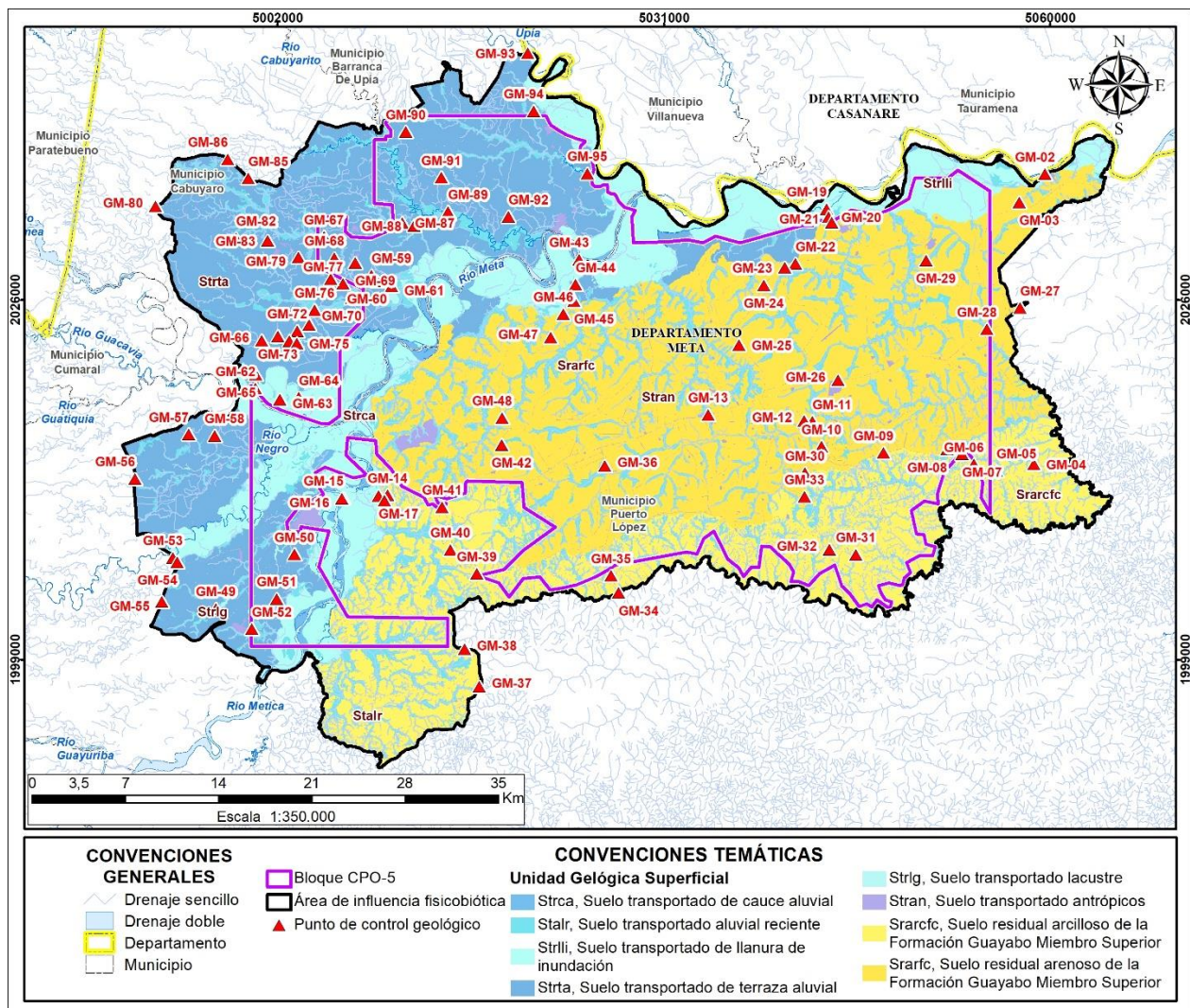


Figura 3.2.1-15 Distribución de las unidades geológicas de superficie (UGS) en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7.1 Suelo residual arenoso de la Formación Guayabo Miembro Superior (Srarfc)

El suelo residual se entiende como el material proveniente de la roca meteorizada, se encuentra in-situ y gran parte de las características físicas de la roca parental ya no aparecen. El comportamiento de los suelos residuales va a depender en gran parte de las propiedades de la roca origen, como su litología y el grado de descomposición, así como de las condiciones locales, tales como la topografía, el clima, la vegetación y la intervención antrópica.

Esta UGS se forma por la degradación de las areniscas friables poco consolidadas de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso, ubicándose en el sector oriental del área de influencia del Bloque CPO-5 y conformando una morfología suave caracterizada por la presencia de montículos con laderas onduladas a planicies, y predominancia de pendientes ligeramente inclinadas. Se compone por suelos de matriz areno-arcillosa de tonalidades rojizas a pardas, de textura matriz soportado, con un porcentaje de matriz que varía desde 60% a 80%, los clastos corresponden a arenas tamaño medio de forma subangular a subredondeada.

En general, esta unidad presenta un grado de meteorización moderado a alto. En el área de influencia presenta espesores de hasta 4 m, con un desarrollo muy pobre de horizontes vegetales superficiales, que puede llegar a tener 20 cm de espesor (**Fotografía 3.2.1-11** y **Fotografía 3.2.1-12**).

Respecto al comportamiento mecánico, el suelo residual presenta una resistencia media al corte, tiende a ser friable en los sectores donde aumenta la proporción de arenas con respecto a las arcillas y un comportamiento poco plástico, con niveles medianamente permeables para el drenaje de las aguas lluvias, por lo que no se generan procesos de disección de terreno tan marcados como en los niveles más arcillosos.





Fotografía 3.2.1-11 Vista panorámica de deslizamiento de suelos a borde de carretera en la vereda Yurimena, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:
E: 5022484,60; N: 2023154,76
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-12 Suelos de arenas lodosas friables y poco plásticas en la vereda Yurimena, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:
E: 5022484,60; N: 2023154,76
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

3.2.1.7.2 Suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior (Srarcfc)

Esta unidad de suelo es el resultado de la degradación de las arcillolitas arenosas de la Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arcilloso, localizada en el sector sur del del Área de Influencia del Bloque CPO-5, conformando morfología alomada o colinada de laderas cortas a moderadamente largas, con pendientes que varían desde ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas.

Está constituido por suelos con matriz arcillosa de color crema a pardo rojizo, con un porcentaje de matriz que abarca desde el 80% y sin evidencia de estructuras relictas. Los suelos son firmes con respecto a la resistencia al corte, y con un comportamiento plástico lo que hace que las aguas de la lluvia no drenen con facilidad hacia los estratos inferiores y generen corrientes superficiales. En campo se observan espesores de hasta 4 m, con un moteado característico por la oxidación y encontrando desarrollo de un horizonte vegetal superficial de hasta 60 cm (**Fotografía 3.2.1-13 y Fotografía 3.2.1-14**).



Fotografía 3.2.1-13 Corte superficial de suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5027023,57; N: 2005286,31
Fuente: GessiG S.A.S., 2025





Fotografía 3.2.1-14 Prueba índice de plasticidad para el suelo residual arcilloso de la Formación Guayabo Miembro Superior en la vereda Yurimena, Puerto López

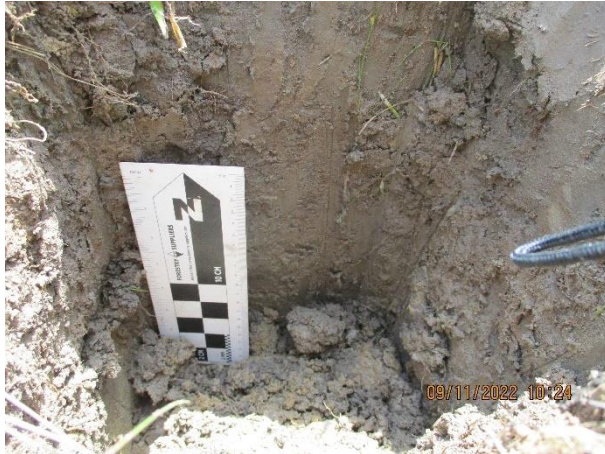
Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5027023,57; N: 2005286,31
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7.3 Suelo transportado de Terraza Aluvial (Strta)

Se presenta en zonas con morfologías planas a onduladas, con predominancia de pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y en menor medida, pendientes moderadas a fuertemente inclinadas. Esta UGS se encuentra asociada a fenómenos de desborde en quebradas y ríos principales, que posteriormente quedaron en una altura relativa superior con respecto a cauce principal.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

Esta unidad de suelos está conformada por suelos areno-arcillosos finos a muy gruesos de color pardo naranja a gris claro por efectos de oxidación y desarrollo vegetal, de textura matriz soportada, con poca humedad, plástico por presencia de una matriz lodosa, presenta una resistencia al corte firme y una densidad relativa densa (**Fotografía 3.2.1-15** y **Fotografía 3.2.1-16**). Para esta UGS se estima un espesor máximo de 20 m.



Fotografía 3.2.1-15 Suelo transportado de Terraza Aluvial en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5002873,05; N: 2022912,01
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-16 Corte superficial de suelo transportado de Terraza Aluvial en la vereda El Vergel, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:
E: 4992826,50; N: 2033006,07
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7.4 Suelo transportado de Llanura de Inundación (Strlli)

Esta unidad de suelos está conformada por depósitos aluviales de fenómenos de desborde e inundación de drenajes principales tales como los ríos Meta, Metica, Humea, Negro y Upía, que depositaron su carga en extensas planicies, por lo que presentan una morfología plana a ligeramente plana, con pendientes de hasta 7% y espesores que varían entre los 2 a 15 m. Están compuestos por suelos finos a gruesos con predominancia arenosa, de color gris a marrón claro, compuesto por granos de tamaño limo a arena media, con presencia de clastos heterométricos que alcanzan tamaño de guijo, con forma subredondeada a subangular. En general, presenta una consistencia blanda a firme, baja a nula plasticidad y compacidad densa (**Fotografía 3.2.1-17** y **Fotografía 3.2.1-18**).



Fotografía 3.2.1-17 Suelo transportado de Llanura Inundación en escarpe por socavación lateral asociado al Río Humea en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5000325,60; N: 2019330,92
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

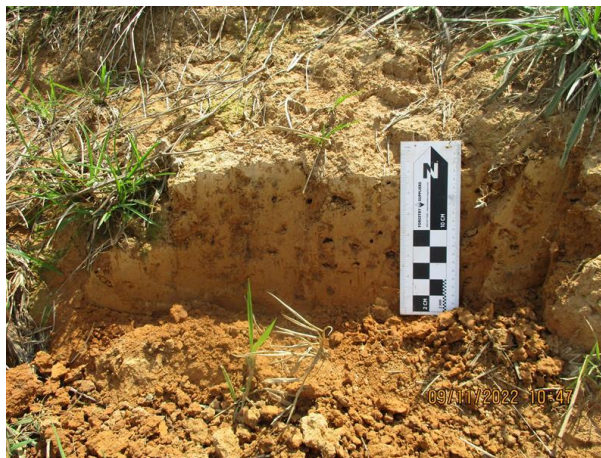


Fotografía 3.2.1-18 Suelo transportado de Llanura de Inundación asociado al Río Humea en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:
E: 5000325,60; N: 2019330,92
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7.5 Suelo transportado Aluvial Reciente (Stalr)

Esta unidad de suelo está conformada por los Depósitos Aluviales Recientes no consolidados, los cuales están asociados a la dinámica fluvial de los cuerpos de agua y se encuentran depositados en las zonas de sedimentación activa de estos. Debido a la disposición relativa de los drenajes con las zonas de pérdida de energía, la morfología de estas zonas de sedimentación activa es muy suave con pendientes ligeramente planas en las márgenes de los cauces.



Fotografía 3.2.1-19 Suelo transportado aluvial reciente en la vereda San Isidro, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5003435,37; N: 2022722,53
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Son suelos finos con predominancia lodosa, de materiales de arenas finas, limos y arcillas, de color gris, bien seleccionados, compuestos de cuarzo, micas y fragmentos líticos, plásticos permitiendo deformarse y moldearse con facilidad, con una consistencia blanda y compacidad suelta (**Fotografía 3.2.1-19**).

3.2.1.7.6 Suelo transportado de Cauce Aluvial (Strca)

Esta UGS se encuentra constituida por depósitos no consolidados que han sido transportados y acumulados a lo largo de los cauces principales que drenan el área, como lo son los ríos Meta, Metica, Humea, Cabuyarito, Negro y Upía. Conforman áreas con morfología plana con pendientes que varían desde a nivel a ligeramente inclinadas.

La composición de estos suelos es heterogénea, encontrando desde lodos a arenas y gravas en el lecho de los cauces. Son húmedos, poco a moderadamente permeables y no se aprecian estructuras heredadas. Según las pruebas índice de campo, tienen una consistencia en su mayoría blanda y localmente firme, generalmente plástico a poco plástico (**Fotografía 3.2.1-20**).



Fotografía 3.2.1-20 Vista panorámica de Suelo transportado de cauce aluvial en barras compuestas del río Cabuyarito, vereda San Miguel, Cabuyaro

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional del sitio de registro fotográfico:
E: 5014777,24; N: 2032594,99
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

3.2.1.7.7 Suelo transportado lacustre (Strlg)

Esta unidad de suelo está conformada por depósitos no consolidados asociado con la erosión y sedimentación de los depósitos naturales de agua de lagunas y lagos. Son suelos de contextura arcillosa, generalmente plásticos o con plasticidad moderada y consistencia blanda (**Fotografía 3.2.1-21** y **Fotografía 3.2.1-22**). En su mayoría, se encuentran en estado húmedo a semihúmedo debido a su asociación con cuerpos de agua lenticos y de aguas estáticas, lo que contribuye a su mayor humedad.



Fotografía 3.2.1-21 Vista panorámica suelo transportado lacustre en la vereda Unión de San Juan, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5057677,24; N: 2033308,44
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 3.2.1-22 Prueba índice de plasticidad en suelo transportado lacustre en la vereda Unión de San Juan, Puerto López

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5057677,24; N: 2033308,44
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



3.2.1.7.8 Suelo transportado antrópico (Stran)

Estos suelos tienen origen artificial está vinculado con la geofoma Planos y campos de llenos antrópicos en la cual se desarrollan los tejidos urbanos, hacen parte de procesos constructivos en edificaciones y vías (**Figura 3.2.1-16**), por lo que presentan altos niveles de compactación. Por lo regular se componen por mezclas heterogéneas de suelo natural o provenientes de la explotación de canteras.



Figura 3.2.1-16 Ubicación de suelo transportado antrópico (Stran)

Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional:
E: 5001253,43; N: 2030416,03
Fuente: GessiG S.A.S., 2024

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

3.2.1.8 Conclusiones



El Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se localizan en el costado suroccidental de la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales, que corresponde a una cuenca de antepaís formada como resultado del levantamiento de la Cordillera Oriental durante el periodo del Mioceno-Plioceno, en la cual se halla una espesa secuencia de rocas sedimentarias que han sido depositadas durante el Mesozoico al Cenozoico, estas capas sedimentarias alcanzan su máximo espesor hacia el borde occidental y progresivamente se acúñan hacia el oriente.

El basamento conformado por rocas Paleozóicas y Jurásicas es suprayacido por unidades Cretácias de origen marino que incluyen las formaciones: Une, Gachetá y Guadalupe; sobre las cuales se encuentra la secuencia Cenozoica representada por las formaciones Barco, Los Cuervos, Mirador, Carbonera, León y Guayabo; las cuales han sido depositadas en un ambiente predominantemente continental. Esta secuencia es cubierta parcialmente sedimentos cuaternarios no consolidados, los cuales se han formado por la dinámica fluvial.

Hacia el costado occidental del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia afloran sedimentos cuaternarios de origen aluvial, siendo los de mayor extensión los Depósitos de Llanura Aluvial (Q2-IIa) que abarcan aproximadamente el 23,52%, seguidos por los Depósitos Aluviales Recientes que ocupan el alrededor del 19,3% del área y finalmente los depósitos de Llanura de Inundación (Q2-IIi) que abarcan el 13,63% de la misma, estas unidades están constituidas por materiales heterogéneos que incluyen lodos, arenas y gravas.

Hacia los sectores central y oriental afloran rocas Neógenas de la Formación Guayabo Miembro Superior, la cual se diferenció en dos sectores denominados como: Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar) y Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arcilloso (N2-Sc-arc), esta diferenciación cartográfica obedece a cambios texturales del terreno como consecuencia de variaciones laterales en la litología. La Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arenoso (N2-Sc-ar) ocupa aproximadamente el 28,61% del Área de Influencia, está conformada por areniscas de grano medio a fino, cuarzosas, con algunos fragmentos líticos, subangulosas, regularmente seleccionadas; esporádicamente presenta niveles conglomeráticos. La Formación Guayabo Miembro Superior – intervalo arcilloso (N2-Sc-arc) ocupa alrededor del 14,95% el Área de Influencia, disponiéndose en los alrededores de la margen sur de la misma, está conformada por lodolitas y arcillolitas arenosas.

Estructuralmente la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales corresponde a un monoclinial que buza suavemente hacia el oeste, con una variación entre 1 y 5 grados de este a oeste, cuya parte occidental está deformada por fallamientos y plegamientos intensos, que gradualmente se atenúan hacia el oriente donde las fallas son de tipo normal, de alto ángulo a verticales con saltos moderados a bajos y presentan una dirección predominante NE – SW. Particularmente, en el área de influencia no se observan estructuras geológicas, con excepción de un lineamiento geomorfológico denominado falla inferida de Meta, que corresponde a una falla normal de alto ángulo y su bloque colgante al occidente que afecta sedimentos de edad Plioceno – Pleistoceno, con un desplazamiento relativo de 70 m. Durante el control geológico realizado en la zona, no se

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

evidenciaron rasgos estructurales tales como pliegues o fallas, ni tampoco indicios de actividad tectónica reciente.

Las unidades geológicas superficiales (UGS) corresponden principalmente a suelos transportados de origen aluvial, los cuales abarcan aproximadamente el 55,46% del Área de Influencia y se localizan al costado occidental de la misma, también se presentan suelos residuales de origen sedimentario, como consecuencia de la meteorización de la Formación Guayabo Miembro Superior – niveles arenoso y arcilloso, los cuales se ubican al oriente del Área de Influencia ocupando el 42,83% de la misma. Localmente, ocupando aproximadamente el 1,71% del Área de Influencia, se hallan suelos transportados de origen lacustre, asociados a las lagunas de la zona y suelos transportados de origen antrópico relacionados con las áreas urbanas.

3.2.1.9 Amenazas naturales

Las amenazas naturales corresponden al peligro latente de que un evento físico de origen natural, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales³⁸. Su caracterización se realiza entre otros aspectos en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal³⁹.

Las amenazas derivadas de fenómenos de origen natural que pueden afectar el Área de Influencia desde el punto de vista geológico se asocian con sismos y movimientos en masa. También se presenta amenaza por inundación descrita en el **capítulo 3.2.4 Hidrología**.

3.2.1.9.1 Amenaza sísmica



La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia. A continuación, se presenta tanto la información de amenaza sísmica elaborada por el SGC, así como la zonificación sísmica de acuerdo la NSR-10.

➤ Modelo Nacional de Amenaza Sísmica - SGC

El SGC en el año 2020 adoptó el Modelo Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia el cual fue elaborado en conjunto entre el SGC y la Fundación *Global Earthquake Model* (GEM). Este cálculo de la amenaza sísmica integra como parte elemental la información de los sismos históricos incluyendo bases de datos globales estandarizadas, el estudio de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, el registro y procesamiento de los registros acelerográficos de sismos ocurridos y los avances relacionados al tema de la amenaza sísmica. Es a partir de este conjunto de datos básicos que se avanza en el conocimiento de ambientes tectónicos regionales, la caracterización sistemática de la geometría y características geodinámicas de las estructuras

³⁸ Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Art. 4. Definiciones.

³⁹ SGC. Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por movimientos en masa. P. 17.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

sismogénicas en el territorio nacional y las ecuaciones de atenuación en la transmisión de ondas sísmicas según los diferentes ambientes tectónicos; temáticas que consolidan el modelo⁴⁰.

Este modelo usa un método de amenaza probabilístico, en el cual, la amenaza sísmica se evalúa como la probabilidad con que un cierto valor de amenaza, definido por un parámetro del movimiento del terreno medido en términos de la aceleración pico (PGA), es superado (excedido) en un determinado sitio o región de estudio, considerando un período de exposición específico de 50 años (tiempo estimado de vida útil de una construcción corriente), en diferentes periodos de retorno⁴¹. La probabilidad de excedencia se estima para valor de 2%, 5%, 10%, 20%, 80% que corresponden a los periodos de retorno 31, 225, 475, 975 y 2.475 años⁴². Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o período de retorno) de los sismos potencialmente destructores de ocurrencia excepcional (período de retorno de 2475 años), frecuentes (período de retorno de 475 años) o muy frecuentes (período de retorno de 31 años)⁴³.

El territorio colombiano se caracteriza por situarse en un ambiente tectónico muy activo debido a su posición en una zona de contacto de placas tectónicas, en donde se manifiestan tres dinámicas importantes: la convergencia de las placas de Nazca y del Caribe hacia la placa de Suramérica, el desplazamiento del Bloque de Panamá en sentido W-E hacia la placa de Suramérica, y por último el desplazamiento del Bloque de los Andes en dirección SSW-NNE sobre la placa del Pacífico.

El mapa de aceleración pico para una probabilidad de excedencia del 10% correspondiente con un periodo de retorno de 475 años, en una ventana de observación de 50 años; muestra que en el área de evaluación (**Figura 3.2.1-17**) las aceleraciones PGA varían entre 0,00 y 0,20 g. Estos valores aumentan hacia el costado noroccidental del AI en cercanías al flanco este de la Cordillera Oriental, donde la actividad tectónica es más intensa y disminuyen hacia el oriente en la zona de los Llanos Orientales.

⁴⁰ Arcila Rivera, M. M., García, J., Montejo Espitia, J. S., Erazo, J. F., Valcárcel Torres, J. A., Mora Cuevas, M. G., Viganó, D., Pagani, M., & Díaz Parra, F. J. (Eds.). Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia (Vol. volumen 43) 2020., p. 27. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano y Fundación Global Earthquake Model.

⁴¹ *Ibíd.*, p. 109.

⁴² *Ibíd.*, p. 265.

⁴³ SGC – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Mapa Nacional de Amenaza Sísmica. Periodo de retorno 475 años. 2010.

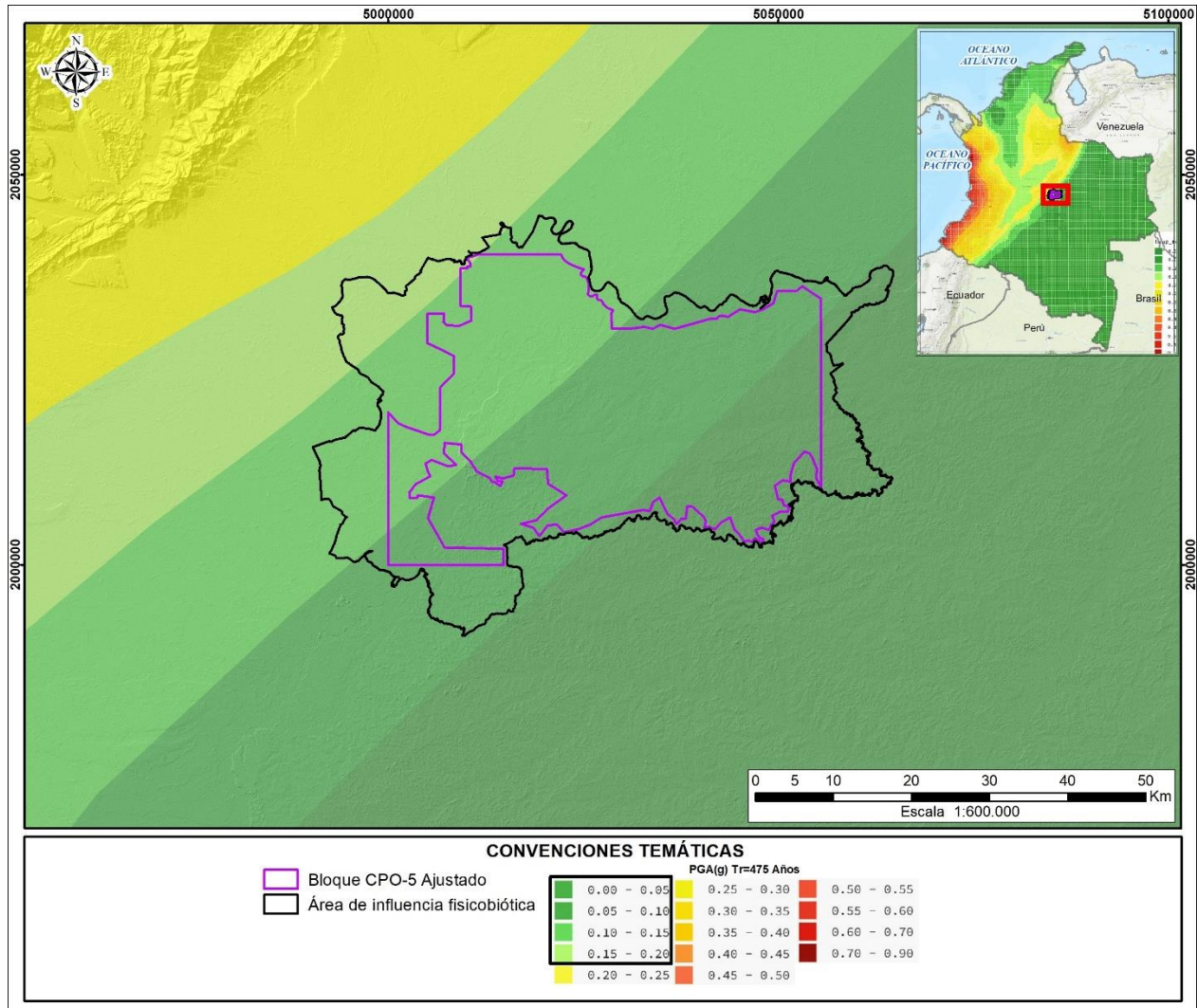


Figura 3.2.1-17 Aceleración PGA en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información de SGC, 2018

✓ *Intensidad sísmica*

El tamaño de un sismo se puede calcular por su magnitud e intensidades. La Magnitud es un valor único relacionado con la cantidad de energía liberada, y la intensidad con los efectos y daños generados en superficie. La intensidad es una descripción cualitativa de la severidad de un sismo en un área determinada y difiere de la magnitud en que los efectos pueden variar de un punto a otro, mostrando valores de intensidad diferentes⁴⁴.

⁴⁴ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, Mapa de Intensidad instrumental. [Citado, octubre, 2022] Disponible en: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/shakemap/sc/shake/intensidad.html>
<http://geoportal.sgc.gov.co/geoportalsgc/catalog/PDF/Mapasdeintensidadinstrumental.pdf>

En la **Figura 3.2.1-18**, se presenta el mapa de intensidades máximas observadas del SGC (en la Escala Macrosísmica Europea), el cual es un resumen de la distribución geográfica de los eventos sísmicos compilados en la Base de Datos de Sismicidad Histórica del SGC (1644-2013) y de su impacto, permitiendo hacer una idea aproximada sobre su potencial destructivo, así como visualizar las zonas históricamente más afectadas⁴⁵.

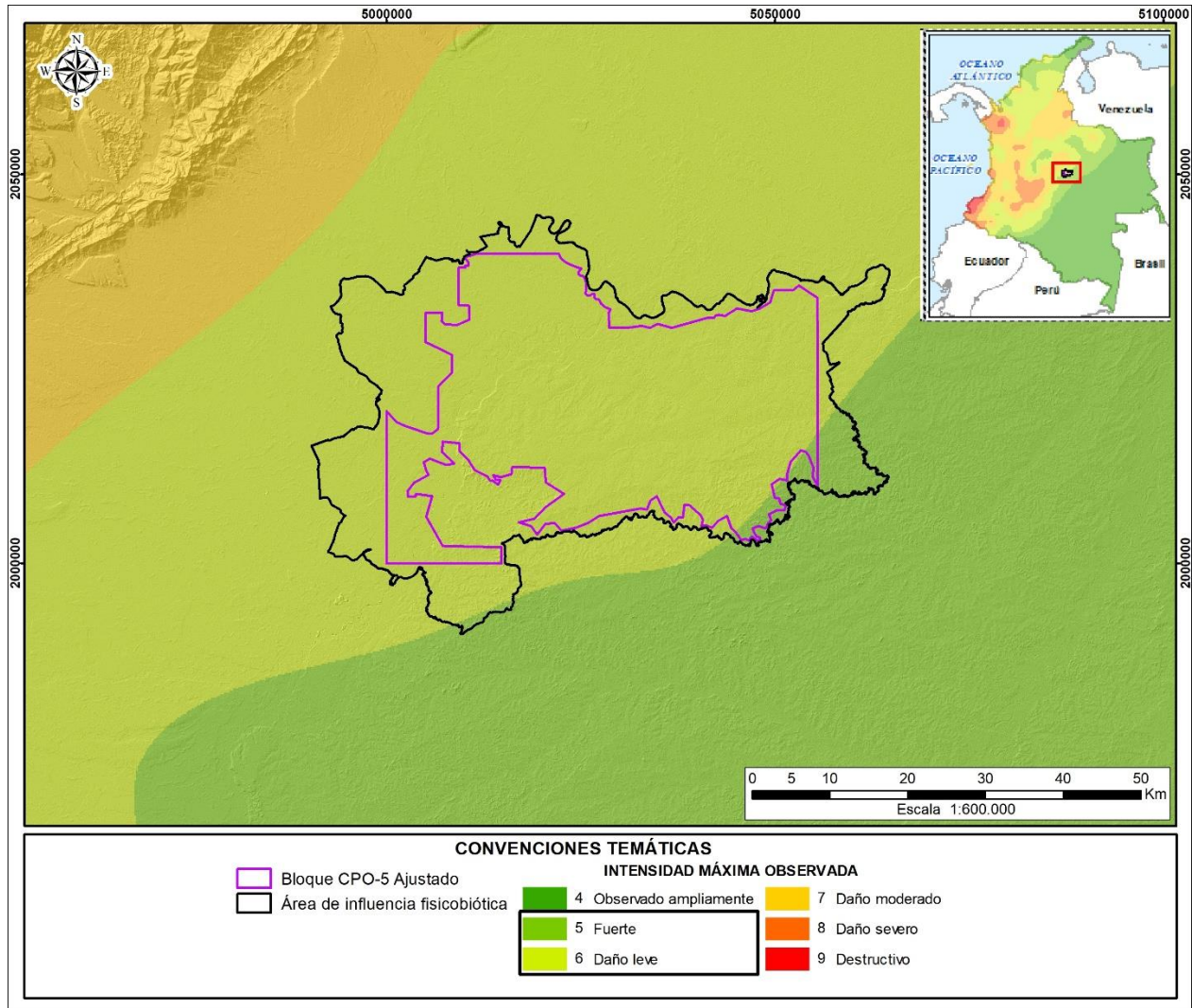


Figura 3.2.1-18 Mapa de intensidad máxima observada en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información del SGC, 2015.

A partir de este mapa se observa que en el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se encuentra en una zona de intensidad máxima observada de nivel 5 a 6, en la cual se ha tenido una percepción moderada a fuerte del movimiento sísmico que implica que mucha gente se asusta por el sismo y

⁴⁵ Arcila Rivera, M. M., 2020. Óp., cit., p. 20.

evacua los edificios, algunas personas pierden el equilibrio y algunos objetos pierden el equilibrio; además muchas viviendas sufren daños leves no estructurales como grietas y caídas de fachadas o revestimientos (**Tabla 3.2.1-4**).

Tabla 3.2.1-4 Intensidad máxima observada para el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Intensidad EMS-98	4	5	6	7	8	9	10
Definición	Sentido ampliamente	Sentido fuertemente	Daño Leve	Daño moderado	Daño severo	Destructivo	Muy destructivo
Percepción del Movimiento	Ligero	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Severo	Violento	Extremo
	Intensidad sísmica en Bloque CPO-5 y su Área de Influencia						

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información de SGC, 2015⁴⁶ y SGC, 2020⁴⁷

➤ *Zonificación de amenaza sísmica NSR-10*

Según los lineamientos expuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se establece al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) como referente para la zonificación de amenaza sísmica en el territorio colombiano.

En la NSR-10 se clasifican los movimientos sísmicos de diseño en función de la aceleración pico efectiva (A_a) y de la velocidad pico efectiva (A_v) para una probabilidad del 10% de ser superados en un periodo de exposición de 50 años. Esto ha permitido zonificar el territorio nacional según su grado de amenaza⁴⁸:

- **Zona de amenaza sísmica baja:** conjunto de lugares en donde tanto A_a como A_v son menores o iguales a 0,10.
- **Zona de amenaza sísmica intermedia:** conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos son mayores a 0,10 y ninguno excede 0,20.
- **Zona de amenaza sísmica alta:** conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos son mayores a 0,20.

De acuerdo con el mapa de zonificación de amenaza sísmica dispuesto por la NSR-10⁴⁹ el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia se encuentra dividida en dos sectores: Una zona con amenaza sísmica baja que se ubica al este y una zona con amenaza sísmica intermedia al oeste con mayor cercanía al piedemonte de la Cordillera Oriental (**Figura 3.2.1-19**).

⁴⁶ SGC. Mapa de intensidades máximas observadas para Colombia. 2015. p. 27.

⁴⁷ SGC. Mapa de intensidad macrosísmica. 2020. [Citado, Julio, 2021] Disponible en: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/shakemap/sc/shake/SGC2020icvkhz/intensity.html>

⁴⁸ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)., 2010. Óp., cit., p. A-15.

⁴⁹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)., 2010. Óp., cit., p. A-17.

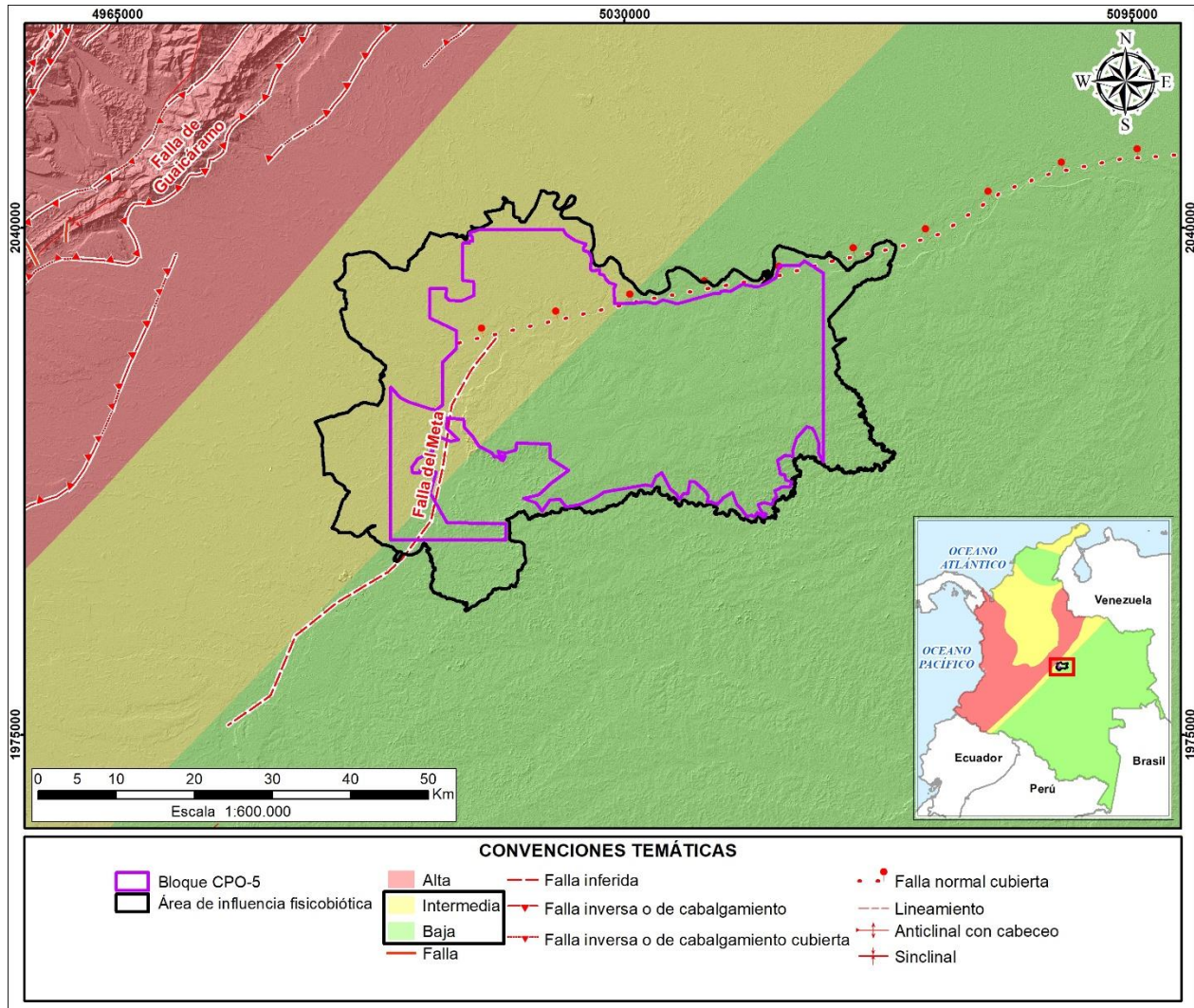




Figura 3.2.1-19 Zonificación de amenaza sísmica para el área de evaluación y alrededores según la NSR-10

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información del NSR-10.

➤ *Sismicidad histórica*

En el año de 1993, entró en funcionamiento la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) y desde entonces ha registrado varios eventos. Mediante la revisión del Catálogo Sísmico Integrado del SGC se constató que durante el periodo comprendido entre junio de 1993 y junio de 2025 en un área de 30 km alrededor del Bloque CPO-5 se registraron 109 sismos.

La mayoría de los sismos registrados se concentran en cercanías al Piedemonte Llanero, siendo en general microsismos con magnitudes iguales o menores a los 3 Mw, solo se registran 4 (cuatro) sismos con magnitud entre >3 y 5 Mw; la mayoría de estos eventos fueron superficiales ubicándose en los primeros 30 km de profundidad, mientras que 7 (siete) se encuentran a

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

profundidades entre >30 y 138,4 Km de profundidad. Las coordenadas, profundidad y magnitud de los eventos sísmicos se presentan en **Tabla 3.2.1-5** y **Tabla 3.2.1-6**, su distribución se muestra en la **Figura 3.2.1-20**.

Tabla 3.2.1-5 Localización de los sismos registrados en los alrededores del Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Consecutivo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		Departamento	Profundidad (Km)	Magnitud (Mw)
	Este	Norte			
1	4971706,71	2006191,97	META	0	1,3
2	4986132,83	2019337,11	META	1,9	1,3
3	5073574,02	1993731,28	META	2,4	1,3
4	5029164,88	2053151,83	META	5,2	1,3
5	4999667,34	2058118,77	META	12,52	1,3
6	5041503,70	1991390,96	META	3,6	1,4
7	4977710,98	2054807,05	CUNDINAMARCA	3,9	1,4
8	5036483,75	2053486,27	META	0	1,5
9	4973494,96	2048178,71	CUNDINAMARCA	0	1,5
10	4975713,22	2049061,97	CUNDINAMARCA	0	1,5
11	4977818,91	2043868,20	CUNDINAMARCA	0	1,5
12	4996229,98	2060218,22	META	12,06	1,5
13	5021519,44	2029061,99	META	0	1,6
14	4978374,83	2049171,72	CUNDINAMARCA	0	1,6
15	4982361,97	2024309,93	META	0	1,6
16	5013206,91	1982322,36	META	3,6	1,6
17	5006321,18	2049390,10	META	5,61	1,6
18	4972939,40	2044974,58	CUNDINAMARCA	17,38	1,6
19	4985361,79	2051159,04	CUNDINAMARCA	19	1,6
20	4980594,17	2054916,80	CUNDINAMARCA	21,48	1,6
21	5001441,50	2058781,74	META	38,12	1,6
22	5009431,37	2003315,23	META	0	1,7
23	5022067,78	2052818,11	CASANARE	3,16	1,7
24	5001995,90	2060107,66	META	12,87	1,7
25	4999445,51	2049942,32	META	15,5	1,7
26	4994123,11	2059002,93	META	15,89	1,7
27	5049353,39	2043769,43	META	90	1,7
28	4975159,26	2050830,03	CUNDINAMARCA	-	1,8
29	5059480,98	1992505,68	META	0	1,8
30	4988790,42	1979338,85	META	0	1,8
31	4992902,62	2050274,10	META	0	1,8
32	5014873,18	1972488,91	META	0,06	1,8
33	4972607,97	2048841,96	CUNDINAMARCA	0,27	1,8
34	5025854,55	1998235,79	META	1,5	1,8
35	5023084,17	1983208,18	META	2,21	1,8



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE
EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA
AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5



CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL
PROYECTO

Consecutivo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		Departamento	Profundidad (Km)	Magnitud (Mw)
	Este	Norte			
36	4972163,85	2047295,20	CUNDINAMARCA	11,35	1,8
37	4978376,47	2055359,34	CUNDINAMARCA	12,29	1,8
38	4992341,88	1978123,10	META	15,98	1,8
39	5010653,20	1992155,74	META	18	1,8
40	5028399,49	2020998,02	META	70	1,8
41	5009101,03	1977349,79	META	-	1,9
42	4997669,07	1969836,02	META	-	1,9
43	4993451,41	1973150,93	META	0	1,9
44	4973381,85	2041328,16	CUNDINAMARCA	0	1,9
45	4975379,34	2045084,31	CUNDINAMARCA	0	1,9
46	4973382,49	2043317,04	CUNDINAMARCA	0	1,9
47	4970832,01	2044422,83	CUNDINAMARCA	0	1,9
48	5071907,57	1996050,43	META	1,3	1,9
49	4992016,18	2057787,69	META	2,95	1,9
50	4987026,36	2058230,31	CUNDINAMARCA	3,28	1,9
51	5006652,59	2064859,11	CASANARE	7,58	1,9
52	4979482,44	2043646,79	CUNDINAMARCA	10	1,9
53	4985251,06	2052043,01	CUNDINAMARCA	10	1,9
54	5001219,73	2058781,73	META	12,76	1,9
55	5002883,04	2058008,33	META	13,53	1,9
56	4974381,61	2046410,54	CUNDINAMARCA	14,34	1,9
57	4996895,08	2055246,02	META	14,39	1,9
58	4971941,41	2045416,89	CUNDINAMARCA	15,98	1,9
59	5009763,42	2010828,69	META	19,02	1,9
60	5023286,92	2055249,31	CASANARE	19,02	1,9
61	5010542,94	1985857,74	META	19,49	1,9
62	5065450,04	2024774,92	META	20,9	1,9
63	4971717,08	2038013,91	CUNDINAMARCA	30	1,9
64	4992012,84	2022872,11	META	42,27	1,9
65	5046792,98	2060342,28	META	138,4	1,9
66	5063479,18	1987977,98	META	-	2
67	5017537,55	1969616,59	META	0	2
68	5015745,70	2058672,77	CASANARE	0	2
69	5014315,70	1989172,97	META	0	2
70	4974715,06	2048841,29	CUNDINAMARCA	1	2
71	4978484,11	2042984,08	CUNDINAMARCA	6,6	2
72	4975376,66	2036023,88	CUNDINAMARCA	19,66	2
73	5012418,11	2065301,77	CASANARE	40	2
74	5034705,01	2063761,47	CASANARE	0	2,1
75	5073906,95	1993731,54	META	0	2,1
76	4970610,01	2043870,44	CUNDINAMARCA	0	2,1



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE
EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA
AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5**



**CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL
PROYECTO**

Consecutivo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		Departamento	Profundidad (Km)	Magnitud (Mw)
	Este	Norte			
77	5026964,23	1998125,62	META	2,7	2,1
78	4975602,82	2050719,40	CUNDINAMARCA	12,29	2,1
79	5017407,61	2064971,23	CASANARE	18,23	2,1
80	4997004,72	2020219,99	META	20,9	2,1
81	4979925,90	2042983,72	CUNDINAMARCA	25	2,1
82	5031713,67	2057683,04	CASANARE	100,58	2,1
83	5010094,43	2026739,55	META	0	2,2
84	5064906,72	2009415,37	META	4,1	2,2
85	5073241,79	1992847,03	META	0	2,3
86	5017868,35	1981439,19	META	4,1	2,3
87	5012204,28	2010828,99	META	19,02	2,3
88	5026185,44	2005196,90	META	0	2,4
89	5013540,00	1981327,99	META	0	2,4
90	5028615,09	2039671,42	CASANARE	0	2,4
91	4970606,98	2035251,96	CUNDINAMARCA	0	2,4
92	5000332,81	2019336,01	META	0,1	2,4
93	4986360,13	2052816,26	CUNDINAMARCA	1,7	2,4
94	5005987,28	2065632,51	META	6	2,4
95	5007653,34	2034252,76	META	21,37	2,4
96	4982035,21	2052485,62	CUNDINAMARCA	27	2,4
97	4970498,83	2043097,03	CUNDINAMARCA	0	2,5
98	4970938,78	2032489,51	CUNDINAMARCA	0	2,5
99	5033264,96	2060446,02	CASANARE	3,7	2,5
100	5020179,59	2064750,90	CASANARE	20	2,5
101	4973051,24	2047847,37	CUNDINAMARCA	0	2,6
102	5085993,95	2003908,12	META	4	2,6
103	5005100,39	2063754,06	META	0	2,7
104	5037261,98	2049177,34	META	0,1	2,8
105	4997670,13	2012375,06	META	3,9	3
106	5054587,06	2010844,90	META	24,1	3,3
107	5052597,14	1998468,25	META	0	3,4
108	5003773,29	1985083,79	META	12,99	3,6
109	5020182,01	2055137,98	CASANARE	0	5

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información de RSN, 2025

Tabla 3.2.1-6 Magnitud y profundidad de los sismos registrados en los alrededores del el Bloque CPO-5

Rango de magnitud (Mw)	Cantidad de sismos
0 a 3	105
3 a 5	4
Total	109

Rango de profundidad (km)	Cantidad de sismos
0 a 30	102
30 a 70	3
70 a 120	3
120 a 180	1
Total	109

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información de RSN, 2025

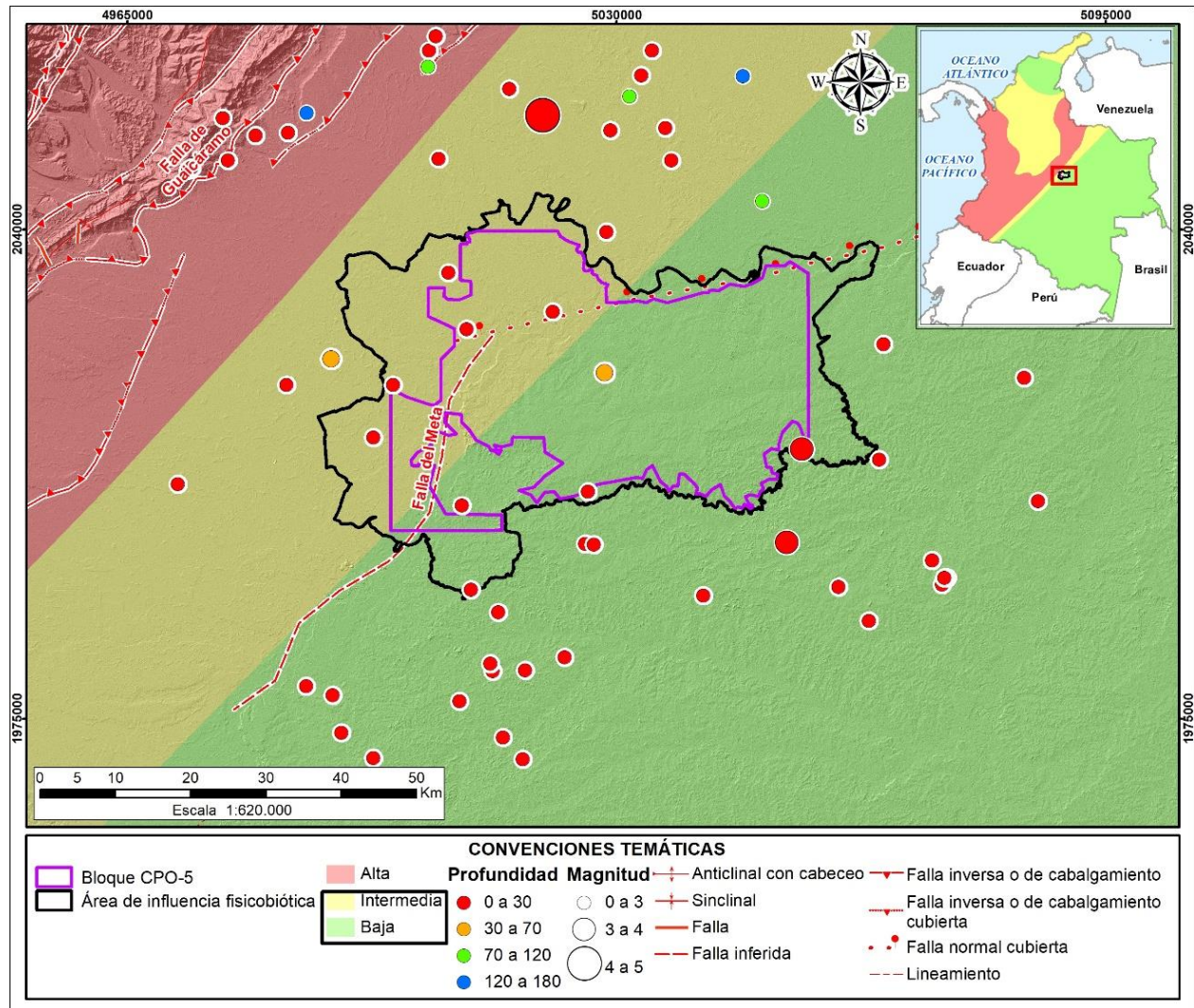




Figura 3.2.1-20 Distribución y clasificación de sismos registrados por la RSN en un radio 25 km respecto al Bloque CPO-5 y su Área de Influencia

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 con información de RSN, 2025 y NSR-10.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5</p> <p>CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

➤ *Fuentes sismogénicas*

Un sismo ocurre cuando se presenta un movimiento súbito a lo largo de una fractura o falla nueva o preexistente, lo que genera liberación de energía en forma de ondas que viajan a través de la tierra, por lo tanto, las fuentes sismogénicas son regiones o provincias que guardan alguna relación con el proceso de generación de los sismos; en general, se refiere a fuentes activadas por fuerzas tectónicas.

El modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia, 2020, clasifica las fuentes sísmicas de acuerdo con los siguientes ambientes tectónicos: i) sismos superficiales (corticales), de profundidad menor de 30 km, distribuidos a lo largo del territorio nacional; ii) sismos interplaca, localizados en la costa pacífica, en el contacto de las placas Nazca y Suramérica; iii) sismos intraplaca (Benioff), que ocurren en el interior de la placa de Nazca, en el volumen que subduce a la placa Suramérica, y (iv) el nido sísmico de Bucaramanga⁵⁰.

A partir de este modelo de ambientes tectónicos, el Bloque CPO-5 y su Área de Influencia estaría contemplada en un ambiente de sismos superficiales posiblemente asociados a la influencia de fallas activas en el borde y piedemonte Llanero, que hacen parte del sistema frontal de la Cordillera Oriental.

Cabe mencionar que los rasgos estructurales a escala regional definidos por el SGC en los alrededores del Área de Influencia (ver **numeral 3.2.1.5 Geología Estructural**), se asocian con el trazo inferido de la falla del río Meta, que corresponden a una falla normal de alto ángulo con su bloque colgante al occidente, que afecta sedimentos de edad Plioceno – Pleistoceno.

3.2.1.9.2 Amenaza por generación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM)

Se determinó la amenaza relativa del terreno ante la generación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa, con base en la interacción de los factores intrínsecos y los factores desencadenantes o detonantes que intervienen en su ocurrencia.

En el **numeral 3.2.8 Geotecnia** se desarrolló la zonificación geotécnica, adaptando para el área de estudio la metodología desarrollada por Anbalagan (1992)⁵¹, evaluando la interacción de siete (7) variables: tectónica, coberturas, morfogénesis, morfodinámica, suelos, pendientes y unidades geológicas superficiales (UGS). El resultado permitió definir zonas homogéneas con respecto a la susceptibilidad del terreno al desarrollo de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa.

En el Área de Influencia se presentan desde zonas con Estabilidad Geotécnica Alta que corresponden a zonas de baja susceptibilidad a la ocurrencia de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM), hasta zonas con Estabilidad Geotécnica Muy Baja con Muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM),

⁵⁰ Arcila Rivera, M. M., 2020. Óp., cit., p. 131.

⁵¹ ANBALAGAN R., Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain. Engineering Geology, 32., Amsterdam. 1992., p., 269-277.

siendo predominantes las zonas con estabilidad geotécnica alta y media en el 19,09 y 48,02% del área de influencia respectivamente, como se muestra en la **Tabla 3.2.1-7**.

Tabla 3.2.1-7 Zonas de estabilidad geotécnica en el Área de Influencia

Grado de estabilidad	Código	Susceptibilidad a la erosión y FRM	Código	Área de Influencia		Bloque CPO-5	
				Ha	%	Ha	%
Zona de Estabilidad Geotécnica Alta	ZEGA	Baja	SB	120.119,73	52,58	81.898,57	58,60
Zona de Estabilidad Geotécnica Media	ZEGM	Media	SM	101.292,45	44,34	53.103,95	38,00
Zona de Estabilidad Geotécnica Baja	ZEGB	Alta	SA	2.600,82	1,14	1.568,75	1,12
Zona de Estabilidad Geotécnica Muy Baja	ZEGMB	Muy Alta	SMA	4.442,31	1,94	3.177,99	2,27
Total				228.455,31	100,00	139.749,26	100,00

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

Los fenómenos externos como la precipitación y la sismicidad inician los procesos morfodinámicos y los movimientos de ladera por lo que se consideran como factores detonantes⁵². Al incorporar a la zonificación geotécnica (donde se evaluó la susceptibilidad intrínseca del terreno a la ocurrencia de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM)), la interacción de los factores detonantes externos se obtiene el grado de amenaza por generación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM). Para tal fin se aplicó la metodología de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, 1999⁵³ modificada para el área de estudio. Los factores detonantes se involucran como se expone en las siguientes ecuaciones:

$$AG_p = ZG * F_p$$

$$AG_s = ZG * F_s$$

En donde:

ZG: Zonificación de estabilidad geotécnica.

AG_p: Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM debido a precipitaciones.

AG_s: Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM debido a sismicidad.

F_p: Factor detonante por precipitaciones.

F_s: Factor detonante por sismicidad.

Para cada factor se asigna una calificación de 0 a 2, donde 2 corresponde a aquellos que más favorecen el desarrollo de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa.

⁵² ANBALAGAN R., *et al.*, Landslide Hazard Zonation (LHZ) Mapping On Meso Scale for Planning and Expansion of Urban Centres in Hilly Terrains. Journal of Scientific & Industrial Research, 67. Roorkee. 2008., p. 6-7/14.

⁵³ Sociedad Colombiana de Ingenieros. Estudio Geoambiental y Zonificación de Amenazas por erosión y remoción en masa en la cuenca del río Teusacá Sabana de Bogotá. Bogotá D.C., 1999.

La sumatoria de las amenazas por precipitación y por sismicidad tiene como resultado la amenaza por generación de procesos erosivos y FRM del terreno (AG):

$$AG = AG_p + AG_s$$

Las categorías y rangos empleados para estimar la amenaza por generación de procesos erosivos y FRM se presentan en el **Tabla 3.2.1-8**. Las Zonas de Amenaza Muy Alta serán aquellas con una muy alta propensión a la ocurrencia de procesos erosivos y/o de fenómenos de remoción en masa detonados por lluvia o sismos. Por otra parte, las Zonas de Amenaza Muy baja serán aquellas en las cuales será muy poco probable la generación de procesos erosivos y/o de fenómenos de remoción en masa detonados por lluvia o sismos.

Tabla 3.2.1-8 Rangos de amenaza por generación de procesos erosivos y FRM

Rango de valores	Grado de amenaza	Código
0 - 14,40	Zona de Amenaza a procesos erosivos y FRM Muy Baja	ZAGMB
14,40 - 28,80	Zona de Amenaza a procesos erosivos y FRM Baja	ZAGB
28,80 - 43,20	Zona de Amenaza a procesos erosivos y FRM Media	ZAGM
43,20 - 57,60	Zona de Amenaza a procesos erosivos y FRM Alta	ZAGA
57,60 - 72,00	Zona de Amenaza a procesos erosivos y FRM Muy Alta	ZAGMA

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

3.2.1.9.3 Factor detonante precipitación

La precipitación se define por su intensidad, duración y distribución espacial. La escorrentía generada por la lluvia ocasiona erosión superficial en forma de erosión laminar, surcos o cárcavas; también, puede verse favorecida la generación de deslizamientos en las márgenes de los drenajes debido a un aumento en la socavación lateral dada por el incremento del flujo de agua tras lluvias intensas. Adicionalmente, la lluvia intensa puede desestabilizar laderas debido a un aumento súbito de la presión de agua en los poros de los materiales⁵⁴.

Para el presente análisis se usaron los valores de precipitación máxima en 24 horas registrados en la estación más representativa para el proyecto correspondiente a la estación 35100020 "Cabuyaro" (ver con detalle en el **capítulo 3. Numeral 3.2.9 Atmósfera**). Se utilizó esta medida de la precipitación, pues las lluvias más intensas son aquellas con mayor probabilidad de generar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (FRM). En la **Tabla 3.2.1-9** se muestran los valores de precipitación máxima en 24 horas, siendo el mes de mayo el que registra mayor valor con 78,47 mm/24h.

⁵⁴ ANBALAGAN R., et al., 2008. Op., cit., p. 7/14.



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Tabla 3.2.1-9 Valores medios mensuales de precipitación máxima en 24 horas

Código	CABUYARO											
Nombre	35100020											
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
PT_9	12,15	19,72	48,89	73,21	78,47	71,90	60,46	67,86	63,96	70,92	54,49	21,14

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

Para definir los intervalos de calificación (F_p) se tomaron como escala de referencia los rangos de lluvias máximas en 24 horas anual, presentados por IDEAM, 2014 en el Atlas Climatológico de Colombia, 2014⁵⁵ (ver **Tabla 3.2.1-10**), de esta manera, las calificaciones más bajas se asignan a los valores de precipitaciones bajos y son mayores a medida que aumenta la precipitación.

Tabla 3.2.1-10 Valor del factor detonante por precipitación (F_p) según la precipitación máxima en 24 horas

Rango de precipitación máxima en 24 horas anual, P_{max} (mm/24h)	Calificación F_p
$0 \leq P_{max} < 25$	0,25
$25 \leq P_{max} < 50$	0,50
$50 \leq P_{max} < 75$	0,75
$75 \leq P_{max} < 100$	1,00
$100 \leq P_{max} < 125$	1,25
$125 \leq P_{max} < 150$	1,50
$150 \leq P_{max} < 175$	1,75
$175 \leq P_{max} < 200$	2,00
$P_{max} > 200$	2,00

Fuente: GessiG S.A.S., 2024 con información de IDEAM, 2014

El mayor valor de precipitación máxima en 24 horas registrado en la estación de Cabuyaro es de 76,81 mm/24 h, por lo cual, de acuerdo con la **Tabla 3.2.1-10**, la calificación asignada para el factor detonante de precipitación (F_p) es de 1. Tras multiplicar este valor con la zonificación geotécnica, se obtuvo una distribución en la cual predominan la amenaza baja ocupando el 45,46% del área de influencia y la amenaza muy baja en el 52,60%, la fracción restante corresponda a zonas con amenaza media (1,95%), no se presentan sectores con amenaza alta o muy alta (ver **Tabla 3.2.1-11** y **Figura 3.2.1-21**).

Tabla 3.2.1-11 Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante precipitación (AGp)

Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante precipitación (AGp)	Área de Influencia		Bloque CPO-5	
	Ha	%	Ha	%
28,80 – 36	Muy alta	0	0	0
21,60 – 28,80	Alta	0	0	0
14,40 – 21,60	Media	4.444,87	3.178,59	2,27

⁵⁵ IDEAM. Mapa de Lluvias máximas absolutas en 24 horas (1981-2010). 2014.

Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante precipitación (AGp)		Área de Influencia		Bloque CPO-5	
		Ha	%	Ha	%
7,20 – 14,40	Baja	103.848,89	45,46	54.676,65	39,12
0 – 7,20	Muy baja	120.161,55	52,60	81.894,03	58,60
Total		228.455,31	100	139.749,26	100,00

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

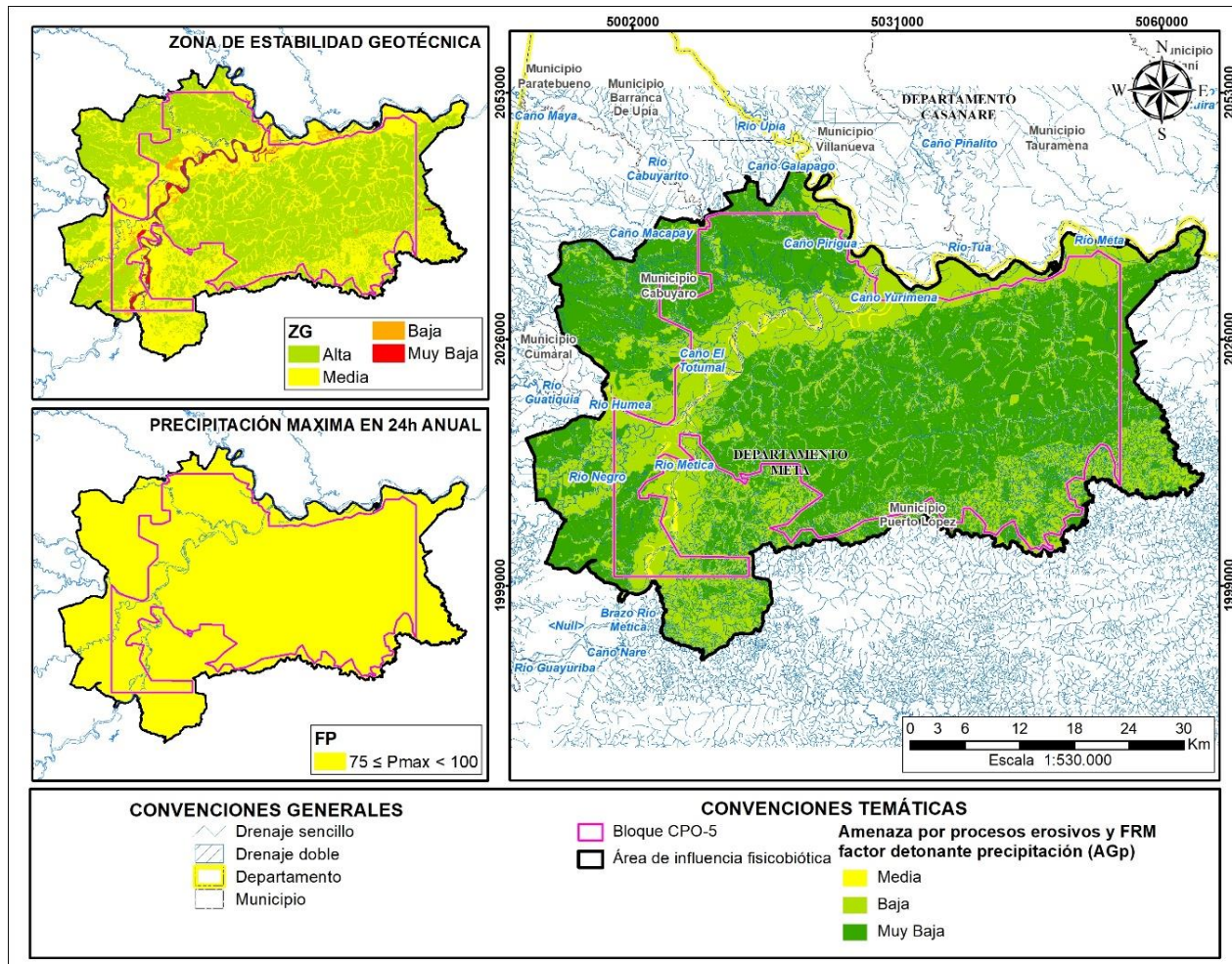




Figura 3.2.1-21 Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM -Factor detonante precipitación (AGp)

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

3.2.1.9.4 Factor detonante sismicidad

El factor detonante por sismicidad se determinó tomando como referencia el Mapa de Amenaza Sísmica basado en la NSR-10. Los movimientos sísmicos tienen la capacidad de desestabilizar una ladera; así mismo, una ladera que sea estable en una zona con amenaza sísmica baja puede que

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA FASE EXPLORATORIA, A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DE DESARROLLO PARA EL BLOQUE CPO-5	
	CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

no sea estable en una región con amenaza sísmica alta. Al factor detonante por sismicidad se le asignó un valor según el grado de amenaza sísmica (ver **Tabla 3.2.1-12**).

Tabla 3.2.1-12 Valor del factor detonante por sismicidad (F_s) según las zonas de amenaza sísmica de la NSR-10

Grados de amenaza sísmica según la NSR-10	Calificación F_s
Alta	2,00
Intermedia	1,00
Baja	0,10

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

El Área de Influencia se encuentra en un sector con amenaza sísmica intermedia y baja, por lo cual, la calificación asignada para el factor detonante de sismicidad (F_s) es de 1,0 y 0,1 respectivamente. Tras multiplicar este valor con la zonificación geotécnica, se obtuvo una distribución en la cual predomina la amenaza muy baja ocupando el 79,68% del área de influencia seguida por zonas con amenaza baja (18,74%), puntualmente se presentan sectores con amenaza Media (1,58%), no se presentan zonas con amenaza alta o muy alta (ver **Tabla 3.2.1-13** y **Figura 3.2.1-22**).

Tabla 3.2.1-13 Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante sismicidad (AGs)

Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM – Factor detonante sismicidad (AGs)		Área de Influencia		Bloque CPO-5	
		Ha	%	Ha	%
28,80 - 36	Muy alta	0	0	0	0
21,60 - 28,80	Alta	0	0	0	0
14,40 - 21,60	Media	3.602,14	1,58	23.098,65	16,53
7,20 - 14,40	Baja	42.815,77	18,74	2.735,97	1,96
0 - 7,20	Muy baja	182.037,40	79,68	113.914,64	81,51
Total		228.455,31	100	139.749,26	100,00

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

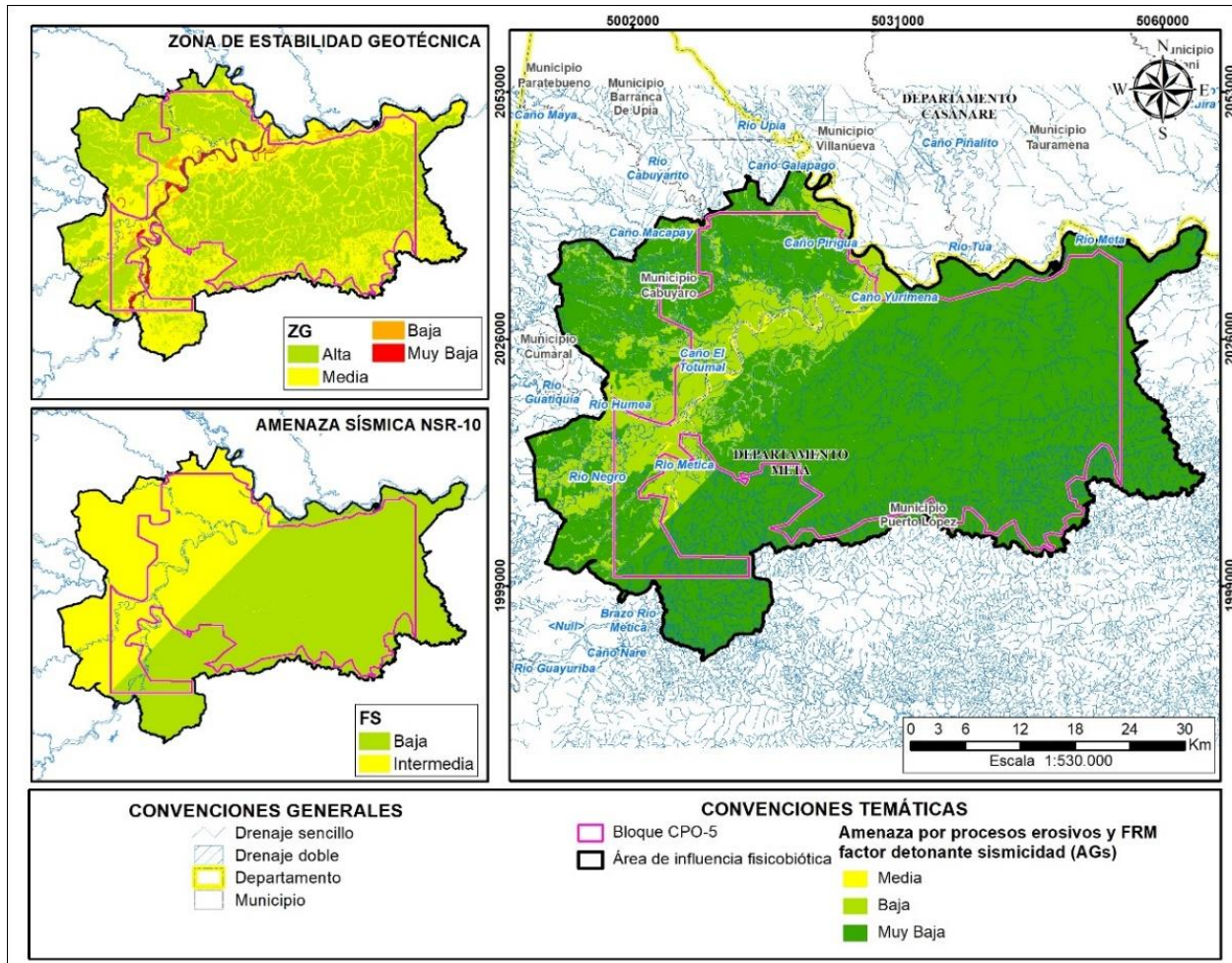


Figura 3.2.1-22 Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM -Factor detonante sismicidad (AGs)

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

3.2.1.9.5 Resultado de amenaza por generación de procesos erosivos y FRM

Al realizar la operación de los valores de amenaza obtenidos por el factor detonante de precipitación (AGp) más la amenaza por el factor detonante de sismicidad (AGs) y según los rangos definidos en la **Tabla 3.2.1-8**, se obtiene la amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG). La mayoría del Área de Influencia (79,24%) presenta amenaza muy baja, principalmente hacia el costado oriental donde la amenaza sísmica es baja, en menor proporción se presentan zonas con amenaza baja (19,18%), y localmente media (1,58%), ubicadas al occidente del Área de Influencia, no se presenta amenaza alta ni muy alta (ver **Tabla 3.2.1-14**), su distribución se muestra en la **Figura 3.2.1-23**.

Tabla 3.2.1-14 Áreas según su amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG)

Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG)		Área de Influencia		Bloque CPO-5	
		Ha	%	Ha	%
28,80 - 36	Muy alta	0	0	0	0
21,60 - 28,80	Alta	0	0	0	0
14,40 - 21,60	Media	3.602,14	1,58	2.735,97	1,96
7,20 - 14,40	Baja	43.818,94	19,18	2.735,97	1,96
0 - 7,20	Muy baja	181.034,23	79,24	113.381,67	81,13
Total		228.455,31	100,00	139.749,26	100

Fuente: GessiG S.A.S., 2024

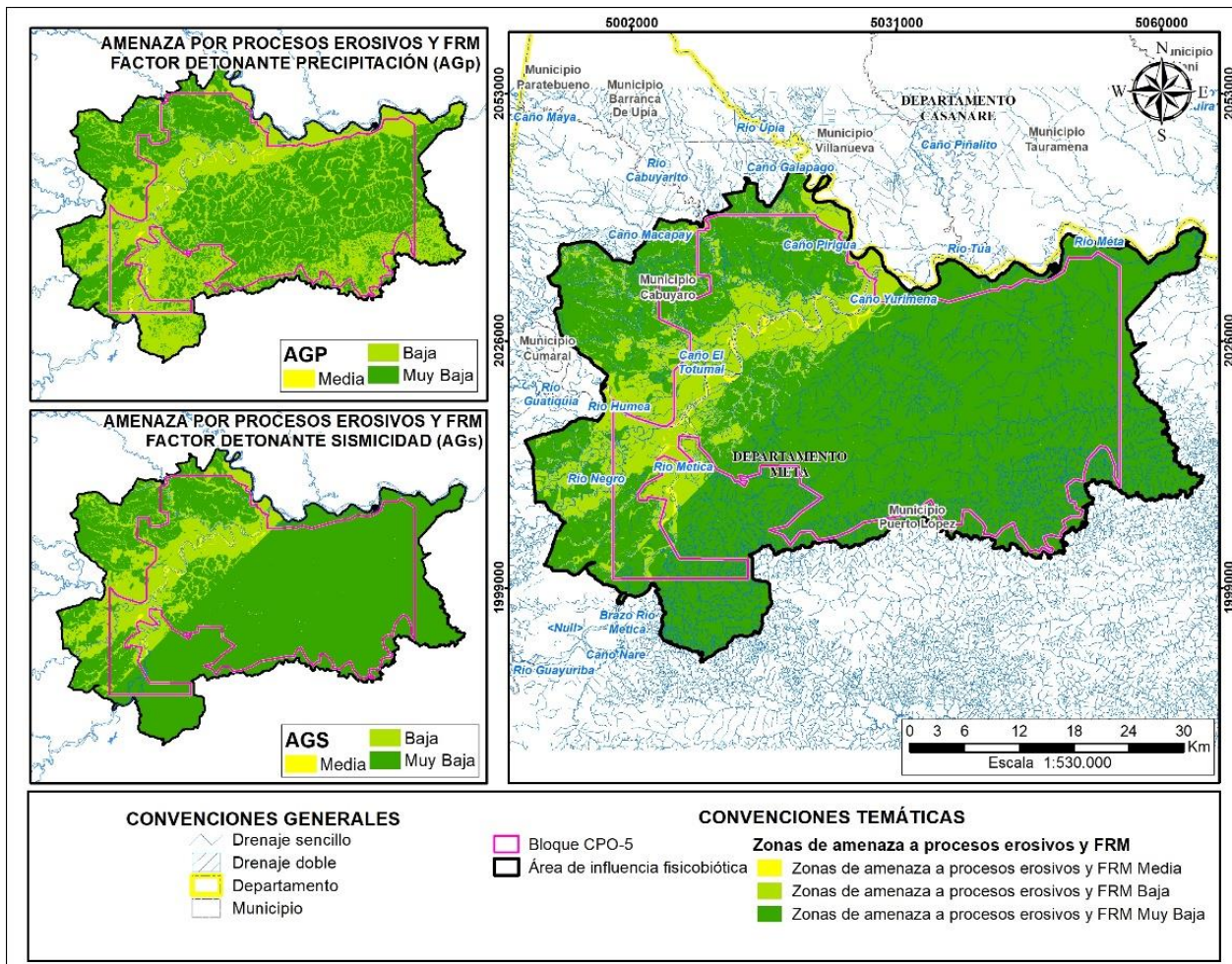


Figura 3.2.1-23 Amenaza por generación de procesos erosivos y FRM (AG)

Fuente: GessiG S.A.S., 2024