

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34

Introducción



Presentado a:



Dirigido por:

Ing. Gonzalo Cifuentes Ospina

Gerente técnico

Magister en recursos hídricos e hidroinformática

Aqualogs SAS

Aprobado por:

GEOPARK COLOMBIA S.A.S

Versión 02

Bogotá, Noviembre del 2025

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		 GEPARK CREAR VALOR Y RETRIBUIR
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

Tabla de contenido

1. Introducción	3
1.1. Índice temático	6

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		 GEO PARK CREAR VALOR Y RETRIBUIR
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

1. Introducción

El presente capítulo corresponde a la introducción del Estudio Hidrológico y Modelo Hidráulico (en adelante el Estudio) del Bloque de Explotación Llanos 34 desarrollado por Aqualogs SAS.

El objetivo general del documento es dar respuesta a los requerimientos formulados a GeoPark Colombia S.A.S por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (en adelante ANLA) conforme a lo establecido en la Resolución 1089 del 13 de junio 2024 y posteriormente precisando mediante la Resolución 2330 del 23 de octubre de 2024 (que resuelve el recurso de reposición)

En términos generales, mediante el primer acto administrativo (resolución 1089 de 2024) la ANLA impone en su primer artículo las siguientes medidas adicionales en el marco de la Licencia Ambiental del Bloque de Explotación Llanos 34.

“1. Presentar en el término de doce (12) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, un estudio hidrológico e hidráulico junto con los soportes de la modelación que involucre los procesos y sistemas hidrológicos que puedan tener influencia en el área del proyecto “Bloque de Explotación Llanos 34” (incluyendo el río Túa).

El estudio, acorde al Protocolo de modelación hidrológica e hidráulica (IDEAM, 2018), deberá describir detalladamente el protocolo de modelación y presentando como resultado las cotas de inundación y perfiles de velocidad en los sistemas lénticos, lóticos y llanuras inundables que se podrían presentar en diferentes escenarios hidrológicos interanuales (caudales ordinarios) y extremos a diferentes periodos de retorno, incluyendo condiciones de variabilidad y cambio climático.

El modelo deberá ser ejecutado en escenarios sin y con la existencia del proyecto analizando la variación de las condiciones de inundabilidad o cambios en la dinámica hidrográfica en el área del proyecto.”

Los anteriores requerimientos se fundamentan en comentarios realizados por las comunidades y la visualización de imágenes satelitales de Google Earth. En términos generales, la Autoridad Ambiental busca evaluar el cumplimiento de la implementación de las acciones de manejo para garantizar la mitigación y prevención de impactos que garanticen la “no interrupción de la dinámica hídrica” ocasionada por la infraestructura construida por Geopark, entre las cuales se incluyen las vías de acceso y las propias plataformas.

Para el desarrollo del alcance definido, se desarrolló una estructura modular, en la cual se definen un total de tres (3) productos con desarrollo individual, pero interdependencia técnica, cuyo contenido se presenta en la **Tabla 1-1**.

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		 GEO PARK CREAR VALOR Y RETRIBUIR
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

Tabla 1-1. Resumen de capítulos contenidos en el informe.

Informe	Contenido
01_INTRODUCCION	Corresponde al presente documento y contiene una breve introducción a la estructura del documento, que facilita su visualización.
02_CONCEPTUALIZACION_DEL _SISTEMA	Introducción: explica el propósito del documento y su rol dentro del estudio general, destacando la recopilación de información hidrometeorológica, geoespacial e histórica sobre inundaciones en el área de influencia de GeoPark. Fuentes de información: presenta las bases de datos utilizadas (imágenes Landsat y Sentinel, cartografía, reportes institucionales, etc.) y clasifica los insumos como primarios y secundarios. Metodología general: describe el marco para la modelación hidrológica y el modelo hidráulico, incluyendo procesos de regionalización de cuencas y selección de parámetros de simulación. Conceptualización hidrológica: caracteriza el bloque Llanos 34, delimitando la red hídrica principal (ríos Túa, Upía y Meta, además de caños locales). Se explican las dinámicas fluviales y factores de influencia sobre el comportamiento del agua superficial. Conceptualización hidráulica: desarrolla el análisis de la dinámica hídrica regional, los remansos del río Meta, los efectos de modificaciones antrópicas y las consideraciones necesarias para la modelación hidráulica. Eventos de inundación históricos: compila información proveniente de entidades oficiales (Alcaldías de Villanueva y Tauramena, Gobernación de Casanare, IDEAM). Se incluyen tablas de fechas, sectores afectados, pérdidas y testimonios comunitarios adquiridos mediante dos campañas de visitas en campo. Eventos de inundación actuales: documenta los eventos recientes de 2025, con reportes de alertas, niveles de los ríos Upía y Túa, afectaciones en vías y plataformas del bloque, y la mancha de inundación detectada por sensores SAR.
03_ANALISIS_HIDROCLIMATOLOGICO	Introducción: plantea el objetivo de generar información hidrológica que represente adecuadamente los escenarios de crecida. Análisis de la cuenca de estudio: delimita y caracteriza las cuencas asociadas al bloque Llanos 34, identificando las estaciones hidroclimatológicas y aplicando análisis morfométricos y de coberturas del suelo. Análisis de datos climatológicos: describe el tratamiento estadístico de las series de precipitación y caudales (relleno de datos faltantes, pruebas de homogeneidad, correlación, valores atípicos e imputación de datos). Cambio climático: explica los modelos y escenarios climáticos (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5), su reducción de escala y los posibles efectos sobre la precipitación futura. Estudio hidrológico: presenta la metodología de modelación mediante el modelo conceptual y numérico TOPMODEL, criterios de calibración y validación, e hidrogramas resultantes para el río Upía. Análisis de flujos base: evalúa la contribución subterránea al régimen hidrológico mediante separación de caudales y análisis de su variabilidad temporal.

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		 GEO PARK CREAR VALOR Y RETRIBUIR
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

Informe	Contenido
	Conclusiones y anexos: sintetizan los hallazgos y anexan mapas, bases de datos y resultados de modelación.
04_ANALISIS_HIDRAULICO	Introducción: define el objetivo de simular las condiciones de flujo e inundación y analizar los impactos de la infraestructura de GeoPark. Levantamiento de campo: describe la metodología para construir el inventario de estructuras hidráulicas (puentes, box culvert, alcantarillas), identificando 780 estructuras en total, de las cuales 149 tienen registro previo. Incluye también entrevistas comunitarias sobre eventos de inundación. Modelación hidráulica: explica el modelo numérico usado, la parametrización de fricción, la construcción de la malla computacional, las condiciones de frontera y los escenarios simulados. Metodología: detalla el flujo de trabajo y las limitaciones técnicas de los insumos. Resultados: muestra los mapas de inundación, cotas de agua, velocidades y variaciones de la dinámica fluvial, permitiendo evaluar las zonas críticas y los posibles efectos de las obras. De forma adicional, en el marco de las modelaciones

Fuente: Aqualogs SAS (2025)

Tomando en consideración lo descrito anteriormente, cada uno de los capítulos corresponde a una aproximación individual y autocontenida de sus propios objetivos específicos, abordando metodología, marco teórico y por supuesto los resultados. Los anexos e información empleada en cada documento se presentan de forma ordenada dentro de cada informe.

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

1.1. Índice temático

Con el objetivo de facilitar la comprensión de lo requerido por la ANLA en los actos administrativos mencionados anteriormente, en la **Tabla 1-2** se presenta un listado de los objetivos planteados en la sección resolutive de los actos administrativos y el aparte del presente estudio en el cual se presentan los resultados que dan respuesta a lo requerido Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 en el

[Tabla 1-2. Resumen de capítulos contenidos en el informe.](#)

Resolución 2330 de 2024 Artículo Primero Reponer y en consecuencia modificar el artículo primero de la Resolución 1089 del 13 de junio de 2024, el cual quedará de la siguiente manera:	Capítulo /Anexo
1. Presentar en el término de doce (12) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, un estudio hidrológico y de modelación hidráulica de inundaciones, con el objetivo de “Efectuar los análisis correspondientes a los procesos de inundación, para determinar el impacto atribuible a la infraestructura del proyecto Llanos 34 y verificar o plantear las medidas de manejo que permitan prevenir, controlar o mitigar la afectación de cuerpos de agua superficiales y bajos inundables por interrupción de la dinámica hídrica”.	Informe: 03_ANALISIS_HIDROCLIMATOLOGICO Informe: 04_ANALISIS_HIDRAULICO
2. El estudio debe presentar una conceptualización del comportamiento hidrológico del área, para lo cual se podrán emplear métodos debidamente soportados en literatura hidrológica especializada. Dentro de esta conceptualización se deben considerar: i) posibles remansos del río Meta y ii) conexiones hidráulicas de los cuerpos de agua lénticos y lóticos en el área del Bloque de Explotación Llanos 34	Capítulo 3, 5.4 - Informe: 02_CONCEPTUALIZACION_DEL_SISTEMA Capítulo 4 - Informe: 02_CONCEPTUALIZACION_DEL_SISTEMA Capítulo 4.2 - Informe: 02_CONCEPTUALIZACION_DEL_SISTEMA
3. El dominio de modelación debe incluir al Bloque de Explotación Llanos 34, plataformas y vías del proyecto. Las estructuras hidráulicas que se encuentren dentro del dominio del modelo hidráulico asociadas a vías municipales y departamentales deberán ser inventariadas e incluidas dentro del ejercicio de modelación con el objetivo de recrear escenarios correspondientes a la realidad del terreno.	Capítulo 2 - Informe: 04_ANALISIS_HIDRAULICO Anexo A1_LevantamientoCampo Capítulo 3.1.1. - Informe: 04_ANALISIS_HIDRAULICO
4. Se deberán modelar escenarios de caudales máximos a periodos de retorno de: 2,33, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Así mismo, deberá incluir escenarios de variabilidad climática y cambio climático. En todo caso, se debe garantizar que estos escenarios contemplen de forma anterior y posterior a las crecientes la presencia de flujo base.	Capítulo 4. Informe: 03_ANALISIS_HIDROCLIMATOLOGICO Anexo A4_EstudioHidrologico Resultados del modelo hidrológico

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

Resolución 2330 de 2024	Capítulo /Anexo
Artículo Primero Reponer y en consecuencia modificar el artículo primero de la Resolución 1089 del 13 de junio de 2024, el cual quedará de la siguiente manera:	
5. De acuerdo con el Protocolo de Modelación Hidrológica e Hidráulica (IDEAM, 2018), el estudio deberá describir detalladamente el protocolo de modelación y presentar como resultado las cotas de inundación y perfiles de velocidad en los sistemas lénticos, lóticos y llanuras inundables.	Capítulo 3.3 Informe: 04_ANALISIS_HIDRAULICO Anexo No. Postproceso resultados de modelación.
6. El modelo deberá ser ejecutado en escenarios sin y con la existencia del proyecto (es decir removiendo las vías y las plataformas del modelo digital de terreno) analizando la presencia de interrupciones en el flujo causadas por estas obras.	Capítulo 3.2.2. Informe 04_ANALISIS_HIDRAULICO Anexo No. Información de modelación.

Fuente: Aqualogs SAS (2025)

Así mismo, teniendo en cuenta que la Resolución 2330 de 2024 por la cual se resuelve recursos de reposición contra la Resolución 1089, indicando en su Artículo Segundo: *Los demás términos, condiciones y disposiciones de la Resolución 1089 de 13 de junio de 2024, que no son objeto de modificación en este proveído, se mantienen y serán exigibles para el titular de la licencia ambiental, a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.*

A continuación, se precisa como se dio cumplimiento a los demás requerimientos de la ANLA, en el marco de la elaboración del Estudio

Resolución 1089 de 13 de junio de 2024	Capítulo /Anexo
ARTÍCULO SEGUNDO. La sociedad GEOPARK COLOMBIA S.A.S., con ocasión al estudio hidrológico e hidráulico, deberá dar cumplimiento a las siguientes obligaciones y presentar los soportes que permitan verificar el desarrollo de estas, según la temporalidad que se establece:	
1. Desarrollar una reunión semestral con las comunidades y autoridades del área de influencia del proyecto, con el fin de informar sobre el proceso de elaboración del modelo hidrológico e hidráulico, sus insumos y avances. 2. Desarrollar una reunión con las comunidades y autoridades del área de influencia del proyecto, con el fin de informar los resultados del modelo hidrológico e hidráulico, explicando detalladamente la incidencia que tiene el proyecto en relación con la variación de niveles, duración y velocidad de las inundaciones, así como el contexto regional de dichos procesos*	Capítulo 6.1 Informe: 02_CONCEPTUALIZACIÓN_DEL_SISTEMA Anexo A3_Actas de reunión y Visita a comunidades.
Artículo Tercero Presentar a esta Autoridad cada seis (6) meses, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, los soportes de avance de la elaboración del estudio hidrológico e hidráulico, como de la ejecución de las reuniones	GeoPark ha mantenido informada a la Autoridad Ambiental respecto a los avances en la elaboración del Estudio, a través de las siguientes actividades:

Estudio hidrológico y modelación hidráulica Bloque de Explotación Llanos 34 – Introducción		 GEOPARK CREAR VALOR Y RETRIBUIR
Código: AQ_194	Versión: 02	Cliente

de socialización respecto a la elaboración del modelo hidrológico e hidráulico, con las comunidades y autoridades locales del área de influencia del proyecto, hasta la presentación de resultados de este.	El 14 de febrero de 2025 se sostuvo una reunión presencial con el grupo de especialista en la materia, el subdirector y el grupo de profesionales de la Subdirección de Seguimiento de Licencias. El 31 de julio de 2025 a través del radicado 20256200897822 se remite a ANLA informe de avance con el compendio de las actividades adelantadas con los respectivos soportes los cuales se presentan en la carpeta 02_CONCEPTUALIZACION_DEL _SISTEMA, Anexo A3_EventosHistoricos, ActasdeReunión.
---	--

* Nota aclaratoria frente al numeral 2 del Artículo Segundo: Teniendo en cuenta la prórroga otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales mediante la Resolución No. 003223 de noviembre de 2025, una vez finalizado el Estudio, conforme al plazo solicitado iniciará la coordinación de los espacios y convocatoria con el fin de reunir a las comunidades y autoridades locales y regionales, con el propósito de presentar y socializar los resultados finales del estudio. Una vez se realicen estos espacios, se entregarán a la ANLA los soportes correspondientes que evidencien la ejecución de dichas actividades.