



DEMANDA DE RECURSOS NATURALES VERTIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

7	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
7.3	VERTIMIENTOS.....	1
7.3.1	Para vertimientos en cuerpos de agua continentales.....	2
7.3.1.1	Generación de aguas residuales	8
7.3.1.2	Características de los vertimientos	8
7.3.1.3	Caracterización de las fuentes de agua receptoras de los vertimientos. 9	
7.3.1.4	Infraestructura y sistemas de tratamiento	11
7.3.1.5	Modelación de tiempos de Viaje	18
7.3.1.6	Modelación de los vertimientos.....	22
7.3.1.7	Definición de longitud de influencia de los vertimientos	24
7.3.1.8	Descripción de los impactos derivados de los vertimientos de aguas residuales	25
7.3.2	Para vertimientos en suelo	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 7.3.1.1 Resumen de vertimientos no objeto de modificación; devolución o exclusión; modificación y/o nuevos vertimientos para la Modificación de la Licencia Ambiental del proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote.	3
Tabla 7.3.1.2 Vertimientos que continúan conforme a lo autorizado en el Artículo Noveno de la Resolución 00782 de 2019 y que no son objeto de modificación.	5
Tabla 7.3.1.3 Vertimientos objeto de modificación de la licencia ambiental del Proyecto.....	7
Tabla 7.3.1.4 Observaciones sobre cambios realizados en los puntos ya licenciados	7
Tabla 7.3.1.5 Concentraciones de entrega de la PTAR	8
Tabla 7.3.1.6 Caudales mínimos, medio y ambiental del río Nus	11
Tabla 7.3.1.7 Caudales máximos del río Nus.....	11
Tabla 7.3.1.8 Características del agua residual	11
Tabla 7.3.1.9 Requerimientos de cumplimiento de parámetros fisicoquímicos para vertimiento (Art. 8, resolución 0631 de 2015).....	12
Tabla 7.3.1.10 Definición de tramos sobre el río Nus para los tiempos de viaje	19
Tabla 7.3.1.11 Tiempos medios de viaje y tiempo de arribo.....	21
Tabla 7.3.2.1 Vertimientos para la etapa de reasentamiento y construcción y montaje	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.3.1.1 Ubicación puntos de vertimiento	6
Figura 7.3.1.2 Delimitación de la cuenca del río Nus y valoración del perfil longitudinal sobre su cauce principal.....	10
Figura 7.3.1.3 Diagrama de flujo de procesos PTAR	13
Figura 7.3.1.4 Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR.....	13
Figura 7.3.1.5 Planta, perfil del sedimentador El Banco.....	15
Figura 7.3.1.6 Planta Perfil del sedimentador San Antonio	16
Figura 7.3.1.7 Planta del sedimentador La Colorada	18
Figura 7.3.1.8 Localización y esquema de ubicación de puntos de seguimiento de tiempo de viaje.....	19

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MINERÍA DE ORO A CIELO ABIERTO GRAMALOTE

ATENCION A REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN ADICIONAL

ACTA 30 DE 30 DE JUNIO DE 2026

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Este capítulo presenta la caracterización de los recursos naturales demandados y su forma de uso, aprovechamiento y/o afectación, por las obras y/o actividades objeto de la Modificación de licencia del Proyecto Gramalote. Además, se diligencian los Formularios Únicos Nacionales (FUN), requeridos para gestionar los permisos, concesiones y autorizaciones, según la normatividad ambiental vigente.

7.3 VERTIMIENTOS

En este numeral se presentan los puntos de vertimientos de agua residual domestica e industrial autorizados y aquellos que tendrá la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote en sus etapas de construcción, montaje y operación. Se identifican las fuentes receptoras y se presenta un resumen de su caracterización (5.1.5 Hidrología), se describe la información requerida para la solicitud de los permisos de vertimientos y los criterios y parámetros establecidos en la modelación de estos, para lo cual en ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS se incluyen los cálculos base, los formularios únicos nacionales, y los informes de descripción de las obras de vertimiento, así como las memorias de cálculo y la planimetría, que soportan los puntos de vertimientos requeridas para el Proyecto, [igualmente se presenta la Evaluación Ambiental del Vertimiento conforme lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 de 2015.](#)

Es importante resaltar que, para cada punto de vertimiento se solicitó su permiso mediante el diligenciamiento del Formato Único Nacional (FUN) de permiso de vertimiento a cuerpos de agua (Ver ANEXOS_DEMANDA_FUN), sin embargo, para estos mismos puntos no se presenta el permiso de ocupación de cauce, ya que los documentos técnicos de línea base para ambos tramites comparten la misma información, por lo que para evitar la duplicidad de la información presentada a la autoridad solo se presentó el de vertimiento; adicionalmente ,la información relacionada al análisis de las crecientes para diferentes periodos de retorno se presentan en el capítulo 5.1.5.4 del capítulo de hidrología y el área ocupada se especifica en la sección IV del FUN como generalidad relevante.

7.3.1 Para vertimientos en cuerpos de agua continentales

A continuación, en la Tabla 7.3.1.1, se presenta el resumen de los vertimientos que requiere el proyecto, que incluye los autorizados en la Resolución 1514 de 2015, modificada por la Resolución 0309 de 2016 y la Resolución 00782 de 2019 (con su análisis de continuidad (no objeto de modificación); devolución o exclusión y/o modificación) y los nuevos vertimientos requeridos para el proyecto.

Tabla 7.3.1.1 Resumen de vertimientos no objeto de modificación; devolución o exclusión; modificación y/o nuevos vertimientos para la Modificación de la Licencia Ambiental del proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote

Etapas	ID	Caudal (L/s)	T. Descarga (horas/día)	Fuente Generadora	Fuente Receptora	Sistema Tratamiento	Uso	Acto Admin.	Modificación	Cambio	Vertimientos para la Modificación
CM	V1	165	24	Sedimentador del depósito de estériles oeste	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V2	--
CM	V2	102	24	Sedimentador del depósito de estériles este	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VC2
CM	V5	0,3	24	Plataforma El Diluvio —Taller	Río Nus	Trampa de grasas	Industrial	R-0309	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V16	--
CM	V7	5,8	24	PTAR Campamento El Torito	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V8	--
CM	V8	25	24	PTAR Campamento La Perla	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VC8
CM	V9	4,42	24	Planta de trituración acopio cantera	Quebrada La Palestina	Sedimentador - Trampa de grasas	Industrial	R-0309	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V16	--
CM	V10	4,42	24	Planta de trituración	Quebrada San Antonio	Sedimentador - Trampa de grasas	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V16	--
CM	V11	0,23	24	Planta de transferencia- Polvorín	Quebrada Guacas	Anaerobio prefabricado (Tipo séptico integrado)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V8	--
CM	V28	0,23	24	Portería	Río Nus	Tanque séptico y filtro FAFA	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para construcción V8	--
CM	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	Vertimiento Nuevo	Vertimiento nuevo para la Modificación	VC16
CM	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	Vertimiento Nuevo	Vertimiento nuevo para la Modificación	VC29

Etapas	ID	Caudal (L/s)	T. Descarga (horas/día)	Fuente Generadora	Fuente Receptora	Sistema Tratamiento	Uso	Acto Admin.	Modificación	Cambio	Vertimientos para la Modificación
OP	V1	165	24	Sedimentador del depósito de estériles oeste	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para operación V2	--
OP	V2	102	24	Sedimentador del depósito de estériles este	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VO2
OP	V7	5,8	24	PTAR Campamento El Torito	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para operación V8	--
OP	V8	25	24	PTAR Campamento La Perla	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VO8
OP	V11	0,23	24	Planta de transferencia-Polvorín	Quebrada Guacas	Anaerobio prefabricado (Tipo séptico integrado)	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para operación V8	--
OP	V16	72,1	24	Sedimentador La Colorada	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-0309	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VO16
OP	V21	840	24	Sedimentador del campamento	Río Nus	Sedimentador	Industrial	R-00782	No Objeto de Modificación	No presenta cambios para la Modificación	Continúan conforme a lo autorizado
OP	V28	0,23	24	Portería	Río Nus	Tanque séptico y filtro FAFA	Doméstico	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio por vertimiento para operación V8	--
OP	V29	14	24	Escorrentía depósito óxidos 1	Río Nus	Mejores prácticas operacionales (zanjas de derivación, disipadores de energía, piscinas, bermas de drenaje y estructuras menores para control de sedimentos)	Industrial	R-00782	Objeto de Modificación	Cambio de condiciones y especificaciones	VO29
CA	V7	5,8	24	PTAR Campamento El Torito	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	Doméstico	R-00782	No Objeto de Modificación	No presenta cambios para la Modificación	Continúan conforme a lo autorizado
CA	V28	0,23	24	Portería	Río Nus	Tanque séptico y filtro FAFA	Doméstico	R-00782	No Objeto de Modificación	No presenta cambios para la Modificación	Continúan conforme a lo autorizado

Nota: (*) Valores asociados a puntos de vertimiento nuevos, la información de estos puntos se presenta en Tabla 7.3.1.3

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025. RE: Reasentamiento, CM: Construcción, OP: Operación, A: Cierre.

De acuerdo con lo anterior y con el propósito de dar mayor claridad, a continuación, se presentan los vertimientos que no son objeto de modificación y por lo consiguiente continúan conforme a lo autorizado mediante el Artículo Noveno de la Resolución 00782 de 2019, que modificó el Artículo Quinto de la Resolución 0309 de 2016 por medio de la cual se resolvió un recurso de reposición interpuesto contra la Resolución 1514 de 2015 (Ver Tabla 7.3.1.2).

Tabla 7.3.1.2 Vertimientos que continúan conforme a lo autorizado en el Artículo Noveno de la Resolución 00782 de 2019 y que no son objeto de modificación

ID	Fuente Generadora	Fuente Receptora	Sistema Tratamiento	Caudal (l/s)	T. Descarga (horas/día)
Vertimientos etapa de operación					
Uso industrial					
V21	Sedimentador del campamento	Río Nus	Sedimentador	840	24
Vertimientos etapa de abandono y cierre					
Uso doméstico					
V7	PTAR Campamento El Torito	Río Nus	Aerobio prefabricado (Lodos activados)	5,8	24
V28	Portería	Río Nus	Tanque séptico y filtro FAFA	0,23	24

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

A continuación, se presentan el detalle de los vertimientos nuevos o que requieren modificación respecto a lo autorizado mediante el Artículo Quinto de la Resolución 0309 de 2016 por medio de la cual se resolvió un recurso de reposición interpuesto contra la Resolución 1514 de 2015, y/o el Artículo Noveno de la Resolución 00782 de 2019; y que por ende son objeto de modificación de la licencia del Proyecto (Ver Tabla 7.3.1.3).

Adicionalmente, en la Tabla 7.3.1.4 se da claridad sobre los cambios realizados a los puntos de vertimiento V8, V2 y V29 asimismo en la Figura 7.3.1.1 se presenta la ubicación de los vertimientos (Ver ubicación general en el mapa I-M-10719-GCLMEIA2-V1-DRN-07-VERT).

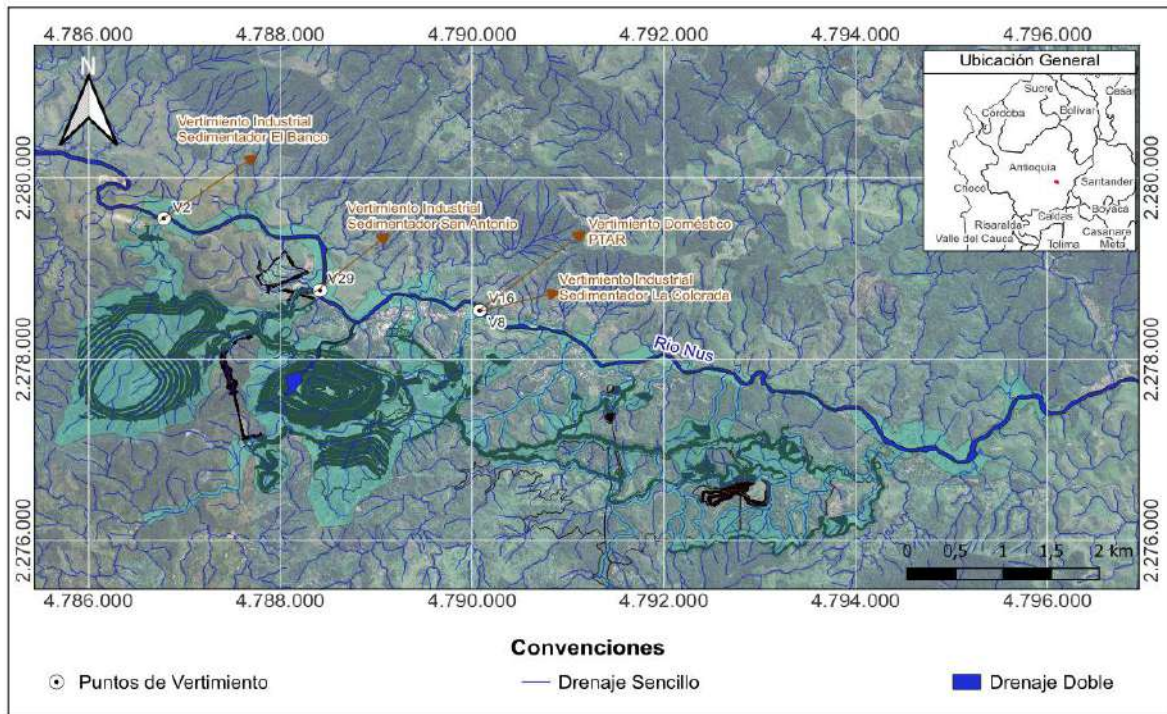


Figura 7.3.1.1 Ubicación puntos de vertimiento

Fuente: Integral S.A., 2025

Tabla 7.3.1.3 Vertimientos objeto de modificación de la licencia ambiental del Proyecto

ID	Uso	Coord: X	Coord: Y	Fuente Generadora	Fuente Receptora	Sistema de Tratamiento	Caudal (l/s)	T. Descarga (horas/día)
VC2	Industrial	4.786.781,93	2.279.556,35	Sedimentador El Banco	Río Nus	Sedimentador	340	24
VC8	Doméstico	4.790.084,72	2.278.543,26	PTAR Plataforma Planta	Río Nus	PTAR	3,5	24
VC16	Industrial	4.790.084,91	2.278.549,28	Sedimentador La Colorada	Río Nus	Sedimentador	380	24
VC29	Industrial	4.788.427,84	2.278.764,23	Sedimentador San Antonio	Río Nus	Sedimentador	430	24
VO2	Industrial	4.786.781,93	2.279.556,35	Sedimentador El Banco	Río Nus	Sedimentador	340	24
VO8	Doméstico	4.790.084,72	2.278.543,26	PTAR Plataforma Planta	Río Nus	PTAR	3,5	24
VO16	Industrial	4.790.084,91	2.278.549,28	Sedimentador La Colorada	Río Nus	Sedimentador	380	24
VO29	Industrial	4.788.427,84	2.278.764,23	Sedimentador San Antonio	Río Nus	Sedimentador	430	24

Nota: VC: Vertederos en etapa de construcción, VO: Vertederos en etapa de Operación.

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

Tabla 7.3.1.4 Observaciones sobre cambios realizados en los puntos ya licenciados

ID	Observación
V2 (Construcción) y V2 (Operación)	Cambio de ubicación: Coordenadas antes: 4.786.744,09; 2.279.558,93. /Coordenadas nuevas 4.786.781,93 ; 2.279.556,35 . / Distancia de cambio: 37,80 m. Cambio del nombre de la fuente generadora: de “Sedimentador del depósito de estériles este” por “Sedimentador El Banco” Cambio del caudal vertido: de 102 l/s a 340 l/s
V8 (Construcción) y V8 (Operación)	Cambio de ubicación: Coordenadas antes: 4.788.403,85; 2.278.779,98. /Coordenadas nuevas: 4.790.084,72 ; 2.278.543,26 . / Distancia de cambio: 2,10 km. Cambio del caudal vertido: de 25 l/s a 3,5 l/s.
V29 (Operación)	Cambio de ubicación: Coordenadas antes: 4.788.403,86; 2.278.779,98. / Coordenadas nuevas: 4.788.427,84; 2.278.764,23 / Distancia de cambio: 15,52 m Cambio del nombre de la fuente generadora: de “Escorrentía deposito óxidos 1” por “Sedimentador El San Antonio”. Cambio del caudal vertido de un caudal: de 14 l/s a 430 l/s
V16 (Operación)	Cambio de ubicación: Coordenadas antes: 4.789.988,95; 2.278.615,65. / Coordenadas nuevas: 4.790.084,91; 2.278.549,28/ Distancia de cambio: 116,70 m. Cambio del caudal vertido: de 72,10 l/s a 380 l/s.

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.1.1 Generación de aguas residuales

7.3.1.1.1 Aguas residuales de origen domestico

Durante la etapa de construcción y montaje y operación del proyecto se generarán aguas residuales de origen domestico proveniente del campamento que serán tratadas con la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Para el diseño del sistema de tratamiento y por ende conocer el caudal del vertimiento ($0,0035 \text{ m}^3/\text{s}$), se tuvieron en cuenta el personal a atender durante la etapa de construcción y montaje y operación (población permanente de 700 habitantes) y los sistemas de tratamiento se proyectaron para atender el caudal máximo horario con un coeficiente de retorno de 0,85.

7.3.1.1.2 Aguas residuales de origen industrial

Durante la etapa de construcción y montaje y operación del proyecto se generarán aguas residuales de origen industrial proveniente de aguas de contacto no procedentes del proceso de beneficio de los minerales, mediante tres sedimentadores tipo presa, denominados El Banco, San Antonio y La Colorada, nombre que se asocia al afluente donde se encuentran ubicados. El caudal de operación normal para cada uno se define por su respectivo caudal medio de invierno, considerándose como eventos de creciente los caudales superiores a este valor.

- Sedimentador El Banco. Caudal de diseño = $0,34 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Sedimentador San Antonio. Caudal de diseño = $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Sedimentador La Colorada Caudal de diseño = $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.3.1.2 Características de los vertimientos

7.3.1.2.1 Características de las aguas residuales domésticas

A continuación, se presentan los parámetros fisicoquímicos y los respectivos límites de vertimiento para el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Su diseño y operación se ajustan a lo establecido en el artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos de tipo doméstico en cuerpos de agua superficiales. En particular, la PTAR fue dimensionada para manejar una carga orgánica dentro del rango de 625 a 3.000 kg/día de DBO_5 , lo que determina los Límites Máximos Permisibles (LMP) aplicables, los cuales se detallan en la Tabla 7.3.1.5.

Tabla 7.3.1.5 Concentraciones de entrega de la PTAR

Parámetro	Unidad	Límite máximo	concentración de entrada	concentración de salida
Ph	Unidades de Ph	6-9	7-8	7-8
DQO	mg O_2/l	180	750,00	105
DBO5	mg O_2/l	90	310,00	23,25
SST	mg/l	90	285,00	28,5
SSED	mg/l	5	15,00	0,75
Grasas y Aceites	mg/l	20	125,00	1,04

Fuente: Integral S.A., 2025

Por lo anterior el diseño de la planta deberá tener una remoción teórica cercana o superior al 84%, cumpliendo con los parámetros mencionados para tener holgura en el tratamiento y alcanzar la calidad requerida por la normativa

7.3.1.2.2 Características de las aguas industriales

Los sedimentadores El Banco y San Antonio están diseñados para el control de sedimentos y gestión de aguas de escorrentía en condiciones de lluvia extrema y operación regular. En cuanto a la calidad del efluente, ambos sedimentadores están proyectados para mantener concentraciones de sólidos suspendidos totales (TSS) inferiores a 50 mg/L en la descarga, en cumplimiento con establecido por la Resolución 0631 de 2015.

De igual forma, el sedimentador La Colorada es un embalse de decantación diseñado para la retención de sólidos suspendidos provenientes del proyecto minero, pero no son provenientes de los procesos de beneficio del mineral explotado. Los análisis teóricos indican que, incluso bajo condiciones avanzadas de colmatación, las concentraciones de sólidos suspendidos en el efluente serían de aproximadamente 3,86 mg/L, cumpliendo con el límite de 50 mg/L establecido por la Resolución 0631 de 2015.

7.3.1.3 Caracterización de las fuentes de agua receptoras de los vertimientos

Se identificaron como cuenca receptora de los vertimientos la cuenca del río Nus. En este numeral se realizará una descripción de dichas fuentes en términos de calidad, caudales y capacidad de asimilación

7.3.1.3.1 Características hidráulicas de la fuente receptora de los vertimientos

A continuación, se presentan las características hidráulicas y de calidad del río Nus, fuente hídrica que será la receptora de los vertimientos domésticos e industriales.

En el capítulo 5.1.5.3 de caracterización abiótica, se presenta el estudio hidrológico a detalle del río Nus incluyendo el cálculo de los caudales mostrados a continuación. De igual forma en el anexo ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTO_7_00_CampanasMonitoreo se presenta el informe de las campañas de monitoreo realizadas sobre el río Nus y sus tributarios en el área de influencia.

- **Rio Nus**

La cuenca del río Nus se localiza al este del departamento de Antioquia, en la zona central del mismo. El río forma su cuenca sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, en los municipios de Santo Domingo, Cisneros, Yolombó, Maceo, Puerto Berrío y Puerto Nare en su vertiente izquierda; y San Roque y Caracol en su vertiente derecha.

La cuenca del río Nus se caracteriza hasta la estación Caramanta, ya que, con los parámetros de la hoya hidrográfica hasta este punto se realizará el análisis de los caudales medios, mínimos, máximos y ambientales. La cuenca del río Nus hasta la estación limnográfica Caramanta [23087160] cuenta con un área de 277,60 km², con altitudes que varían entre los 2.230 m.s.n.m. hasta los 803 m.s.n.m.; cuenta con un perímetro de 101,97 km y una longitud de cauce de 50,25 km. (Ver Figura 7.3.1.2)

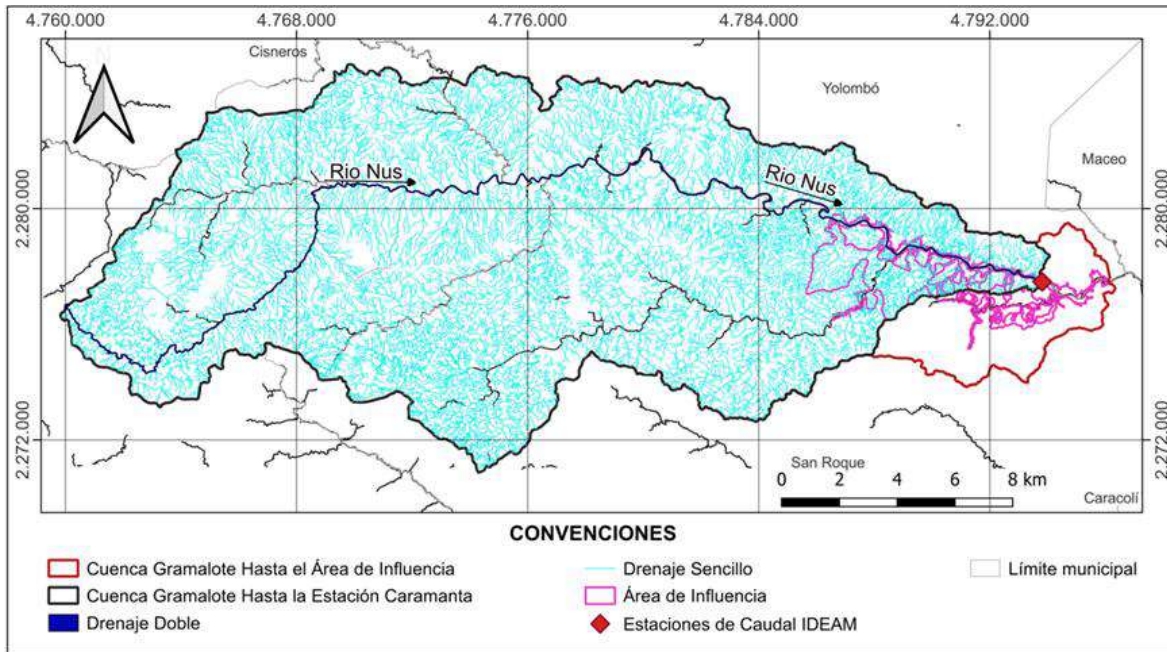
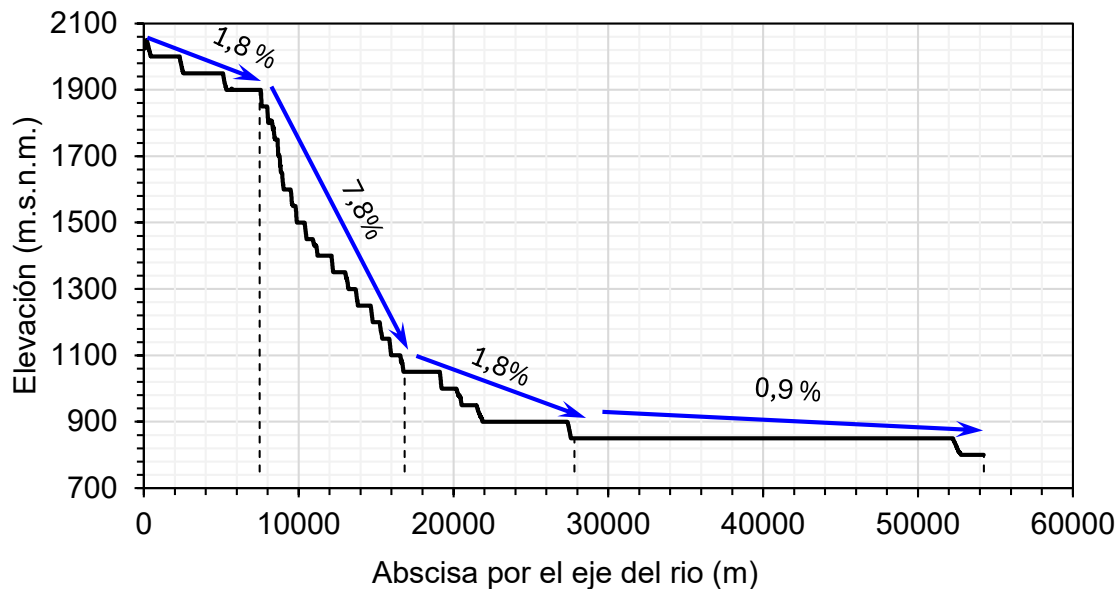


Figura 7.3.1.2 Delimitación de la cuenca del río Nus y valoración del perfil longitudinal sobre su cauce principal

Fuente: Integral S.A., 2025

En la Tabla 7.3.1.6 y Tabla 7.3.1.7 se presentan los caudales mínimos, medio y máximos para los diferentes periodos de retorno del Río Nus.

Tabla 7.3.1.6 Caudales mínimos, medio y ambiental del río Nus

Nombre Fuente	Área (km ²)	Caudales mínimos (m ³ /s)						Caudal medio adoptado (m ³ /s)	Caudal Ambiental (m ³ /s)
		2,3	5	10	25	50	100		
Nus	196,02	8,04	6,29	5,15	4,00	3,31	2,75	20,52	10,74

Fuente: Integral S.A., 2025

Tabla 7.3.1.7 Caudales máximos del río Nus

Nombre Fuente	Área (km ²)	Caudales máximos (m ³ /s)					
		2,3	5	10	25	50	100
Nus	196,02	174,10	220,17	260,59	315,59	359,52	406,07

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.1.4 Infraestructura y sistemas de tratamiento

A continuación, se mencionan los componentes de cada uno de los sistemas de tratamiento propuestos para las aguas residuales domésticas y no domésticas generadas en las diferentes etapas del proyecto.

7.3.1.4.1 Infraestructuras y sistemas de tratamiento para aguas residuales domesticas

La PTAR y el alcantarillado de aguas residuales son nuevos, por lo tanto, las características del efluente se plantearon con base en información teórica y de proyectos similares y para un caudal máximo mensual de 3,5 l/s. Se diseñó con un valor de cargas promedio entre fuerte y media como línea base, basados en los datos según la literatura (Metcalf & Eddy, 1985), como se presenta en la Tabla 7.3.1.8.

Tabla 7.3.1.8 Características del agua residual

Parámetros	Datos	Unidad
Demanda Química de Oxígeno (DQO)=	750	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)=	310	mg/l
Sólidos suspendidos Totales (SST)=	285	mg/l
Sólidos suspendidos Volátiles (SSV)=	262,5	mg/l
Sólidos sedimentables (SSED)=	15	mL/L
Grasas y Aceites (GyA)=	125	mg/l
Temperatura promedio del agua (T)=	23	°C
pH promedio =	7,8	

Fuente: Integral 2025

De acuerdo con los datos estimados para los parámetros de DBO, DQO y SST, este tipo de aguas se clasifica como biodegradable, lo cual permite inclinar el diseño de la PTAR hacia procesos biológicos para la remediación.

Con base en la información de entrada se estima el porcentaje de remoción requerida, con el fin de cumplir con los requerimientos máximos establecidos en el artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos en aguas superficiales de aguas residuales domesticas (ARD) tratadas con carga entre 625 y 3000 kg/día DBO5 (ver Tabla 7.3.1.9). Con dicho porcentaje de remoción requerido se dimensionan las estructuras hidráulicas de tratamiento de la planta.

Tabla 7.3.1.9 Requerimientos de cumplimiento de parámetros fisicoquímicos para vertimiento (Art. 8, resolución 0631 de 2015)

Parámetro	Unidad	Límite máximo	Remoción mínima del diseño
pH	unidades de pH	6 - 9	NA
DQO	mg O ₂ /l	180	76%
DBO ₅	mg O ₂ /l	90	71%
SST	mg/l	90	68%
SSSED	ml/l	5	67%
Grasas y Aceites	mg/l	20	84%

Fuente: Integral 2025

Por lo anterior el diseño de la planta deberá tener una remoción teórica cercana o superior al 84%, cumpliendo con los parámetros mencionados para tener holgura en el tratamiento y alcanzar la calidad requerida por la normativa. La PTAR estará compuesto por los elementos que se citan a continuación (ver Figura 7.3.1.3 y Figura 7.3.1.4). Los diseños se presentan en el anexo: ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_DiseñoSedimentadoresyPTAR.

- Trampa de grasas sedimentador.
- Reactor anóxico
- Reactor lodos activados tipo MBBR
- Sedimentador secundario
- Pozo de lodos
- Espesador hidráulico de lodos
- Lechos de secado de lodos
- Canal de salida

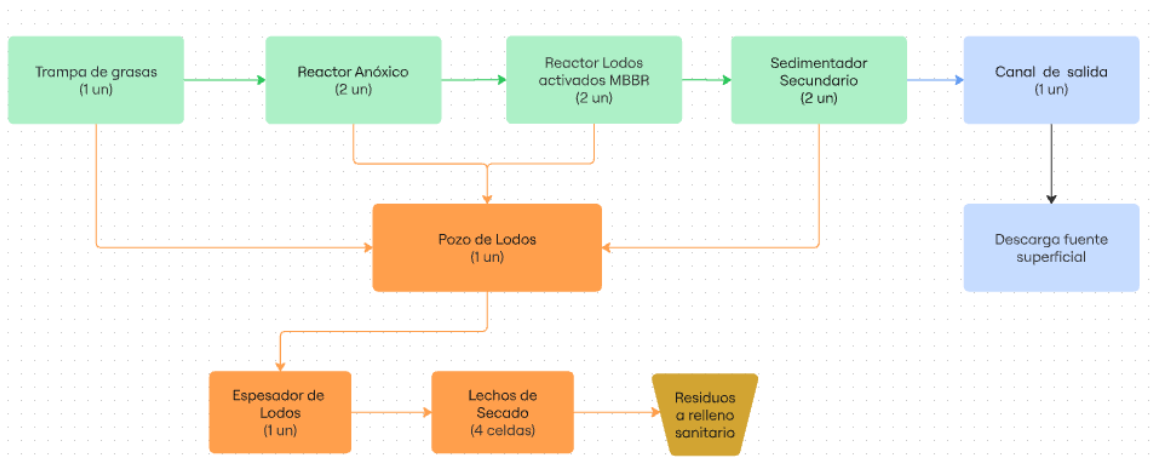


Figura 7.3.1.3 Diagrama de flujo de procesos PTAR

Fuente: Integral S.A. 2025

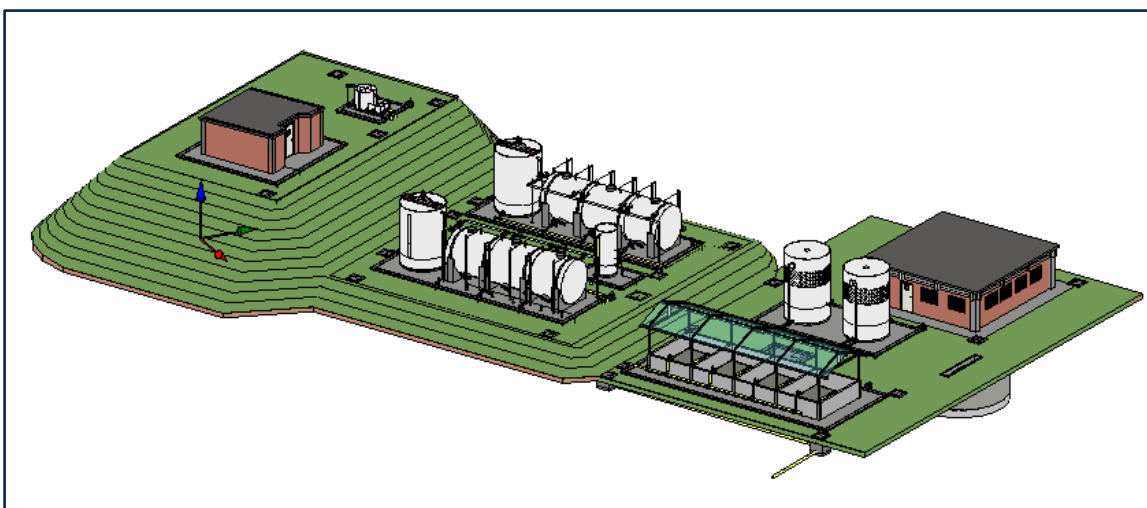


Figura 7.3.1.4 Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR

Fuente: Integral S.A. 2025

7.3.1.4.2 Infraestructuras y sistemas de tratamiento para aguas residuales no domesticas

Dentro del proyecto de Optimización del proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto, se tiene contemplado el tratamiento de los vertimientos industriales de aguas de contacto no procedentes del proceso de beneficio de los minerales, mediante tres sedimentadores tipo presa, denominados El Banco, San Antonio y La Colorada, nombre que se asocia al afluente donde se encuentran ubicados.

Es importante aclarar que el diseño de los sedimentadores El Banco y San Antonio fueron realizados por la empresa Tierra Group, y, por otro lado, el sedimentador de la colorada fue

diseñada por la empresa Integra S.A; ambas empresas contratistas pertenecientes al proyecto minero, lo que conlleva a que los métodos y esquemas que fueron utilizados para dichas obras podrían diferir en los elementos de control de caudales y sedimentos adoptados por cada uno.

En el anexo: ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_DiseñoSedimentadoresyPTAR se presentan los diseños a detalle de cada una de las estructuras. Con base a esta información se realiza a continuación una breve descripción de sus principales características

A. Deposito El Banco y San Antonio

Los sedimentadores El Banco y San Antonio están diseñados para el control de sedimentos y gestión de aguas de escorrentía en condiciones de lluvia extrema y operación regular. Cada uno cuenta con un vertedero principal, dimensionado para conducir sin fallas un evento de tormenta con período de retorno de 25 años (177 mm en 24 horas), mediante un sistema de entrada por caída y tubo vertical perforado. Adicionalmente, incorporan un vertedero de emergencia capaz de manejar eventos de lluvia máxima de 500 años (240 mm en 24 horas), garantizando la integridad estructural ante fenómenos hidrológicos extremos. Se asegura un borde libre mínimo de 0,5 m en este vertedero de emergencia durante el paso del caudal pico del evento de 500 años, previniendo desbordamientos y erosión del cauce. En cuanto a la calidad del efluente, ambos sedimentadores están proyectados para mantener concentraciones de sólidos suspendidos totales (TSS) inferiores a 50 mg/L en la descarga, en cumplimiento con establecido por la Resolución 0631 de 2015.

El sistema de descarga para los sedimentadores de El Banco y San Antonio está diseñado para integrarse con la dinámica natural de las quebradas El Banco y San Antonio, respectivamente, desde la ubicación del sedimentador hacia aguas abajo. El efluente tratado de cada sedimentador se entrega directamente al cauce natural de la quebrada homónima, el cual funciona como la estructura de conducción y dilución inicial del vertimiento.

Esta disposición significa que:

- (1) El punto de entrega del efluente de cada sedimentador se localiza en el cauce de la quebrada, aguas abajo del sedimentador.
- (2) El efluente tratado del sedimentador se descarga en el mismo cauce natural de la quebrada, a partir de este punto, el cauce funciona como la estructura de conducción y dilución del vertimiento, recibiendo únicamente los aportes naturales de la porción de cuenca no interceptada (aguas abajo del punto de descarga).
- (3) El punto final de vertimiento al cuerpo de agua receptor —y por lo tanto, el punto regulado normativamente— es la confluencia de cada quebrada con el río Nus. Es en este punto donde se verifica el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015.

Por lo tanto, los vertimientos no se consideran como una descarga aislada sobre la quebrada, sino como un aporte que utiliza su cauce como tramo de mezcla y conducción natural, cuyo impacto final se evalúa y regula en su punto de llegada al río Nus, el cuerpo de agua receptor definido para el proyecto.

Finalmente, se concluye que, los permisos de vertimiento se solicitan para la descarga al río Nus. Las quebradas actúan como canales de conducción natural entre los sedimentadores y el receptor final, por lo que no se consideran como vertimientos directos a estas fuentes menores, sino un uso de su cauce como parte del sistema de disposición final.

La descripción a detalle de los diseños de los sedimentadores del Banco y San Antonio se presenta en el anexo ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_DiseñoSedimentadoresyPTAR.

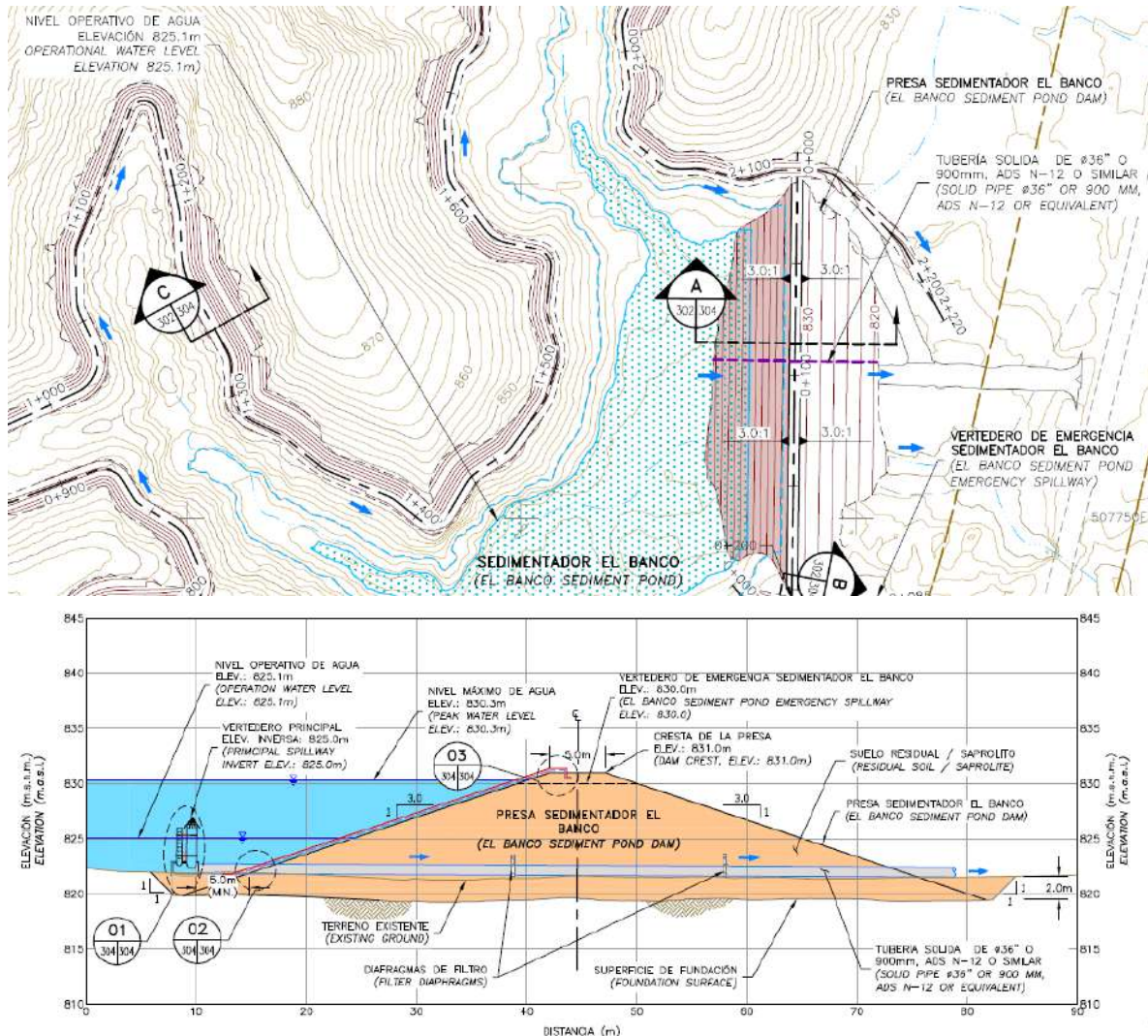


Figura 7.3.1.5 Planta, perfil del sedimentador El Banco

Fuente: Tierra Group International Ltd. Planos 12 y 14

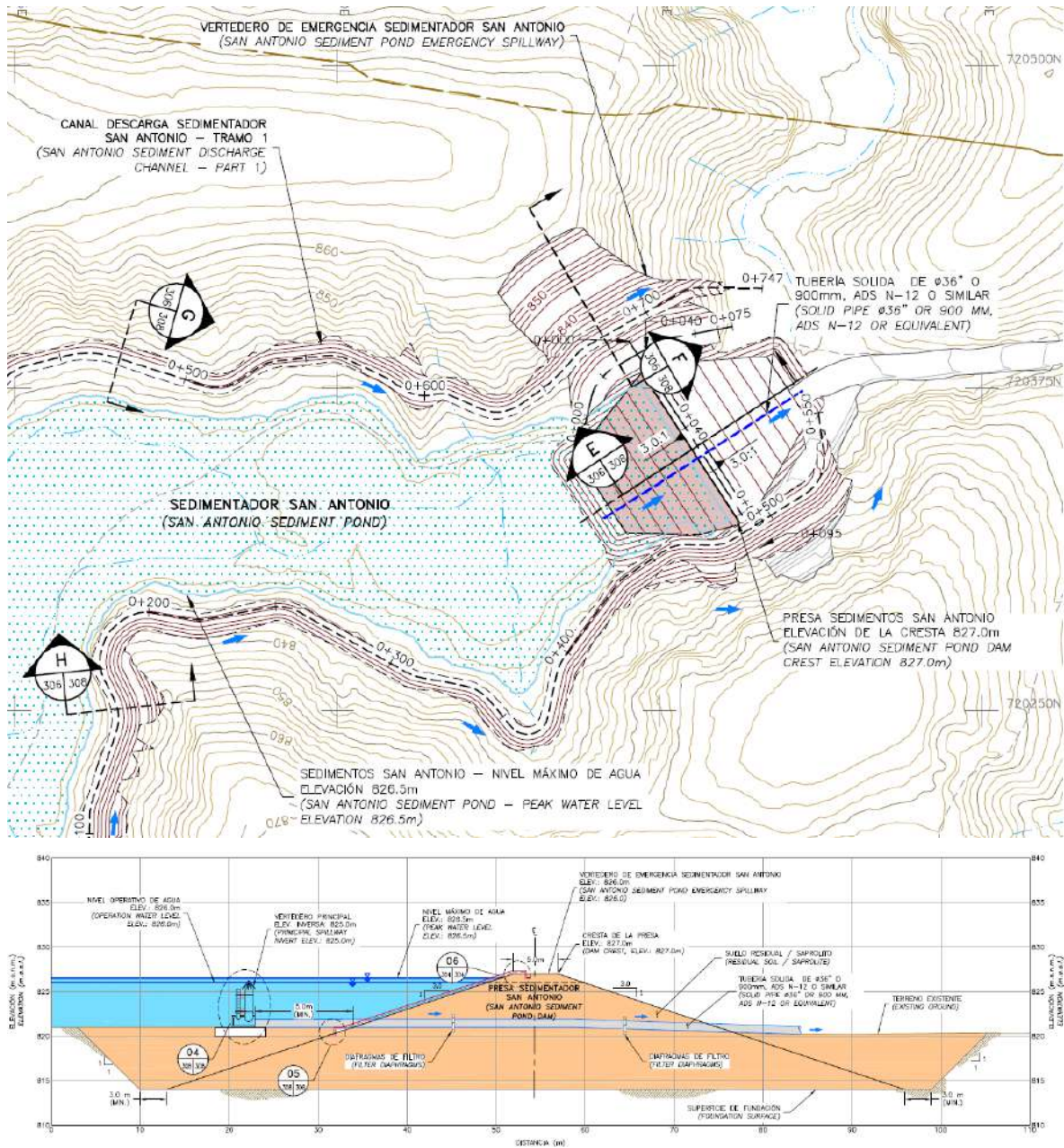


Figura 7.3.1.6 Planta Perfil del sedimentador San Antonio

Fuente: Tierra Group International Ltd. Planos 16 y 18

B. Deposito La Colorada

El sedimentador La Colorada es un embalse de decantación diseñado para la retención de sólidos suspendidos provenientes del proyecto minero. Su infraestructura aprovecha la futura vía de acceso entre los campamentos y la planta de procesamiento como dique principal, optimizando recursos y espacio.

El nivel normal de operación se estableció en la cota 826 m.s.n.m., maximizando el volumen de almacenamiento efectivo (65.347 m^3) y minimizando interferencias con la infraestructura adyacente, a la vez que garantiza una profundidad adecuada en la cola del embalse para futuras labores de limpieza con maquinaria. Se estima una tasa de sedimentación anual de 9.569 m^3 , con una retención del 77%, lo que requerirá al menos una operación de dragado máximo en siete años de operación, preferiblemente en los meses de verano, este tiempo se puede reevaluar luego de cada paso de alguna creciente mayor.

El vertedero de excesos, diseñado como estructura lateral para crecientes con un período de retorno de 500 años, regula el nivel operativo y descarga a través de un box-culvert de $2,50 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ hacia la Quebrada La Colorada, manteniendo un borde libre superior a 9 m respecto al punto más bajo de la vía, lo que cumple ampliamente con los estándares de seguridad. Los análisis teóricos indican que, incluso bajo condiciones avanzadas de colmatación, las concentraciones de sólidos suspendidos en el efluente serían de aproximadamente $3,86 \text{ mg/L}$, cumpliendo con el límite de 50 mg/L establecido por la Resolución 0631 de 2015.

El sistema de descarga para el sedimentador La Colorada está diseñado para integrarse con la dinámica natural de la quebrada La Colorada, desde la ubicación del sedimentador hacia aguas abajo. El efluente tratado del sedimentador se entrega directamente al cauce natural de la quebrada homónima, el cual funciona como la estructura de conducción y dilución inicial del vertimiento.

Esta disposición significa que:

- (1) El punto de entrega del efluente del sedimentador se localiza en el cauce de la quebrada, aguas abajo del sedimentador.
- (2) El efluente tratado del sedimentador se descarga en el mismo cauce natural de la quebrada, a partir de este punto, el cauce funciona como la estructura de conducción y dilución del vertimiento, recibiendo únicamente los aportes naturales de la porción de cuenca no interceptada (aguas abajo del punto de descarga).
- (3) El punto final de vertimiento al cuerpo de agua receptor —y, por lo tanto, el punto regulado normativamente— es la confluencia de cada quebrada con el río Nus. Es en este punto donde se verifica el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015.

Por lo tanto, el vertimiento no se considera como una descarga aislada sobre la quebrada, sino como un aporte que utiliza su cauce como tramo de mezcla y conducción natural, cuyo impacto final se evalúa y regula en su punto de llegada al río Nus, el cuerpo de agua receptor definido para el proyecto.

Finalmente, se concluye que, el permiso de vertimiento se solicita para la descarga al río Nus. La quebrada actúa como canal de conducción natural entre los sedimentadores y el receptor final, por lo que no se considera un vertimiento directo a esta fuente menor, sino un uso de su cauce como parte del sistema de disposición final.

La descripción a detalle del diseño del sedimentador La Colorada se presenta en el anexo ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_DiseñoSedimentadoresyPTAR.

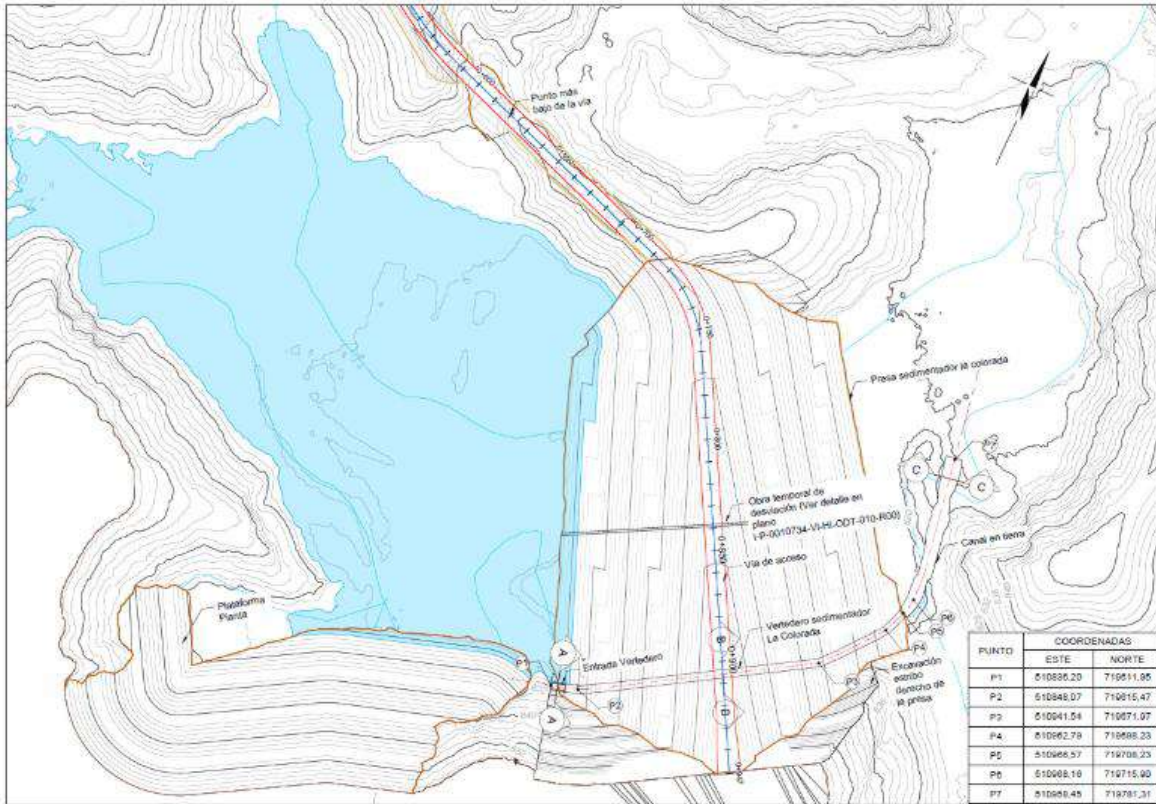


Figura 7.3.1.7 Planta del sedimentador La Colorada

Fuente: Integral S.A., 2025

7.3.1.5 Modelación de tiempos de Viaje

Para caracterizar la dinámica de transporte y dispersión de posibles contaminantes en el cuerpo receptor, se realizó un estudio de tiempos de viaje a lo largo del Río Nus paralela a la zona del proyecto y un tramo hacia aguas abajo del mismo para el análisis de la zona de mezcla, así como los tributarios de esa zona. La ubicación de los puntos de medición se presenta en la Figura 7.3.1.8.

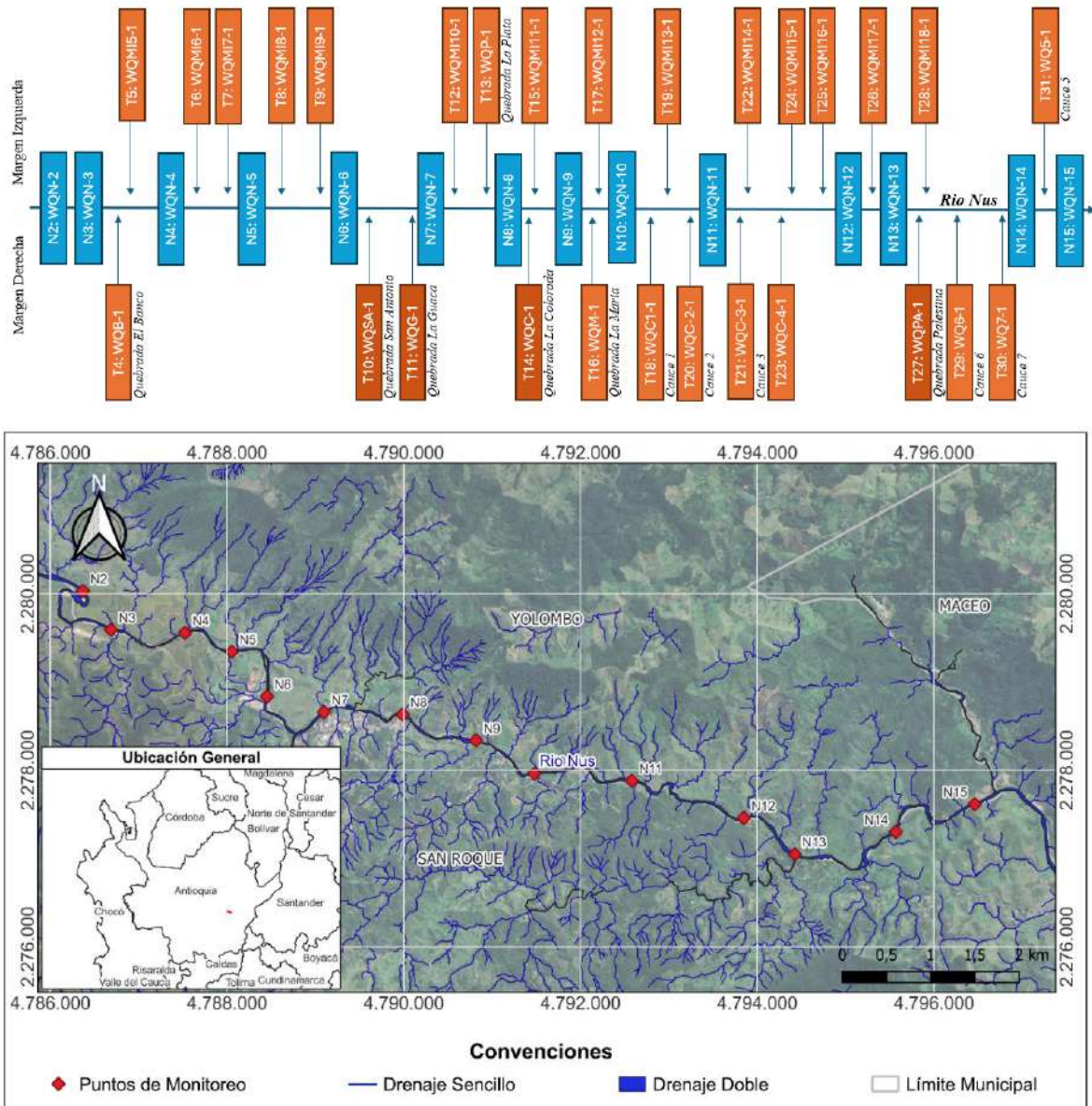


Figura 7.3.1.8 Localización y esquema de ubicación de puntos de seguimiento de tiempo de viaje

Fuente: Integral S.A., 2025

En la Tabla 7.3.1.10 se describe cada uno de los tramos y en la Tabla 7.3.1.11 se presentan el tiempo de arribo y tiempo medio de viaje estimado para cada uno de los tramos.

Tabla 7.3.1.10 Definición de tramos sobre el rio Nus para los tiempos de viaje

Tramo	Descripción	Cuerpo de agua
RioNus_Tramo4	Desde WQN-2 hasta WQN-3	Río Nus
RioNus_Tramo5	Desde WQN-3 hasta la confluencia con la qda. El Banco	Río Nus

Tramo	Descripción	Cuerpo de agua
RioNus_Tramo6	Desde la confluencia con la qda. El Banco hasta la confluencia con MI-5	Río Nus
RioNus_Tramo7	Desde la confluencia con MI-5 hasta WQN-4	Río Nus
RioNus_Tramo8	Desde WQN-4 hasta la confluencia con MI-6	Río Nus
RioNus_Tramo9	Desde la confluencia con MI-6 hasta la confluencia con MI-7	Río Nus
RioNus_Tramo10	Desde la confluencia con MI-7 hasta WQN-5	Río Nus
RioNus_Tramo11	Desde WQN-5 hasta la confluencia con MI-8	Río Nus
RioNus_Tramo12	Desde la confluencia con MI-8 hasta la confluencia con MI-9	Río Nus
RioNus_Tramo13	Desde la confluencia con MI-9 hasta WQN-6	Río Nus
RioNus_Tramo14	Desde WQN-6 hasta la confluencia con la qda. San Antonio	Río Nus
RioNus_Tramo15	Desde la confluencia con la qda. San Antonio hasta la confluencia con la qda. Guacas	Río Nus
RioNus_Tramo16	Desde la confluencia con la qda. Guacas hasta AR_V1 (vertimiento existente)	Río Nus
RioNus_Tramo17	Desde AR_V1 (vertimiento existente) hasta WQN-7	Río Nus
RioNus_Tramo18	Desde WQN-7 hasta la confluencia con MI-10	Río Nus
RioNus_Tramo19	Desde la confluencia con MI-10 hasta la confluencia con la qda. La Plata	Río Nus
RioNus_Tramo20	Desde la confluencia con la qda. La Plata hasta WQN-8	Río Nus
RioNus_Tramo21	Desde WQN-8 hasta la confluencia con la qda. La Colorada	Río Nus
RioNus_Tramo22	Desde la confluencia con la qda. La Colorada hasta AR_V2 (vertimiento existente)	Río Nus
RioNus_Tramo23	Desde AR_V2 (vertimiento existente) hasta la confluencia con MI-11	Río Nus
RioNus_Tramo24	Desde la confluencia con MI-11 hasta WQN-9	Río Nus
RioNus_Tramo25	Desde WQN-9 hasta la confluencia con la qda. La María y AR_V3	Río Nus
RioNus_Tramo26	Desde la confluencia con la qda. La María y AR_V3 hasta la confluencia con MI-12 y AR_V4	Río Nus
RioNus_Tramo27	Desde la confluencia con MI-12 y AR_V4 hasta WQN-10	Río Nus
RioNus_Tramo28	Desde WQN-10 hasta la confluencia con el Cauce 1	Río Nus
RioNus_Tramo29	Desde la confluencia con el Cauce 1 hasta la confluencia con MI-13	Río Nus
RioNus_Tramo30	Desde la confluencia con MI-13 hasta la confluencia con el Cauce 2	Río Nus
RioNus_Tramo31	Desde la confluencia con el Cauce 2 hasta WQN-11	Río Nus
RioNus_Tramo32	Desde WQN-11 hasta la confluencia con el Cauce 3	Río Nus
RioNus_Tramo33	Desde la confluencia con el Cauce 3 hasta la confluencia con MI-14	Río Nus
RioNus_Tramo34	Desde la confluencia con MI-14 hasta la confluencia con el Cauce 4	Río Nus
RioNus_Tramo35	Desde la confluencia con el Cauce 4 hasta la confluencia con MI-15	Río Nus
RioNus_Tramo36	Desde la confluencia con MI-15 hasta la confluencia con MI-16	MI-16
RioNus_Tramo37	Desde la la confluencia con MI-16 hasta WQN-12	Río Nus
RioNus_Tramo38	Desde WQN-12 hasta la confluencia con WQMI-17	Río Nus
RioNus_Tramo39	Desde la confluencia con WQMI-17 hasta WQN-13	Río Nus
RioNus_Tramo40	Desde WQN-13 hasta la confluencia con la qda. Palestina	Río Nus
RioNus_Tramo41	Desde la confluencia con la qda. Palestina hasta la confluencia con MI-18	Río Nus
RioNus_Tramo42	Desde la confluencia con MI-18 hasta la confluencia con el Cauce 6	Río Nus
RioNus_Tramo43	Desde la confluencia con el Cauce 6 hasta la confluencia con el Cauce 7	Río Nus
RioNus_Tramo44	Desde la confluencia con el Cauce 7 hasta WQN-14	Río Nus
RioNus_Tramo45	Desde WQN-14 hasta la confluencia con el Cauce 5	Río Nus
RioNus_Tramo46	Desde la confluencia con el Cauce 5 hasta WQN-15	Río Nus

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

Tabla 7.3.1.11 Tiempos medios de viaje y tiempo de arribo

Tramo	Longitud (m)	Tiempo medio de viaje (min)	Tiempo de arribo (min)
RioNus_Tramo1	236,93	0:05:13	0:04:43
RioNus_Tramo2	508,27	0:11:02	0:09:55
RioNus_Tramo3	304,05	0:05:59	0:05:23
RioNus_Tramo4	1357,78	0:26:43	0:24:00
RioNus_Tramo5	95,43	0:01:52	0:01:42
RioNus_Tramo6	48,31	0:01:07	0:01:01
RioNus_Tramo7	782,45	0:14:52	0:13:24
RioNus_Tramo8	41,84	0:00:47	0:00:43
RioNus_Tramo9	176,05	0:03:18	0:03:00
RioNus_Tramo10	408,67	0:08:39	0:07:49
RioNus_Tramo11	70,70	0:01:29	0:01:22
RioNus_Tramo12	427,91	0:08:20	0:07:30
RioNus_Tramo13	387,19	0:08:26	0:07:37
RioNus_Tramo14	96,28	0:02:05	0:01:54
RioNus_Tramo15	522,00	0:12:34	0:11:22
RioNus_Tramo16	303,85	0:07:34	0:06:50
RioNus_Tramo17	118,45	0:02:57	0:02:40
RioNus_Tramo18	40,26	0:01:00	0:00:55
RioNus_Tramo19	324,90	0:08:27	0:07:39
RioNus_Tramo20	638,98	0:11:12	0:10:08
RioNus_Tramo21	128,26	0:02:15	0:02:02
RioNus_Tramo22	84,17	0:01:36	0:01:28
RioNus_Tramo23	561,21	0:10:44	0:09:41
RioNus_Tramo24	167,72	0:02:34	0:02:19
RioNus_Tramo25	265,19	0:04:04	0:03:39
RioNus_Tramo26	147,17	0:02:02	0:01:50
RioNus_Tramo27	413,67	0:07:50	0:07:05
RioNus_Tramo28	40,54	0:00:46	0:00:42
RioNus_Tramo29	420,41	0:08:08	0:07:22
RioNus_Tramo30	211,77	0:05:17	0:04:48
RioNus_Tramo31	532,60	0:09:58	0:09:00
RioNus_Tramo32	69,85	0:01:18	0:01:11
RioNus_Tramo33	89,61	0:01:43	0:01:34
RioNus_Tramo34	113,21	0:01:54	0:01:43
RioNus_Tramo35	317,78	0:04:09	0:03:44
RioNus_Tramo36	618,56	0:10:08	0:09:07
RioNus_Tramo37	402,08	0:08:31	0:07:43
RioNus_Tramo38	75,72	0:01:36	0:01:28
RioNus_Tramo39	702,74	0:14:02	0:12:38
RioNus_Tramo40	55,20	0:01:06	0:01:00
RioNus_Tramo41	238,45	0:05:42	0:05:10
RioNus_Tramo42	559,93	0:09:29	0:08:33
RioNus_Tramo43	60,68	0:01:18	0:01:11
RioNus_Tramo44	563,72	0:12:46	0:11:30
RioNus_Tramo45	256,18	0:05:48	0:05:14
RioNus_Tramo46	1012,97	0:16:02	0:14:26

Fuente: Gramalote Colombia Limited, 2025

Dada la extensión del tramo de estudio (15 km aproximadamente) y los cortos intervalos temporales requeridos entre mediciones sucesivas, la ejecución de la campaña de monitoreo de calidad para el análisis de los vertimientos en una sola jornada hubiera exigido

una capacidad logística y de instrumentación (múltiples equipos y equipos de campo coordinados) que no está disponible en el mercado local de monitoreo ambiental.

Por lo anterior, y procurando mantener condiciones hidrológicas similares (caudal estable, sin eventos de lluvia), las campañas de monitoreo no se realizaron en un solo día, buscando optimizar así los recursos y garantizando la accesibilidad a todos los puntos de monitoreo. Ver ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_00_CampanasMonitoreo.

7.3.1.6 Modelación de los vertimientos

Para la evaluación de los impactos asociados a los vertimientos del Proyecto de Minería de Oro a Cielo Abierto Gramalote, se desarrolló un estudio integral de modelación de calidad de agua que sigue los protocolos establecidos en los Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyecto Mineros (ANLA, 2016).

Este estudio se realizó mediante la modelación del cuerpo receptor de los vertimientos (rio Nus) y de manera complementaria se modelaron los tramos de quebrada, entre los sedimentadores y el rio Nus, los cuales se contemplaron como canales conductores de manera natural de las aguas vertidas desde los sedimentadores. Para ambos análisis se desarrollaron los siguientes aspectos:

- Se identificaron y georreferenciaron todas las corrientes y tramos conductores de los sedimentadores y también el tramo receptor de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales del proyecto, estableciendo su localización dentro del tramo de estudio
- Posteriormente, se determinaron los caudales característicos, valores que fueron consistentes y se derivaron directamente del estudio hidrológico presentado en la caracterización ambiental del proyecto, asegurando la coherencia hidrológica de toda la modelación.
- Se ejecutó la modelación hidráulica del sistema lótico receptor. Para ello, se desarrollaron curvas de calibración que relacionan el caudal con las propiedades geométricas e hidrodinámicas clave (profundidad, área mojada, velocidad media, entre otras),
- Se justificó la selección del modelo QUAL2Kw como la herramienta numérica más apropiada para las condiciones del sistema, considerando los procesos dominantes, la complejidad del problema, y su capacidad para simular la variación espacial unidimensional bajo condiciones de estado estable, las cuales son representativas del régimen de flujo permanente de los cuerpos de agua en evaluación.
- Se definió una estructura conceptual detallada para la modelación, la cual incluyó: un protocolo de modelación formal, una síntesis de la información preliminar, esquemas de entradas/salidas y procesos, la segmentación inicial del sistema en tramos homogéneos, la definición de los determinantes de calidad a simular, y una descripción completa de la estructura, ecuaciones, parámetros, ventajas y limitaciones del modelo QUAL2Kw.
- Se establecieron criterios explícitos para la calibración y validación de los modelos, definiendo la función objetivo, los rangos de los parámetros a calibrar, los algoritmos utilizados y los criterios de aceptabilidad que debían cumplir los resultados para considerar el modelo como representativo del sistema real.
- Se plantearon y ejecutaron las simulaciones para cinco escenarios obligatorios: (1) condición de línea base (sin proyecto); (2) carga máxima tratada con caudal mínimo

receptor; (3) carga promedio tratada con caudal promedio receptor; (4) carga máxima tratada con caudal máximo ordinario receptor (considerando fenómenos de re-suspensión); y (5) carga máxima sin tratar con caudal mínimo receptor.

- Con el fin de representar de manera integral las diferentes condiciones operativas del proyecto, se configuraron seis (6) modelos de simulación distribuidos según la etapa y fase del proyecto, los cuales mantienen la estructura de los cinco escenarios normativos, pero incorporan las cargas y caudales adicionales según corresponda. A continuación, se describen las configuraciones particulares adoptadas

Modelo A – Construcción (Vertimientos objeto de modificación):

Incluye exclusivamente los vertimientos que son objeto de modificación de licencia ambiental para la etapa de construcción, a saber: los sedimentadores El Banco, San Antonio y La Colorada (vertimientos industriales), y la PTAR (vertimiento doméstico). Este modelo constituye la condición base para la evaluación de los vertimientos del proyecto en la etapa de construcción.

Modelo B – Construcción (Vertimientos objeto de modificación + Captaciones):

Adicional a los vertimientos del Modelo A, este modelo incorpora las captaciones de agua superficial que se encuentran activas durante la construcción sobre el tramo de modelación del Río Nus. Para esta etapa, no existen vertimientos ya autorizados sobre el tramo, por lo que el modelo B considera únicamente la inclusión de las captaciones CC15, CC16, CC2 (autorizada Res. 309/2016) y CC17, representando extracciones totales de aproximadamente 0,01065 m³/s. La inclusión de estas captaciones permite evaluar el efecto acumulado de las extracciones de agua autorizadas sobre la capacidad de dilución de los vertimientos.

Modelo C – Operación Fase 1 (Vertimientos objeto de modificación):

Incluye los vertimientos que son objeto de modificación de licencia ambiental para la Fase 1 de operación, a saber: los sedimentadores El Banco, San Antonio y La Colorada (vertimientos industriales), y la PTAR (vertimiento doméstico). Para esta fase, se mantienen las mismas cuencas delimitadas en la fase de construcción, a excepción de la cuenca de La Palestina, que al entrar en operación la presa de colas se reduce al área aguas debajo de la estructura.

Modelo D – Operación Fase 1 (Vertimientos objeto de modificación + Vertimiento autorizado):

Adicional a los vertimientos del Modelo C, este modelo incorpora el vertimiento ya autorizado V21 - Sedimentador del Campamento ($Q = 840$ l/s), el cual se encuentra activo durante la operación. Para esta fase, no existen captaciones autorizadas sobre el tramo. Este modelo permite evaluar la condición integral de operación durante la Fase 1, considerando todas las cargas vertidas al Río Nus de manera simultánea.

Modelo E – Operación Fase 2 (Vertimientos objeto de modificación sin San Antonio):

Incluye los vertimientos que son objeto de modificación de licencia ambiental para la Fase 2 de operación, con la particularidad de que el sedimentador San Antonio ya no funciona, por lo que los vertimientos industriales objeto de modificación se reducen a

los sedimentadores El Banco y La Colorada, manteniéndose la PTAR para el vertimiento doméstico. Durante esta fase, el área de drenaje del sedimentador El Banco se amplía incorporando una parte de la cuenca de la quebrada San Antonio, lo que incrementa su caudal de diseño.

Modelo F – Operación Fase 2 (Vertimientos objeto de modificación sin San Antonio + Vertimiento autorizado)

Adicional a los vertimientos del Modelo E (El Banco, La Colorada y PTAR), este modelo incorpora el vertimiento ya autorizado V21 - Sedimentador del Campamento, el cual se mantiene activo durante esta fase. Para esta etapa, no existen captaciones autorizadas sobre el tramo de modelación. Este modelo representa la condición integral de operación durante la Fase 2, considerando el nuevo esquema de drenajes producto de la desviación de la quebrada Guacas y la ampliación del área de drenaje del sedimentador El Banco.

- Finalmente, se realizó una comparación de los resultados de todos los escenarios, contrastándolos tanto entre sí como frente a los criterios de calidad de agua vigentes para los usos del recurso. Este análisis permitió identificar la longitud de influencia real de los vertimientos, evaluar el cumplimiento normativo.

Los modelos de vertimientos se presentan en los anexos: ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_02_Res_Mod_Sedimentadores y ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_02_Res_Mod_RioNus.

Es importante resaltar que, la modelación de calidad de agua se enfocó en los parámetros convencionales y nutrientes, excluyendo metales pesados, fundamentado en el origen y naturaleza de los efluentes. Por un lado, las aguas que llegan al sedimentador provienen de escorrentía de contacto con depósitos de estériles, siendo aguas que no han entrado al proceso de beneficio minero; su principal cambio es en sólidos suspendidos y no se prevé una contribución significativa de metales pesados solubles o biodisponibles. Por otro lado, el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) trata predominantemente aguas residuales de origen doméstico y sanitario, cuya composición típica no incluye concentraciones relevantes de metales pesados asociados a actividades industriales o mineras. Dado que ni la fuente del sedimentador (aguas de arrastre de sólidos) ni la de la PTAR (aguas domésticas) constituyen vectores significativos de introducción de estos elementos al sistema hídrico, su modelación no se consideró necesaria para la evaluación de impacto de este proyecto.

7.3.1.7 Definición de longitud de influencia de los vertimientos

La determinación de la Longitud de Influencia Completa (LIC) para los vertimientos se estableció mediante la modelación comparativa de un escenario de línea base (sin vertimientos) y un escenario modificado (con todos los vertimientos tratados en condición de carga máxima y caudal mínimo del río), ambos bajo el mismo caudal del receptor (6.88 m³/s). El análisis de las curvas de concentración resultantes mostró que las diferencias entre ambos escenarios para todos los parámetros fueron mínimas (generalmente <1%) y se encontraban dentro del margen de error inherente del modelo (RMSCV promedio del 51%), lo que indica que la "señal" del impacto es imperceptible frente al "ruido" de la simulación. (Ver informe de los resultados de modelación en el anexo ANEXOS_DEMANDA_VERTIMIENTOS_7_02_Res_Mod_RioNus.)

Dado que las curvas fueron prácticamente superpuestas desde el inicio del tramo modelado, se concluyó que la mezcla es efectivamente inmediata. La distancia de 50 metros se estima de forma conservadora como el punto aguas abajo de cada descarga donde cualquier variación inicial remanente ($\leq 0,5\%$) se disipa completamente y se homogeniza en la sección transversal, considerando las condiciones de flujo (velocidades entre 0,3 y 0,9 m/s) y la alta relación de dilución ($>12:1$) que favorecen una dispersión rápida.

7.3.1.8 Descripción de los impactos derivados de los vertimientos de aguas residuales

La evaluación de los impactos potenciales derivados de los vertimientos de aguas residuales tratadas del proyecto se realizó mediante modelación matemática de calidad de agua (Qual2Kw), considerando diversos escenarios hidrológicos y de carga contaminante. Los resultados permiten caracterizar los impactos de la siguiente manera:

- Impacto en la calidad fisicoquímica del agua: El impacto es insignificante y no discernible frente a la variabilidad natural del río y la incertidumbre del modelo. La alta capacidad de dilución del Río Nus (relación caudal río/vertimientos $> 12:1$ incluso en estiaje) y la eficiencia del sistema de tratamiento (PTAR + sedimentador) determinan que las diferencias en concentraciones de todos los parámetros (DBO_5 , DQO, SST, nutrientes, etc.) entre los escenarios con y sin proyecto sean mínimas ($<1\%$). No se generan incumplimientos a la normativa de vertimientos (Resolución 0631 de 2015).
- Impacto espacial (formación de pluma de mezcla): No se identifica la formación de una pluma de contaminación persistente. La Longitud de Influencia Completa (LIC) para integrar los vertimientos es extremadamente corta, estimada en menos de 50 metros aguas abajo de cada punto de descarga, debido a las condiciones de flujo y a la ya mencionada alta dilución. Aguas abajo de esta distancia, la calidad del agua es homogénea en la sección transversal e indistinguible de la condición base.
- Impacto sobre usos del agua y ecosistema acuático: Dado que no se prevén alteraciones significativas en los parámetros de calidad del agua (oxígeno disuelto, pH, toxicidad por amonio, etc.), y considerando que el río presenta una condición de base aceptable según el Decreto 1076 de 2015 (con excepción de los SST y coliformes fecales, que son condiciones preexistentes), se concluye que los vertimientos no afectarán negativamente los usos actuales del recurso (recreativo, paisajístico, abrevadero) ni generarán estrés adicional a la comunidad acuática. El impacto sobre el ecosistema receptor es insignificante.
- Impacto diferencial por escenario: En condiciones de caudal alto (época lluviosa), el impacto relativo de los vertimientos puntuales del proyecto es aún menor, dado el aumento en la capacidad de dilución. Los posibles incrementos en algunos parámetros (como Sólidos Suspendidos Totales) en estos escenarios se atribuyen predominantemente al arrastre de cargas difusas desde la cuenca, las cuales tienen un peso relativo mucho mayor que las descargas del proyecto.

En conclusión, los vertimientos tratados del proyecto no generan impactos negativos significativos, medibles o persistentes sobre la calidad del Río Nus. Cualquier cambio potencial en la concentración de los parámetros es de una magnitud inferior al margen de

error del modelo de evaluación y se disipa de manera casi inmediata en el cuerpo de agua receptor.

7.3.2 Para vertimientos en suelo

En esta sección se solicita la modificación de temporalidad del permiso de vertimientos que se encuentra autorizado mediante artículo quinto de la resolución 0309 de 2016 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. A fin de extender la autorización del punto de vertimiento al suelo desde la etapa de reasentamiento hacia la etapa de construcción y montaje del proyecto de minería a cielo abierto Gramalote.

El punto de vertimiento autorizado denominado V13, ubicado en las coordenadas Este: 4.788.403,86, Norte: 2.278.779,98 en el predio La Mayoría, realiza la descarga al suelo por medio de un campo de infiltración con caudal de vertimiento autorizado de 0,25 L/s.

Se solicita la extensión a la etapa de construcción y montaje dado que continúa siendo la infraestructura idónea para el tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en esta fase del proyecto, toda vez que: (i) el sistema de tratamiento cuenta con más de una década de operación exitosa y cumplimiento normativo, demostrando eficacia en la remoción de contaminantes; y (ii) no se identifican cambios en la actividad generadora del vertimiento que justifiquen la reubicación de la infraestructura. En la Tabla 7.3.2.1 se presenta el vertimiento descrito anteriormente.

Tabla 7.3.2.1 Vertimientos para la etapa de reasentamiento y construcción y montaje

ID	Localización punto de descarga		Fuente generadora	Nombre fuente receptora	Sistema de tratamiento	Vertimiento autorizado Res 0309/2016	Modificación		Observación
	Este	Norte					Vertimiento objeto de modificación/ nuevo	Vertimiento objeto de devolución	
Vertimiento 13	4.788.403,86	2.278.779,98	Predio La Mayoría	Campo de infiltración	Ecopac	X	X		Este vertimiento solicita la extensión hasta finalizar la etapa de construcción y montaje manteniendo las condiciones actuales

Sistema de coordenadas: Magna Sirgas, Origen: Nacional

Fuente: Integral S.A., 2026

BIBLIOGRAFÍA

ANLA. (2016). *TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN MINERA*. Bogotá.

Hidrogeocol LTDA. (2012). *Informe Técnico. Evaluación hidrogeoquímica e Hidráulica del Aljibe 224 La Mayoría en las instalaciones del Proyecto Gramalote*. . Bogotá.

MADS. (Mayo de 2015). Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible".

Metcalf, & Eddy. (1985). *Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse*. New York: McGraw-Hill.